

Anette Weisbecker, Michael Burmester, Albrecht Schmidt (Hrsg.)

Mensch und Computer 2015 – Workshop

Weitere empfehlenswerte Titel



Mensch-Maschine-Interaktion

Andreas Butz, Antonio Krüger, 2014

ISBN 978-3-486-71621-4, e-ISBN 978-3-486-71967-3



Prozessführungssysteme

Michael Herczeg, 2014

ISBN 978-3-486-58445-5, e-ISBN 978-3-486-72005-1,

Set-ISBN 978-3-486-79087-0



Data Mining

Jürgen Cleve, Uwe Lämmel, 2014

ISBN 978-3-486-71391-6, e-ISBN (PDF) 978-3-486-72034-1,

e-ISBN (EPUB) 978-3-486-99071-3



IT-Sicherheit, 9. Auflage

Claudia Eckert, 2014

ISBN 978-3-486-77848-9, e-ISBN 978-3-486-85916-4



Vernetzte Organisation

Alexander Richter (Hrsg.), 2014

ISBN 978-3-486-74728-7, e-ISBN 978-3-486-74731-7,

Set-ISBN 978-3-486-98957-1



Informatik und Gesellschaft

Andrea Kienle, Gabriele Kunau, 2014

ISBN 978-3-486-73597-0, e-ISBN 978-3-486-78145-8

Mensch und Computer 2015 – Workshop

Herausgegeben von
Anette Weisbecker, Michael Burmester, Albrecht Schmidt

DE GRUYTER
OLDENBOURG

Herausgeber

Prof. Dr.-Ing. Anette Weisbecker
Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO)
Geschäftsfeld Informations- und Kommunikationstechnik
Nobelstr. 12
70569 Stuttgart
anette.weisbecker@iao.fraunhofer.de

Prof. Dr. Michael Burmester
Fachhochschule Stuttgart
Hochschule der Medien
Nobelstr. 10
70569 Stuttgart
burmester@hdm-stuttgart.de

Prof. Dr. Albrecht Schmidt
Universität Stuttgart
Institut für Visualisierung &
Interaktive Systeme
Pfaffenwaldring 5a
70569 Stuttgart
albrech.schmidt@vis.uni-stuttgart.de

ISBN 978-3-11-044333-2
e-ISBN (PDF) 978-3-11-044390-5
e-ISBN (EPUB) 978-3-11-043558-0
Set-ISBN 978-3-11-044391-2

Library of Congress Cataloging-in-Publication Data

A CIP catalog record for this book has been applied for at the Library of Congress.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

© 2015 Walter de Gruyter GmbH, Berlin/Boston
Druck und Bindung: CPI books GmbH, Leck
♾ Gedruckt auf säurefreiem Papier
Printed in Germany

www.degruyter.com

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	XIII

Mensch-Computer-Interaktion und Social Computing in sicherheitskritischen Systemen

Editorial: Mensch-Computer-Interaktion und Social Computing in sicherheitskritischen Systemen

<i>Christian Reuter, Tilo Mentler, Stefan Geisler, Michael Herczeg, Thomas Ludwig, Volkmar Pipek, Simon Nestler, Johannes Sautter</i>	3
Nutzeranforderungen eines Systems zur automatischen Helferbereitstellung <i>Henrik Detjen, Stefan Geisler, Gerd Bumiller</i>	11
Public Displays zur Koordinierung ungebundener Helfer in Schadenslagen <i>Thomas Ludwig, Christoph Kotthaus, Sören van Dongen</i>	19
Begleiter und Helfer in der Not - Apps für Krisen und Gefahrenlagen <i>Inga Karl, Kristian Rother, Simon Nestler</i>	29
Betriebliches Kontinuitätsmanagement in kleinen und mittleren Unternehmen – Smart Services für die Industrie 4.0 <i>Christian Reuter</i>	37
Entwicklung eines HCD-Leitfadens für Krisenmanagementsysteme <i>Daniel Orłowski, Johannes Sautter</i>	45
Ein Interaktionskonzept zur Simulation und Analyse von MANV-Einsätzen <i>Johannes Sautter, Lars Böspflug, Friederike Schneider</i>	51
Gaze Guiding zur Unterstützung der Bedienung technischer Systeme <i>Kathrin Bischof, Benjamin Weyers, Barbara Frank, Annette Kluge</i>	61
Virtual Reality Crisis Simulation for Usability Testing of Mobile Apps <i>Kristian Rother, Inga Karl, Simon Nestler</i>	69

U(X) in Health Design. State-of-the- Art und Herausforderungen bei der nutzergerechten Gestaltung therapeutischer Unterstützungssysteme

U(X) in Health Design. State-of-the-Art und Herausforderungen bei der nutzergerechten Gestaltung therapeutischer Unterstützungssysteme

Michael Minge, Katharina Lorenz, Susanne Dannehl, Franziska Trauzettel, Manfred Thüring 79

Usability in medizintechnischen Softwarefirmen: Eine Interviewstudie zur aktuellen Lage

Franziska Trauzettel, Michael Minge, Manfred Thüring 85

Verbesserung der Therapiemitarbeit durch interaktive Rückmeldungen in einem sensorbasierten Unterstützungssystem

Susanne Dannehl, Laura Doria, Marc Kraft 93

Beispiele aus der Praxis: Anwendung partizipativer Methoden im Gesundheitskontext

Katharina Lorenz, Jelena Zach, Gesche Joost 101

VODINO – Validierung und Optimierung des individuellen Nutzens von Ortungssystemen bei Demenz

Herlind Megges, Torsten Grewe, Oliver Peters 109

Unterstützungsansätze in der Versorgung mittels mobiler Geräte und Telemedizin

Natalie Jankowski, Jonas Gerstmann, Michael Wahl 117

Anforderungsanalyse für die nutzergerechte Gestaltung eines Bedienkonzepts für robotergestützte Telerehabilitationssysteme in der motorischen Schlaganfallrehabilitation

Ekaterina Ivanova, Erik Freydank, Josy Achner, Jasmin Klemke, Mareike Schrader, Sarah Wernicke, Beatrice Bryl, Michael Schauer, Henning Schmidt, Michael Jöbges, Stefan Hesse, Jörg Krüger 125

Auf dem Weg zu nutzergerechten internetbasierten Interventionen: Welche Bedürfnisse haben unsere Patienten?

Annika Gieselmann 133

Service Design für Telemedizin: Herausforderungen und Lösungen

Jessica Jung, Silke Steinbach, Bettina Zippel-Schultz, Thomas Luiz 137

Nutzerzentrierte Gestaltung von VR-Systemen für die motorische Neurorehabilitation

Otto Hans-Martin Lutz, Henning Schmidt, Jörg Krüger 141

Formative Evaluation of Smartwatch Exergaming

Nicola Marsden, Thomas Wollmann, Britta Lohmann, Gerrit Meixner 145

„Mein Coach für Wohlbefinden und Gesundheit“. User Experience von E-Health-Technologien

Jasmin Niess, Sarah Diefenbach 147

Nutzerzentrierte Gestaltung einer Applikation im Diabetes-Kontext <i>Jorinde Wittkugel, Nils Backhaus</i>	149
 Smart Factories: Mitarbeiter-zentrierte Informationssysteme für die Zusammenarbeit der Zukunft	
Smart Factories: Mitarbeiter-zentrierte Informationssysteme für die Zusammenarbeit der Zukunft <i>Alexander Stocker, Andrea Denger, Martin Wiffling, Johannes Fritz, Christian Kaiser, Christian Kittl, Alexander Richter</i>	155
Gestaltung gebrauchstauglicher Assistenzsysteme für Industrie 4.0 <i>Michael Wächter, Angelika C. Bullinger</i>	165
Kollaborative Systemkonzipierung im interaktiven Entwicklungslabor <i>Roman Dumitrescu, Christian Tschirner, Alexander A. Albers, Lukas Bretz</i>	171
Job-Based Usability Testing to Enhance Tool-Prototyping <i>Stefan Rössler, Manfred Rosenberger, Markus Pirker, Daniela Gadanji, Andrea Denger, Alexander Stocker</i>	181
A System Architecture for Knowledge Exchange in the Industrial Domain <i>Fabian Quint, Jörn Kreutel, Frieder Loch, Magnus Volkmer, Peter Pollmanns</i>	189
Multimodale Interaktion in der Produktionsstätte der Zukunft <i>Hermann Fürntratt, Ferdinand Fuhrmann</i>	197
Using Smart Glasses to Document Maintenance Processes <i>Fabian Quint, Frieder Loch</i>	203
Visual PLM - Integrating 3D data in PLM <i>Reiner Schlenker, Patrick Müller, Giacomo d'Antonio</i>	209
Sichere Vernetzung von Geräten in Smart Factories mit MQTT <i>Martin Maritsch, Christian Kittl, Thomas Ebner</i>	217
Mobiles Wissensmanagement in der Industrie 4.0 <i>Peter Brandl, Helmut Aschbacher, Sabine Hösch</i>	225
Kompetenzvernetzung für Wertschöpfungschampions <i>Steffen Kinkel, Ralph Lichtner, Brita Schemmann, Andreas P. Schmidt, Sebastian Behrendt, Michael Koch, Christine Kunzmann, Alexander Richter</i>	233
Worker-Driven Improvement of Processes in Smart Factories <i>Udo Kannengiesser, Matthias Neubauer, Chiara Di Francescomarino, Mauro Dragoni, Chiara Ghidini, Richard Heininger</i>	239

Zehn Jahre Wissensaustausch und Communities in References+	
<i>Johannes Müller, Jaren Krchnavi, Christina Moser, Anita Weihermann-Kollar, Heiko Jahr, Nils Hennig, Morten Torchalla, Martin Amacher, Rubén André Lorenzo</i>	245
Unified Information Access for Knowledge Workers via a Federated Recommender System	
<i>Heimo Gursch, Hermann Ziak, Roman Kern</i>	255
Informationsvernetzungstechnologien im Bereich Automotive Engineering	
<i>Michael Spitzer, Markus Zoier, Bernd Fachbach</i>	261
Smart Engineering for Smart Factories: How OSLC Could Enable Plug & Play Tool Integration	
<i>Christian Kaiser, Beate Herbst</i>	269
 ABIS 2015 - 21th International Workshop on Intelligent and Personalized Human-Computer Interaction	
Measuring Physical Pressure in Smart Phone Interaction for People with Impairments	
<i>Mirjam Augstein, Daniel Kern, Thomas Neumayr, Werner Kurschl, Josef Altmann</i> ...	283
User Autonomy Protection in Mobile Coaching Systems	
<i>Joakim Haugen, Robbert Jan Beun, Fiemke Griffioen-Both</i>	291
Analysis and Modeling of Haptic Interaction	
<i>Daniel Kern</i>	297
Smartwatch Interaction – More than just Notifications	
<i>Janosch Maier, Wolfgang Wörndl</i>	299
Personalized Advice and Feedback for Diabetes Patients	
<i>Stephan Weibelzahl, Eelco Herder, Markus Rokicki, Dominikus Heckmann, Karsten Müssig, Janko Schildt</i>	305
User Interaction with Context-aware Recommender Systems on Smartphones	
<i>Wolfgang Wörndl, Béatrice Lamche</i>	313
 Innovative Computerbasierte Musikinterfaces (ICMI)	
GenImpro: Analysewerkzeug, Forschungsumgebung und generatives System für musikalische Evolution	
<i>Sebastian Trump</i>	317
Gedanken zur Nutzung von Handgesten in der Musikproduktion	
<i>Axel Berndt, Simon Waloschek, Aristotelis Hadjakos</i>	325

Der Hexenkessel: Ein intermediales Hybridinstrument <i>Jacob T. Sello</i>	331
Das Rhythmus-Radar <i>Matthias Husinsky, Patrik Lechner</i>	339
Cornea Ti – Interaktion zwischen Raum, Klang und Licht <i>Benjamin Knichel, Klaus Teltenkötter</i>	345
 Press Play²? Praxisorientierte und wissenschaftliche Sicht auf Gamification	
Press Play ² - Gamification in Wissenschaft und Praxis <i>Ralf Schmidt, Jörg Niesenhaus, Sandra Schering</i>	353
Der IGQ - Ein Messinstrument für die Wirksamkeit von Gamification <i>Romina Kettner, Katja Herrmann, Werner Gaulke</i>	359
Gamification User Types zur Unterstützung der Konzeption in der Softwareentwicklung <i>Sebastian Korbas</i>	367
 Accessible Interaction for Visually Impaired People	
Accessible Interaction for Visually Impaired People <i>Martina Joisten, Limin Zeng, Julie Woletz, Anke Brock, Mauro Avila</i>	379
User-centered priority setting for accessible devices and applications <i>Thea M. van der Geest, Hendrik P. Buimer</i>	383
A Survey: Outdoor Mobility Experiences by the Visually Impaired <i>Limin Zeng</i>	391
A Web-based Platform for Interactive Image Sonification <i>Boris Schauerte, Torsten Wörtwein, Rainer Stiefelhofen</i>	399
HaptOSM – Creating tactile maps for the blind and visually impaired <i>Daniel Hänßgen</i>	405
Towards Collaboration on Accessible UML Models <i>Stephan Seifermann, Henning Groenda</i>	411
Accessible Websites for the Visually Impaired: Guidelines for Designers <i>Annika Fecke, Sabine Jeleniowski, Martina Joisten</i>	419
Playing with sound and gesture in digital audio games <i>Sonia Fizek, Julie Woletz, Jarosław Beksa</i>	423

Das BCI für die Arbeit von morgen: Zukunftsperspektiven der Neuroarbeitswissenschaft

Das BCI für die Arbeit von morgen: Zukunftsperspektiven der Neuroarbeitswissenschaft

Kathrin Pollmann, Mathias Vukelić 433

Mit der Kraft der Hirnaktivität die Arbeitswelt von Morgen bewegen: Was wird in Zukunft mittels Brain-Computer Interfaces möglich sein?

Mathias Vukelić 437

Brain-Computer Interfaces als Arbeitsmittel der Zukunft? – Chancen und Grenzen aus Sicht eines Interaktionsgestaltlers

Kathrin Pollmann 445

Relevante Prozesse: BCI im Blickwinkel der Ethik

Andreas Wolkenstein 453

4. Workshop Automotive HMI

4. Workshop Automotive HMI

Stefan Geisler, Alexander van Laack, Stefan Wolter, Andreas Riener, Bastian Pfleging 463

Nutzerzentrierte Gestaltung und Entwicklung eines kontextsensitiven HMI

Michael Bischof, Ludger Ey, Alexander Kuck, Michael Rahier, Thomas Ritz 467

Erhöhung der Transparenz eines adaptiven Empfehlungsdiensts

Nadine Walter, Benjamin Kaplan, Tobias Altmüller, Klaus Bengler 475

Contradiction of Separation through Virtualization and Intercommunication

Tobias Holstein, Joachim Wietzke 483

Development and Evaluation of a Virtual Reality Driving Simulator

Quinate Chioma Ihemedu-Steinke, Demet Sirim, Rainer Erbach, Prashanth Halady, Gerrit Meixner 491

Immersive Audio HMI to Improve Situational Awareness

Alexander van Laack, Axel Torschied, Gert-Dieter Tuzar 501

An Interactive Exploration Tool for Detailed E-Vehicle Range Analysis

Benjamin Pichler, Andreas Riener 509

Determining maximum velocity for automated driving functions

Frederik Naujoks, Christian Purucker, Alexandra Neukum 517

Strategies for Negotiation between Autonomous Vehicles and Pedestrians

Franz Keferböck, Andreas Riener 525

Zur Akzeptanz Autonomen Fahrens – Eine A-Priori Studie <i>Sabrina C. Eimler, Stefan Geisler</i>	533

Be-greifbare Interaktion

Spellit 3.0 - Ein mobiles Miteinander-Lernspiel zum Erwerb der Schriftsprache <i>Thomas Winkler, Jacob Stahl, Georg Jahn, Michael Herczeg</i>	543
Grenzenlos Swipen - Geräteübergänge im Multiscreen-Kontext <i>Kirstin Kohler, Horst Schneider, Valentina Burjan</i>	551
Assessing the Emotional Experience of Soap Bubbles as Input Material for Interactive Games <i>Tanja Döring, Franziska Lorz, Rainer Malaka</i>	559
Printed Electronics and the „Internet of Things“ - Design Issues and a Rapid Prototyping Platform <i>Jens Geelhaar</i>	567

5. AAL-Workshop auf der Mensch & Computer: „Gemeinsam Altern erleben“

Tagungsband des Workshops „Gemeinsam Altern erleben“ <i>Anna Kötteritzsch, Julia Bons, Katja Herrmann, Benjamin Weyers, Aysegül Dogangün</i>	577
Ein Use Case Management Repository zur Unterstützung der Normungsarbeit <i>Marion Gottschalk, Mathias Uslar</i>	583
Das Projekt PAnalytics – Selbstmonitoring für gesundes Altern <i>Nils Beckmann, Aysegül Dogangün, Katja Herrmann, Hanno Sauer, Katharina Kloppenborg</i>	589
RehaInterAct – Der sensorbasierte Therapieraum der Zukunft <i>Anne Grohnert, Anett Bölke, Benny Häusler, Boris Irmscher, Michael John, Andreas Kliem, Gerd Kock, Jens Piesk, Marco Polak</i>	595
BRELOMATE - Ein Second Screen Spiele- und Kommunikationsportal für ältere Menschen <i>Sabine Sommer, Jakob Doppler, Gernot Rottermann, Peter Judmaier, Johannes Pflegerl</i>	605
Familienangehörige spielerisch zusammenführen – Systemkonzept <i>Paul März, Daniel Schwahlen, Julia Bons, Stefan Geisler</i>	611

Usable Security and Privacy: Nutzerzentrierte Lösungsansätze zum Schutz sensibler Daten

Usable Security and Privacy: Nutzerzentrierte Lösungsansätze zum Schutz sensibler Daten

Luigi Lo Iacono, Hartmut Schmitt 617

User Perception and Response to Computer Security Warnings

Wolfgang Börger, Luigi Lo Iacono 621

Über die Wirksamkeit von Anti-Phishing-Training

Simon Stockhardt, Benjamin Reinheimer, Melanie Volkamer 647

Usable-Policy-Management in kollaborativen Szenarien - Herausforderungen und Chancen

Sascha Wagner, Dominic Heutelbeck 657

Resilience by Usable Security

Sven Wohlgemuth 667

Usability für die betriebliche Praxis: Skalierung und Einsatz von UUX-Methoden in kleinen und mittleren Unternehmen

Usability für die betriebliche Praxis Skalierung und Einsatz von UUX-Methoden in kleinen und mittleren Unternehmen

Stefan Brandenburg, Michael Burmester, Jochen Denzinger, Susen Döbelt, Ralf Schmidt, Gunnar Stevens 679

Usability-Maßnahmen bei Software-KMU als Teil des Entwicklungsprozesses einführen: Eine erste Evaluation eines Vorgehensmodells

Melanie J. C. Stade, Stefan Brandenburg, Ronny Reckin 685

Zentrale Faktoren bei der Umsetzung von Usability-Engineering bei einem mittelständischen Softwarehersteller in der Pflegebranche

Christoph Trappe, Wilko Heuten, Susanne Boll, Simon Timmermanns, Stefan Rahner, Dietmar Wolff, Britta Gräfe 695

Living Lab As A Service: Das Living Lab als Dienstleistungsbaukasten zur Nutzer-zentrierten Entwicklung und Evaluation innovativer Smart Home Lösungen

Corinna Ogonowski, Timo Jakobi, Gunnar Stevens, Johanna Meurer 701

Die richtige Frage zur richtigen Zeit: Ereignisbedingte Fragebogen-Studien mittels und über Smartphone-Apps

Julian Dax, Thomas Ludwig, Oliver Stickel, Simon Scholl 713

Autoren 721

Vorwort

Elektronische Medien und digitale Kommunikation sind heute ein fester Bestandteil unseres Alltags. Computertechnologien verändern unser Leben. Software schafft neue Erlebnisse. Informationssysteme ermöglichen neue Formen der Arbeit. Vieles, was heute alltäglich ist, ist ohne moderne Informations- und Kommunikationstechnologie nicht denkbar. Die Gestalterinnen und Gestalter digitaler Technologien haben einen sehr großen Spielraum mit ganz direkten Auswirkungen auf die Lebenswirklichkeit einzelner Menschen.

Damit liegt eine große Verantwortung in den Händen der Entwicklerinnen und Entwickler. Auf der Fachkonferenz Mensch und Computer 2015 in Stuttgart präsentieren Forscher und Forscherinnen neue Entwicklungen, diskutieren Ideen und reflektieren über diese Veränderungen. Mit dem Motto „Gemeinsam – Arbeit – Erleben“ wird der Fokus bewusst auf die vielfältigen Herausforderungen im heutigen und zukünftigen Arbeitsleben gelegt.

In vorliegendem Workshopband werden 85 der angenommenen Workshops dokumentiert. Alle Beiträge werden auch in der Digital Library des Fachbereichs MCI unter der URL <http://dl.mensch-und-computer.de/> zur Verfügung gestellt. Die Workshops sind ein zentraler Bestandteil der Konferenz, und sie spiegeln die vielfältigen Interessen der Teilnehmer wieder. Sie zeigen eindrucksvoll, wie innovativ und dynamisch das Forschungsfeld ist.

Workshops bieten bei der Mensch und Computer die Gelegenheit, Diskussionen zu führen, die durch die vorherige Einsendung von kurzen Beiträgen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer vorbereitet werden. Mit dem Workshopband dokumentieren und archivieren wir die vielen Ideen, Themen und Projekte, welche auf der Konferenz im Rahmen von Workshops in einer größeren Tiefe vorgestellt und diskutiert werden können. Wir hoffen, dass Sie sich durch den umfangreichen Workshopband zu neuen Forschungsthemen anregen lassen!

Wir danken an dieser Stelle den Autoren und Autorinnen für die Erstellung der Beiträge. Außerdem bedanken wir uns bei Niels Henze, den Leiter des Programmkomitees, der die Auswahl und Zusammenstellung der Workshops organisiert hat. Ein besonderer Dank geht auch an Proceedings Chairs Miriam Greis, Bastian Pflöging und Valentin Schwind, die in mühevoller Kleinarbeit und zahlreicher Kommunikation mit den Autorinnen und Autoren dafür gesorgt haben, die Publikationen im Konferenz- und Workshopband zusammenzuführen.

Mensch-Computer-Interaktion zu erleben ist essenziell, um neue Ideen zu verstehen. Unser Fach lebt vom Anfassen, Ausprobieren, Interagieren und Diskutieren. Wir hoffen, die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Konferenz zu inspirieren und den Lesern und Leserinnen einen Überblick über aktuelle Themen der Mensch-Computer Interaktion zu bieten.

Stuttgart, im Juli 2015

Anette Weisbecker, Michael Burmester, Albrecht Schmidt

Ein herzliches Dankeschön gilt allen Sponsoren der Mensch und Computer 2015!

Platin



Förderschwerpunkt Mittelstand-Digital, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)



Tobii Pro

Gold



Agentur Siegmund GmbH



artop GmbH



Ergosign
Ergonomie und Design GmbH



Noldus Information
Technology GmbH



Robert Bosch GmbH



SensoMotoric Instruments GmbH
(SMI)



User Interface Design GmbH

Silber



1&1 Internet SE



chilli mind GmbH



Intuity Media Lab GmbH



Mangold International GmbH

Phoenix Design GmbH
+ Co. KG

Usability.de



UserZoom GmbH

UXQB – International
Usability and User Experience
Qualification Board e.V.

Walter de Gruyter GmbH

Mensch-Computer-Interaktion und Social Computing in sicherheitskritischen Systemen

Editorial: Mensch-Computer-Interaktion und Social Computing in sicherheitskritischen Systemen

Christian Reuter¹, Tilo Mentler², Stefan Geisler³, Michael Herczeg², Thomas Ludwig¹, Volkmar Pipek¹, Simon Nestler⁴, Johannes Sautter⁵

Institut für Wirtschaftsinformatik, Universität Siegen¹

Institut für Multimediale und Interaktive Systeme, Universität zu Lübeck²

Institut Informatik, Hochschule Ruhr West³

Mensch-Computer-Interaktion, Hochschule Hamm-Lippstadt⁴

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO⁵

Zusammenfassung

Mensch-Maschine-Interaktion in sicherheitskritischen Systemen ist ein für die Informatik und die jeweiligen Anwendungsdomänen in der Bedeutung weiter zunehmendes Thema. Dieser Workshop der GI-Fachgruppe „Mensch-Maschine-Interaktion in sicherheitskritischen Systemen“ innerhalb des Fachbereichs Mensch-Computer-Interaktion soll aktuelle Entwicklungen und Fragestellungen offenlegen und neue Impulse für das Forschungsgebiet geben.

1 Einleitung

Die gebrauchstaugliche Gestaltung der Mensch-Computer-Interaktion in sicherheits- und zeitkritischen Systemen ist eine interdisziplinäre Herausforderung an den Nahtstellen von Human Factors, Ingenieurwissenschaft und Informatik. Viele Bereiche sind und werden in immer noch zunehmendem Maße durch informationsverarbeitende, interaktive, multimediale und echtzeitfähige Systeme geprägt:

- Leitsysteme zur Prozessführung, z.B. Kraftwerke (Herczeg, 2009), chemische Anlagen
- Management kritischer Infrastrukturen, z.B. Netzwerkmanagement (Reuter & Ludwig, 2013), Einsatzzeitzentralen
- Fahrzeug- und Verkehrsführung, z.B. Kraftfahrzeuge (Geisler, Heers, & Wolter, 2012), Bahntechnik (Sautter, Roßnagel, Kurowski, Engelbach, & Zibuschka, 2012), Luft- und Raumfahrt, Nautik

- Produktionstechnik und betriebliches Kontinuitätsmanagement, z.B. betriebliche Stäbe
- Gesundheitswesen, Medizin und Medizintechnik (Klein et al., 2015; Nestler & Klinker, 2009)
- Gefahrenabwehr, z.B. Krisenmanagement (Ludwig, Reuter, Siebigtheroth, & Pipek, 2015) und Katastrophenschutz (Reuter, Ludwig, & Pipek, 2014)

Dies erfordert die Entwicklung und Diskussion neuer Methoden und Ansätze an den Nahtstellen von Mensch-Maschine-Systemtechnik, Mensch-Computer-Interaktion sowie Usability- und Software-Engineering. Ein wichtiger Trend zeigt darüber hinaus: die Fortentwicklung der Beziehung zwischen Mensch-Maschine hin zu einer Kooperation in dem Sinne, dass Mensch und Maschine als Team gemeinsam Aufgaben bearbeiten und sich über den aktuellen Zustand der Aufgabenbearbeitung und über nächste Schritte austauschen. Zunehmend müssen auch mobile Kontexte und Endgeräte sowie soziale Netzwerke in die Betrachtungen einbezogen werden.

2 GI-Fachgruppe „Mensch-Maschine-Interaktion in sicherheitskritischen Systemen“

Die zuvor aufgeführten Punkte erfreuen sich zunehmender Bedeutung. Dabei adressiert die Forschung im Bereich der Mensch-Maschine-Interaktion in sicherheitskritischen Systemen mehrere von der Gesellschaft für Informatik definierte zentrale Herausforderungen. Eine sogenannte „Grand Challenge“ ist „für die Informatik [...] ein grundsätzliches (fundamentales) Problem, dessen Lösung (mit Informatik-Hilfsmitteln) einen deutlich spürbaren Fortschritt in ökonomischer, sozialer oder gesellschaftlicher Hinsicht für unser aller Leben bedeutet.“¹ Drei der fünf Herausforderungen werden durch diese Fachgruppe adressiert:

- „Systemische Risiken“ (Challenge 3) sind gerade durch sicherheits- und zeitkritische Systeme adressiert, deren Ausfälle große Konsequenzen haben können.²
- Die „Allgegenwärtige Mensch-Computer-Interaktion“ (Challenge 4) hat auch hier Einzug gehalten und es besteht eine Herausforderung darin, die „inzwischen allgegenwärtigen Kommunikations- und Informationsangebote mühelos zu nutzen und an gesellschaftlichen Prozessen“ teilzunehmen.³
- Nicht zuletzt steht die „Verlässlichkeit von Software“ (Challenge 5) gerade in diesem Kontext im Vordergrund: „Wenn Software unsere Welt regiert, unsere Autos und Flugzeuge steuert und unsere medizinischen Instrumente dirigiert, wie schaffen wir es, zu beweisen, dass die Software genau das tut, was sie soll?“⁴

¹ <http://www.gi.de/themen/grand-challenges-der-informatik.html>

² <http://www.gi.de/themen/grand-challenges-der-informatik/systemische-risiken.html>

³ <http://www.gi.de/themen/grand-challenges-der-informatik/systemische-risiken.html>

⁴ <http://www.gi.de/themen/grand-challenges-der-informatik/verlaesslichkeit-von-software.html>

Dieser Stellenwert spiegelt sich mittlerweile auch in den Fachgruppen der Gesellschaft für Informatik (GI) wieder. Basierend auf dem letztjährigen Workshop „Mensch-Computer-Interaktion und Social Computing in Krisensituationen“ (2014), in jenem verwandte Themenstellungen betrachtet wurden, wurde die sind Bestrebungen unternommen worden, aus dem existierenden Arbeitskreis eine Fachgruppe zu gründen.

Es ist es erfreulich, dass die Leitung des GI-Fachbereichs Mensch-Computer-Interaktion (MCI) dem Antrag auf Einrichtung der Fachgruppe „Mensch-Maschine-Interaktion in sicherheitskritischen Systemen“ (FG MMI-SKS; <http://fg-mmi-sks.gi.de>) einstimmig zugestimmt hat. Als Gründungssprecher/Leitungsgremium fungieren Dr. Christian Reuter (Universität Siegen), Dipl.-Inf. Tilo Mentler (Universität zu Lübeck) und Prof. Dr. Stefan Geisler (Hochschule Ruhr West). Diese werden den vorherigen Arbeitskreis um Prof. Dr. Michael Herczeg (Universität zu Lübeck) kooperativ fortführen.

Ziel der Fachgruppe ist der wissenschaftliche und fachliche Austausch und die Vernetzung von Akteuren und fachlich Interessierten. Über die Möglichkeiten zum Beitritt und zur Mitwirkung informieren die oben genannten Personen gerne.

3 Ziele des Workshops

Der diesjährige Workshop „Mensch-Computer-Interaktion und Social Computing in sicherheitskritischen Systemen“ wird als eine der ersten Fachgruppenaktivitäten durchgeführt. Er soll aktuelle Entwicklungen und Fragestellungen offenlegen und neue Impulse für das Forschungsgebiet geben, sowie den wissenschaftlichen Austausch fördern.

Der Workshop wird dabei zweigeteilt gestaltet: Innerhalb des ersten Teils wird den Vortragenden die Möglichkeit gegeben die eigenen Forschungsarbeiten zu präsentieren. Dabei sind sowohl designorientierte, praxisbasierte Analysen und Studien, als auch entwickelte und evaluierte Prototypen neuer Technologien von Interesse. Im zweiten Teil des Workshops werden spezifische Merkmale der MMI in sicherheitskritischen Situationen abgeleitet und diskutiert. Diese werden als Ergebnis des Workshops zusammengefasst, um auf deren Basis zukünftigen Forschungsbedarf abzuleiten.

4 Angenommene Beiträge

Die auf Basis eines doppelt blinden Peer-Reviews selektierten Beiträge adressieren aktuelle Forschungsherausforderungen in vielfältiger Weise.

4.1 Themenblock I: Freiwillige und ungebundene Helfer

In den ersten Beiträgen wird die Koordination freiwilliger Helfer thematisiert:

Henrik Detjen, Stefan Geisler und Gerd Bumiller (Hochschule Ruhr West) stellen in ihrem Beitrag „*Nutzeranforderungen eines Systems zur automatischen Helferbereitstellung*“ das Projekt „Automatisiertes Helferangebot bei Großschadensereignissen (AHA)“ vor. In diesem Ansatz werden zuvor registrierte freiwillige Helfer von der üblichen Leitstelle koordiniert. Der Artikel betrachtet Nutzeranforderungen sowohl für die Leitstellen-Disponenten, deren Mehrbelastung durch das neue System gering zu halten ist, als auch für die freiwilligen Helfer, die über eine App auf dem Mobiltelefon alarmiert werden und auch darüber die Kommunikation führen sollen. Die Anforderungen beeinflussen sowohl die System-Infrastruktur als auch die Benutzerschnittstelle.

Thomas Ludwig, Christoph Kotthaus und Sören van Dongen (Universität Siegen) diskutieren in ihrem Beitrag „*Public Displays zur Koordinierung ungebundener Helfer in Schadenslagen*“ den Einsatz von Public Displays zur Adressierung auftretender Probleme in Schadenslagen, wie beispielsweise die mangelnde Informationsunterversorgung, fehlende Ortskenntnis bei anreisenden ungebundenen Helfern sowie dadurch resultierende Über- und Unterbesetzung an bestimmten Orten. Der Beitrag analysiert die Möglichkeiten des Einsatzes von Public Displays und zeigt verschiedene Dimensionen in den Bereichen der Gemeinschaftsbildung, der Dauer des Schadensereignisses sowie dessen Zentralität auf, welche Auswirkungen auf den Einsatz haben.

Inga Karl, Kristian Rother und Simon Nestler (Hochschule Hamm-Lippstadt) diskutieren in ihrem Beitrag „*Begleiter und Helfer in der Not - Apps für Krisen und Gefahrenlagen*“ die Vorteile von krisenspezifischen Apps in Bezug auf menschliches Verhalten in lebensbedrohlichen Situationen. Unter der Berücksichtigung von Zielen der Krisenkommunikation angelehnt an drei Krisenphasen leiten die Autoren ab, an welchen Stellen Apps zur Reduktion panischen Verhaltens unterstützend sein können. Dieser Beitrag zeigt auf, dass ein Forschungsbedarf im Bereich mobiler Krisenkommunikation im Hinblick auf verhaltensbezogene Aspekte besteht, wobei das Vertrauen in mobile Anwendungen als relevantes Untersuchungsobjekt in den Vordergrund gestellt wird.

4.2 Themenblock II: Unternehmen

Nachdem zuvor die Bevölkerung thematisiert wurde, werden im nächsten Beitrag Unternehmen unter die Lupe genommen:

Christian Reuter (Universität Siegen) betrachtet in seinem Beitrag „*Betriebliches Kontinuitätsmanagement in kleinen und mittleren Unternehmen – Smart Services für die Industrie 4.0*“ den Stand der Forschung im Bereich des betrieblichen Kontinuitätsmanagements (BCM) in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) und kommt zu der Bilanz, dass BCM in KMU unterrepräsentiert ist und der Sicherheitslevel teilweise im nicht-wirtschaftlichen Bereich liegt. Hierauf aufbauend wird eine Matrix zu möglichen Auswirkungen vs. Umfang und Qualität des Notfallmanagements verschiedener Akteure dargestellt. Abschließend werden leichtgewichtige und einfach zu handhabende BCM-Sicherheitslösungen, in Form von Smart Services, als möglicher Lösungsansatz für die vermehrt von kontinuierlichem IT-Einsatz abhängigen Industrie 4.0 vorgestellt.

4.3 Themenblock III: BOS

Weitere Beiträge thematisieren die Arbeit der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS):

Daniel Orlowski und Johannes Sautter (Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO) beschreiben in ihrem Beitrag die „*Entwicklung eines HCD-Leitfadens für Krisenmanagementsysteme*“. Da es aufgrund des komplexen Themas für entwickelnde IT-Unternehmen außerordentlich schwierig ist, sich in Aufgaben und Prozesse des Krisenmanagements hineinzudenken, wird vorgeschlagen, dass Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) selbst Nutzerforschung betreiben oder Usability-Beratung extern beauftragen und unterstützen. Der Leitfaden soll verschiedene Methoden der menschenzentrierten Entwicklung (Human Centered Design, HCD) vorstellen und Zuständigkeiten von BOS und Usability-Beratern bei der Anwendung dieser Methoden besprechen.

Johannes Sautter, Lars Böspflug (Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO) und Friederike Schneider (DRK-Generalsekretariat) beschreiben in ihrem Beitrag „*Ein Interaktionskonzept zur Simulation und Analyse von MANV-Einsätzen*“ ein Analyse-Simulationstool, das von Führungskräften des DRK bedient werden kann und es erlaubt lokal-spezifische Einsatztaktiken zur Bewältigung von medizinischen Großschadenslagen einfach zu testen. Drei Iterationen der Entwicklung variieren hierbei in Grad der Interaktivität und Anzahl der Bewertungsindikatoren zur Beurteilung der simulierten Einsatzbewältigung.

4.4 Themenblock IV: Querschnittsthemen

Weitere Beiträge thematisieren Querschnittsthemen zur Bedienbarkeit und Gebrauchstauglichkeit technischer Systeme im Speziellen:

Kathrin Bischof, Benjamin Weyers, Barbara Frank und Annette Kluge (Ruhr Universität Bochum und RWTH Aachen) berichten in ihrem Beitrag „*Gaze Guiding zur Unterstützung der Bedienung technischer Systeme*“ über den Einsatz von Gaze Guiding Methoden als Ergänzung zu Refresher Interventionen in der Regelung sicherheitskritischer Systeme. Refresher Interventionen dienen zur Auffrischung von einmal erlangtem methodischen Wissens und nehmen damit einen wesentlichen Bestandteil in der Steuerung sicherheitskritischer Systeme durch einen menschlichen Benutzer ein. Die entwickelte Methode wird dabei zur Leitung der Aufmerksamkeit des menschlichen Benutzers verwendet und beruht dabei auf kognitionspsychologischen Grundprinzipien der menschlichen Aufmerksamkeit. Die Wirksamkeit dieser Methode wird aktuell in einer größeren Langzeitstudie untersucht.

Kristian Rother, Inga Karl und Simon Nestler (Hochschule Hamm-Lippstadt) diskutieren in ihrem Beitrag „*Virtual Reality Crisis Simulation for Usability Testing of Mobile Apps*“ die Möglichkeit, mobile Anwendungen im Krisenkontext in Virtual Reality Umgebungen zu testen. Die Autoren erläutern warum die Verwendung von Virtual Reality neue Möglichkeiten für das Usability Testing komplexer Szenarien im Krisenkontext ermöglichen und be-

schreiben einen entwickelten Prototypen, der das Szenario Stromausfall als Virtual Reality Simulation abbildet. Abschließend gehen Sie auf offenen Fragen und Problem ein.

5 Fazit

Die Mensch-Computer-Interaktion und das Social Computing in sicherheitskritischen Systemen wird auch in Zukunft eine große Rolle spielen. Mit diesem Workshop möchten wir einen Beitrag leisten, diese Entwicklung in sinnvoller Weise mitzugestalten.

Kontaktinformationen

Ansprechpartner für den Workshop:

Dr. Christian Reuter, christian.reuter@uni-siegen.de

Mitglieder des Programmkomitees:

Dr. Christian Reuter, christian.reuter@uni-siegen.de (Fachgruppenleitung)
 Dipl.-Inf. Tilo Mentler, mentler@imis.uni-luebeck.de (Fachgruppenleitung)
 Prof. Dr. Stefan Geisler, stefan.geisler@hs-ruhrwest.de (Fachgruppenleitung)
 Prof. Dr. Michael Herczeg, herczeg@imis.uni-luebeck.de
 Dipl.-Wirt.Inf. Thomas Ludwig, thomas.ludwig@uni-siegen.de
 Prof. Dr. Volkmar Pipek, volkmar.pipek@uni-siegen.de
 Prof. Dr. Simon Nestler, simon.nestler@hshl.de
 Dipl.-Inf. Johannes Sautter, johannes.sautter@iao.fraunhofer.de

Literaturverzeichnis

- Geisler, S., Heers, R., & Wolter, S. (2012). Herausforderungen an zukünftige Bedienkonzepte und HMI Systeme im Automobil. In *Mensch & Computer 2012: Workshopband* (pp. 343–346).
- Herczeg, M. (2009). Zusammenwirken von Mensch, Technik und Organisation in Kernkraftwerken. In Ministerium für Soziales; Gesundheit; Familie; Jugend und Senioren des Landes Schleswig-Holstein (Ed.), *Zur Sicherheit von Kernkraftwerken* (pp. 33–40). Kiel.
- Klein, J. P., Kensche, M., Becker-Hingst, N., Stahl, J., Späth, C., Mentler, T., ... Schweiger, U. (2015). Development and psychometric evaluation of the Interactive Test of Interpersonal Behavior (ITIB): A pilot study examining interpersonal deficits in chronic depression. *Scandinavian Journal of Psychology*.
- Ludwig, T., Reuter, C., Siebigteroth, T., & Pipek, V. (2015). CrowdMonitor: Mobile Crowd Sensing for Assessing Physical and Digital Activities of Citizens during Emergencies. In *Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)*. Seoul, Korea: ACM Press.
- Nestler, S., & Klinker, G. (2009). Mobile computing in mass casualty incidents (MCIs). *Workshop Mobile Informationstechnologien Mobiles Computing in Der Medizin MoCoMed 2009*, 1–15.
- Reuter, C., & Ludwig, T. (2013). Anforderungen und technische Konzepte der Krisenkommunikation bei Stromausfall. In M. Hornbach (Ed.), *Informatik 2013 - Informatik angepasst an Mensch*,

Organisation und Umwelt (pp. 1604–1618). Koblenz, Germany: GI-Edition-Lecture Notes in Informatics (LNI).

Reuter, C., Ludwig, T., & Pipek, V. (2014). Ad Hoc Participation in Situation Assessment: Supporting Mobile Collaboration in Emergencies. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (ToCHI)*, 21(5).

Reuter, C., Ludwig, T., Pipek, V., Herczeg, M., Mentler, T., Nestler, S., & Sautter, J. (2014). Editorial: Mensch-Computer-Interaktion und Social Computing in Krisensituationen. In M. Koch, A. Butz, & J. Schlichter (Eds.), *Workshop-Proceedings der Tagung Mensch & Computer 2014* (pp. 101–104). München, Germany: Oldenbourg-Verlag.

Sautter, J., Roßnagel, H., Kurowski, S., Engelbach, W., & Zibuschka, J. (2012). Interoperability for Information Systems in Public Urban Transport Security: The SECUR-ED Interoperability Notation. In *Proceedings of the Information Systems for Crisis Response and Management (ISCRAM)*. Vancouver, Canada.

Nutzeranforderungen eines Systems zur automatischen Helferbereitstellung

Henrik Detjen, Stefan Geisler, Gerd Bumiller

Institut für Informatik, Hochschule Ruhr-West

Zusammenfassung

Bei Großschadensereignissen kann es durch die Vielzahl der Alarme dazu kommen, dass die verfügbaren Rettungskräfte nicht mehr ausreichen, um die anfallenden Aufgaben zu bewältigen oder Hilfsfristen einzuhalten. Die vorliegende Arbeit beschreibt einen Ansatz, sich zusätzlicher Hilfe aus der Bevölkerung zu bedienen, die über einen Disponenten aus der vorhandenen Leitstelle koordiniert wird. Dabei stehen nicht spontan organisierte Helfer im Vordergrund, sondern Personen, die sich vorab mit einem klaren Fertigungsprofil und ggf. auch Ausstattung im System registriert haben. Besondere Anforderungen entstehen bei den Disponenten der Leitstelle, deren Mehrbelastung durch das neue System gering zu halten ist, als auch bei den freiwilligen Helfern, die über eine App auf dem Mobiltelefon alarmiert werden und auch darüber die Kommunikation führen sollen. Die Anforderungen beeinflussen sowohl die System-Infrastruktur als auch die Benutzerschnittstelle.

1 Einleitung

Das hier vorgestellte Projekt „Automatisiertes Helferangebot bei Großschadensereignissen“ (AHA) wird in Kooperation der Hochschule Ruhr-West, der Fachhochschule für öffentliche Verwaltung Duisburg, der Universität Duisburg-Essen, der Firma CKS Systeme GmbH und des Instituts für Rettungstechnik (IFR) Dortmund durchgeführt.

Durch Analysen vergangener Großschadensereignisse in Vorbereitung dieses Projektes wurde festgestellt, dass die Ressourcen der Rettungskräfte in besonderen Fällen nicht mehr ausreichen, um die Anzahl der anfallenden Rettungs- und Sicherungsaufgaben in angemessener Zeit zu erledigen. Es kann überregional Hilfe angefordert werden, doch auch diese steht bei Großschadenslagen häufig nicht zur Verfügung. Das Ziel des Projektes ist es zusätzliches, qualifiziertes Potential aus der Bevölkerung zu mobilisieren und den Disponenten nutzbar zu machen. Zusätzliche Helfer aus der Region und technische Hilfsmittel werden zu diesem Zweck erfasst, überprüft und registriert, sodass im Notfall darauf zurückgegriffen werden kann. Über eine mobile App können Standort und Verfügbarkeit ermittelt werden

und somit als Entscheidungskriterium verwendet werden. Die Entscheidung über den Einsatz der Helfer selbst erfolgt nicht automatisiert, sondern durch den Disponenten.

Durch die Möglichkeit, im Fall von Großschadensereignissen schnell zusätzliche, qualifizierte Ressourcen zur Verfügung zu stellen, soll AHA zu einer wesentlichen Verkürzung der Hilfsfrist beitragen. Dabei ist die Realisierung niedriger Investitions- und Betriebskosten ein zentrales Ziel, ebenso wie die Einhaltung der Persönlichkeitsrechte der freiwilligen Helfer.

Im Verlauf werden zunächst einige verwandte Projekte (Kapitel 2) vorgestellt und das AHA-Projekt in diesem Kontext abgegrenzt. Darauf folgt ein Überblick über das Systemkonzept (Kapitel 3) und mögliche Einsatzszenarien (Kapitel 4). Zuletzt werden konzeptionelle Herausforderungen beschrieben (Kapitel 5) und ein kurzer Ausblick gegeben (Kapitel 6).

2 Verwandte Projekte

Vor dem Hintergrund der Jahrhundertflut im Sommer 2013 entstand das Projekt „Hands2Help“ (Hofmann et al. 2014). Ziel ist es hier die eher unkoordinierte freiwillige Hilfe durch eine mobile App zu organisieren. Einer virtuellen Pinnwand gleich, können Aufgaben ins System eingetragen werden und von (ad-hoc) registrierten Helfern übernommen werden. Ein Vermittlungsalgorithmus berücksichtigt dabei die Nähe zum Einsatzort per GPS und die Eignung für den Einsatz, z.B. benötigte Hilfsmittel wie Schaufeln. So sollen Hilfswillige an den richtigen Ort zur richtigen Zeit vermittelt werden, um die Effizienz der Hilfe insgesamt zu erhöhen. Außerdem bestehen Schnittstellen für Leitstellen, die es ermöglichen mit den Helfern vor Ort zu kommunizieren und diesen weitere Informationen zu ihrem Einsatz zukommen zu lassen oder Informationen abzufragen.

Das Projekt „United Hatzalah“¹ (Chan et al. 2007) unterstützt medizinische Einsatzkräfte bei lebensrettenden Maßnahmen. Mit mehr als 2500 Helfern ist es die größte, unabhängige Freiwilligenorganisation Israels in diesem Bereich. Der Kern ist eine mobile Anwendung mit dem sogenannten „LifeCompass system“: Im System eingehende Notfälle werden durch den Einsatz von GPS-Technologie an in der Nähe befindliche Helfer weitergeleitet. Davon rückt dann der Qualifizierteste aus. Es haben sich im Laufe der Zeit sogar eigene kleine Leitstellen entwickelt, die die Freiwilligen und deren Hilfsmittel koordinieren. Zu den Hilfsmitteln zählen Defibrillatoren, Motorroller mit medizinischer Ausrüstung, aber auch komplett ausgestattete Krankenwagen. Die durchschnittliche Hilfsfrist liegt nach Eigenangaben bei 3,5 Minuten.

Ein ähnliches Projekt gibt es in Deutschland unter dem Namen „Mobile Retter“². Hier werden ebenfalls medizinische Notfälle durch freiwillige Helfer unterstützt. Sobald ein Notfall im System eingeht, werden die im System erfassten Helfer in der Nähe kontaktiert und her-

¹ <https://israelrescue.org/about-us.php>

² <http://www.mobile-retter.de/>

angezogen. Das Projekt ist 2013 in die Probephase gegangen und derzeit sind bereits über 400 Freiwillige registriert. Mit der Anmeldung bekommt der Helfer einen Termin für ein Seminar beim Mobile Retter e.V., im Zuge dessen eine Ausbildung für die Nutzung des Systems durchgeführt wird.

Verschiedene andere Projekte und spontane Aktionen verfolgen einen kollaborativen Ansatz, teils über soziale Netzwerke. Hierbei ist es jedoch schwierig, einen Gesamteindruck der Situation zu erhalten und die verfügbaren Kräfte optimal einzusetzen, so dass viel Potenzial ungenutzt bleibt bzw. an anderen Orten Fähigkeiten fehlen. Ein umfassender Überblick zu dieser Thematik wird in (Reuter et al. 2014) sowie zu den Herausforderungen in (Kaufhold & Reuter 2014) gegeben.

In den eben beschriebenen Ansätzen lassen sich zwei übergeordnete Motive ausmachen:

- Die Verkürzung der Hilfsfrist im medizinischen Notfall.
- Die Entlastung der Rettungskräfte beim Großschadensereignis.

Die Ziele des AHA-Projektes sind denen der genannten Projekte ähnlich, eine Verkürzung der Hilfsfrist, aber nicht nur im medizinischen Bereich. Jedoch soll die Hilfe besser koordiniert werden, als in reinen Community-basierten Ansätzen, damit das Hilfspotenzial zielgerichtet eingesetzt werden kann. Hierzu sollen die üblichen Leitstellen, etwa der Feuerwehren, die zentrale Koordination auch für die freiwilligen Helfer übernehmen. Daher ist das Ziel von AHA die Integration in bestehende Systeme und Prozesse. Dabei ist zu untersuchen, wie über einen längeren Zeitraum freiwillige Personen zur Teilnahme motiviert werden können, wie deren Erreichbarkeit unter Beachtung von Datenschutzanforderungen zu gewährleisten ist und wie die Disponenten diese zusätzlichen Ressourcen in Stresssituationen mit möglichst geringerer zusätzlicher Belastung einbeziehen können. Nicht im Fokus des Projektes sind sich spontan bildende Helfergruppen, sondern ausschließlich vorregistrierte Personen.

3 Ansatz

Die Umsetzung des AHA-Projekts wird auf zwei Seiten erfolgen. Zum einen muss ein System auf Seite der Disponenten in den Leitstellen entwickelt werden, welches Informationen über zusätzliche Helfer empfängt, verarbeitet und weiterleitet. Dieses muss entsprechende Schnittstellen zur Integration in die Leitstellensoftware bereitstellen. Zum anderen muss ein System für die Helfer entwickelt werden, das Informationen an die Leitstellen übermittelt. Hierfür eignet sich, aufgrund der hohen Verbreitung und der potentiell hohen Erreichbarkeit, der Einsatz auf mobilen Endgeräten.

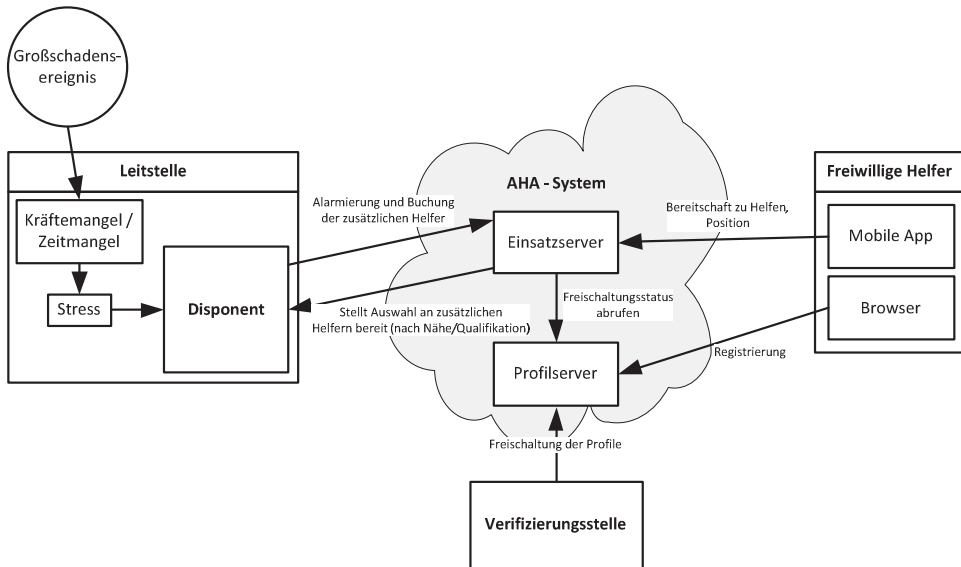


Abbildung 1: Überblicksskizze AHA-Projekt

Abbildung 1 zeigt überblicksartig eine Entwurfsskizze: Bei einem Großschadensereignis stehen in der Leitstelle oft nicht genug Kräfte zur Verfügung und es tauchen gleichzeitig viele kritische Einsätze auf. Dies hat zur Folge, dass die Disponenten unter einem besonders hohen Druck stehen. Das AHA-System soll den Disponenten entlasten und zusätzliche Kräfte in Form von freiwilligen Helfern bereitstellen. Diese sollen sich im Vorhinein über eine Webseite registrieren. Dabei werden persönliche Daten, Qualifikationen, sowie mögliche Hilfsmittel erfasst. Eine Verifizierungsstelle prüft die Angaben der Helfer auf Richtigkeit. Details zur Verifizierungsstelle werden im weiteren Verlauf des Projektes erarbeitet: Dazu gehören neben technischen Aspekten auch rechtliche, organisatorische und finanzielle Rahmenbedingungen. Es ist ebenfalls darauf zu achten, dass keine Motivationshürde bei potenziellen freiwilligen Helfern aufgebaut wird.

Durch die Trennung von Profil- und Einsatzserver wird die Sicherheit der persönlichen Daten erhöht, denn auf dem Einsatzserver befinden sich nur die für einen Einsatz relevanten Daten: Qualifikation und Hilfsmittel – gekoppelt an ein Pseudonym. Kommt es zu einem Einsatz, kann der Disponent in seinem Leistellensystem die in der Nähe befindlichen und für den Einsatz geeigneten Helfer einsehen, alarmieren und den Geeignetsten auswählen.

Der Bereitschaftsstatus eines Helfers muss „verfügbar“ sein, damit er im System berücksichtigt wird. Kommt ein Einsatz beim Disponenten an, werden erste Anfragen im Hintergrund an die Mobilgeräte der Helfer gesendet und deren Positionen ermittelt. Diejenigen, die sich in Reichweite zum Einsatzort befinden, werden dem Disponenten dann vorgeschlagen. Wählt dieser einen Helfer aus, bekommt er eine Push-Nachricht auf sein Mobilgerät. Darin wird der Einsatz abstrakt beschrieben (Art und Nähe). Bei Annahme des Einsatzes, werden

genauere Information bereitgestellt und eine Route zum Einsatzort vorgeschlagen. Zur Zeit sind noch alternative Alarmierungskonzepte in Arbeit, wie z.B. eine an Einsatzlagen oder Auslastung gekoppelte Alarmierung, bei der ein Helfer seinen tatsächlichen Bereitschaftsstatus ab einer bestimmten Auslastung erneut bestätigen muss. Der Trade-Off besteht hierbei zwischen Unsicherheit beim Disponenten (Ablehnungsquote) und Toleranz beim Nutzer (Anzahl der Bereitschaftsabfragen). Hier sollen unterschiedliche Konzepte getestet werden.

4 Szenarien

Das IFR hat in Zusammenarbeit mit der Feuerwehr Dortmund zwei mögliche Einsatzszenarien für das System definiert. Diese werden im Folgenden verkürzt dargestellt.

Szenario Großschadensereignis:

In Dortmund wütet über Tage ein Unwetter, vergleichbar Kyrill 2007. Es kommt in sehr kurzer Zeit zu fast 2000 Notrufen. In einem Industriegebiet, das an ein Wohngebiet angrenzt, brennt nach einem Blitzeinschlag eine Werkhalle. Das Feuer breitet sich schnell aus und wird durch Windböen angefacht. Gleichzeitig kommt es auf einer Bundesstraße zu einem Autounfall mit Verletzten, die von einem Baum eingeklemmt werden. Durch diese beiden Ereignisse sind alle Mitarbeiter und Fahrzeuge der Feuerwehr, des THWs und des Rettungsdienstes im Einsatz.

Fast zur gleichen Zeit gehen mehrere Notrufe von Anwohnern ein, deren Zufahrtsweg durch einen umgefallenen Baum blockiert wird. Im AHA-System sind Personen registriert, die bereit sind ihre stark motorisierten Fahrzeuge, z.B. Traktoren, der Feuerwehr leihweise bereit zu stellen. Diese Maschinen werden den Disponenten als verfügbare Ressourcen vorgeschlagen und können beim Besitzer anfragt werden. Mit Hilfe einer bereitgestellten Maschine kann die Feuerwehr den Baum zeitnah von der Straße räumen.

In der Innenstadt sind durch Starkregen mehrere Keller vollgelaufen, entsprechende Notrufe gehen ein. Das AHA-System schlägt mehrere Tauchpumpen vor, bei deren Auswahl die Besitzer alarmiert werden, um diese zum Einsatzort zu bringen.

Zusätzlich sind im AHA-System mehrere „Erkunder“ registriert, welche bei nicht-medizinischen Notfällen aktiv werden. Sie fahren Notrufe ab, bei denen es sich um umgefallene Bäume oder ähnliches handelt und teilen der Leitstelle mit, ob ein Eingreifen der Feuerwehr weiterhin notwendig ist. Wenn z.B. durch nachbarschaftliche Hilfe ein Baum bereits geräumt wurde, können so Leerfahrten der Einsatzkräfte vermieden werden.

Szenario Medizinischer Notfall:

Im Autobahnkreuz Dortmund-Mengede, einer Schnittstelle zwischen A2 und A45, kommt es zu einem Verkehrsunfall zwischen einem vollbesetzten Reisebus und einem Gefahrguttransporter. Es gibt über 50 Verletzte und es läuft ein Einsatz zur ABC-Gefahrenabwehr an. In sehr kurzer Zeit sind große Teile des Dortmunder Rettungsdienstes im Einsatz. In das Einsatzkonzept sind auch Einheiten der Freiwilligen Feuerwehr, für die medizinische Erst-

versorgung, und Rettungsdienste umliegender Regionen eingebunden. Für weite Teile des Stadtgebiets ist es absehbar, dass eingehende Notfälle nicht in der Hilfsfrist von 8 Minuten erreicht werden können. In der Leitstelle der Feuerwehr Dortmund gehen täglich 300 Notfälle ein, von denen ca. 20% einen Notarzt-Einsatz begründen. Paralleleinsätze zum Autobahneinsatz sind zu erwarten.

Bei einem Notruf aus dem Ortsteil Höchsten wird gemeldet, dass ein Familienangehöriger mit einem Herz-Kreislauf-Stillstand zusammengebrochen ist. Der nächste Rettungswagen aus der Stadtmitte hat eine Anfahrtszeit von ca. 19 Minuten. Im AHA-System sind der Feuerwehrmann X, der nach Alarmierung seines Löschzuges nicht rechtzeitig ausrücken konnte, und die Intensivpflegerin Y, die Urlaub hat und bei der Gartenarbeit ist, registriert. Beide sind nur wenige hundert Meter entfernt von der Notrufadresse und werden dem Disponenten vom AHA-System zusätzlich zum Rettungswagen und Notarzt vorgeschlagen. Dieser alarmiert beide zusätzlichen Helfer, welche dann drei Minuten später am Unfallort eintreffen und mit Wiederbelebungsmaßnahmen beginnen. Nach weiteren 15 Minuten wird der Patient mit regelmäßigem Eigenpuls dem Notarzt übergeben.

5 Herausforderungen

In diesem Kapitel werden auszugsweise die bei der Konzeption aufgetretenen Herausforderungen verschiedener Projektbereiche geschildert und diskutiert.

Rechtssicherheit: Da das AHA-System von der Feuerwehr, also einer staatlichen Organisation, einen Auftrag an den Bürger sendet, gilt es hier zu untersuchen, wie das Haftungsverhältnis zwischen den beiden Parteien im Einsatzfall ausgestaltet ist.

Persönlichkeitsrechte: Bei der Registrierung und im Einsatzbetrieb müssen stets die Persönlichkeitsrechte der freiwilligen Helfer gewahrt werden. Die konzeptionelle Trennung von Profil- und Einsatzserver garantiert, dass der Disponent keinen Zugriff auf persönliche Daten des Helfers erhält, sondern nur auf Grundlage von Qualifikation und Einsatznähe entscheidet. Alle Verbindungen sollen nach aktuellen Standards verschlüsselt werden.

Technische Herausforderungen: Neben der Zuverlässigkeit des Systems ist vor allem die Genauigkeit der GPS-Lokalisierung für dessen Erfolg verantwortlich. Positionswerte müssen präzise von der Leitstelle ermittelt werden können. Dabei muss untersucht werden, inwiefern die Genauigkeit und Aktualität der Ortung den Energieverbrauch der mobilen App erhöhen.

Nutzungsmotivation: Um das Ziel einer langfristigen Nutzung durch sowohl Disponenten als auch freiwillige Helfer zu erreichen, soll untersucht werden, welche Faktoren den Helfer dazu bewegen sich zu registrieren und welche motivieren die App auch über einen längerfristigen Zeitraum zu nutzen. Hier ist außerdem die Frage offen, inwiefern es sinnvoll ist die mobile App für den Helfer um Mehrwertfunktion, wie Austauschforen, Belohnungssysteme, Newsletter, etc. zu erweitern. Zur Technikakzeptanz mobiler Systeme siehe etwa (Verkasalo et al. 2010).

Ebenso sollen Disponenten befragt werden, was sie dazu motivieren würde das AHA-System zu nutzen und wie sie sich eine Integration vorstellen würden, so dass diese ihren Anforderungen genügt und insbesondere in den stressigen Situationen eines Großschadensereignisses effizient und sicher genutzt werden kann. Zu den besonderen Anforderungen sei auf (Hagemann et al. 2011) verwiesen.

Benutzerschnittstellen auf Seite des freiwilligen Helfers: Zu betrachten sind die Phasen der Registrierung und der regelmäßigen Nutzung. Während erstere über eine Webseite erfolgt, werden die Einsatz-relevanten Informationen über eine mobile App kommuniziert. Diese soll die Bereitschaft und Position übermitteln. Die Herausforderung besteht hier darin, eine gut bedienbare Oberfläche zur Definition individueller Bereitschaftsregeln und zur Kommunikation im Einsatzfall zu definieren. Bereitschaftsregeln sind dabei orts-, zeit- oder terminabhängig.

Benutzerschnittstelle auf Seiten des Disponenten: Diese muss sich zum einen nahtlos in die gewohnte Umgebung der Leitstelle eingliedern, darf andererseits jedoch keine bestehenden Schwachpunkte übernehmen, hier muss eine detaillierte Usability-Untersuchung erfolgen. Die Anzahl der zur Verfügung gestellten Helfer muss überschaubar sein, um den Disponenten nicht zu überfordern, ihm aber gleichzeitig eine angemessen große Auswahl geben. Die Visualisierung jener Auswahl kann entweder als Liste oder als interaktive Karte erfolgen. Hier ist ebenfalls zu untersuchen, welche Darstellung unter Stress besser zu bedienen ist, denn es ist zu bedenken, dass hier in schwierigsten Situationen zusätzliche Aufmerksamkeit gefordert wird. Human Factors Fragestellungen sind dabei Bestandteil des AHA-Projektes, ziehen aber auch bisherige Arbeiten in Betracht, etwa (Danielsson & Alm 2012).

Usability Tests: Das Testen von Benutzerschnittstellen für Systeme zum Einsatz in Krisensituationen stellt eine besondere Herausforderung dar (Nestler 2014). Für das AHA-Projekt sind geeignete Methoden sowohl für die Seite der freiwilligen Helfer als auch der Disponenten zu finden und umzusetzen.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Durch das AHA-Projekt sollen verschiedene Ansätze zur Unterstützung von Rettungskräften kombiniert und in ein bestehendes Leitstellensystem integriert werden. Ziel ist es den Disponenten zu entlasten. Zum Einsatz kommen soll das System vor allem, wenn die regulären Ressourcen knapp werden. Mögliche Einsatzszenarien sind medizinische Hilfeleistungen durch Freiwillige in der direkten Unfallumgebung, technische Hilfeleistung durch das Bereitstellen von Werkzeugen und Fahrzeugen oder das „Erkunden“, d.h. die Überprüfung von Unfallschäden, um ggf. Leerfahrten zu vermeiden. Bis zur Fertigstellung eines Demonstrators sind vor allem noch Fragen der Rechtssicherheit von Kommunen und Helfern, der persönlichen Rechte der Helfer und deren Motivation zu klären. Auf technischer Seite müssen Untersuchungen zur Ortungsqualität und zum Energieverbrauch durchgeführt werden. Außerdem muss das Design der Benutzerschnittstellen für Helfer und Disponent entwickelt werden - unter Berücksichtigung von Usability-Kriterien und Tests in den möglichen Einsatzszenari-

en. Dabei ist in der Leitstelle zu beachten, dass die zusätzliche Arbeitsbelastung möglichst gering ausfällt. Die freiwilligen Helfer müssen über einen längeren Zeitraum motiviert werden und mittels einer App im Einsatzfall gut informiert werden, aber auch bequem, idealerweise automatisiert, ihren Bereitschaftsstatus wechseln können.

Danksagung

Das Forschungsprojekt AHA wird im Rahmen des Programmes „Forschung für die zivile Sicherheit, Bekanntmachung Zivile Sicherheit – Schutz und Rettung bei komplexen Einsatzlagen“ durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Kennzeichen 13N13220 gefördert.

Literaturverzeichnis

- Chan, T., Braitberg, G., Elbaum, D., & Taylor, D. M. (2007). *Hatzolah emergency medical responder service: to save a life*. Medical journal of Australia, 186(12), 639.
- Danielsson, M., & Alm, H. (2012). Usability and decision support systems in emergency management. *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 41, 3455-3458.
- Hagemann, V., Kluge, A., & Ritzmann, S. (2011). High Responsibility Teams-Eine systematische Analyse von Teamarbeitskontexten für einen effektiven Kompetenzerwerb. *Journal Psychologie des Alltagshandelns*, 4(1), 22-42.
- Hofmann, M., Betke, H., & Sackmann, S. (2014). *Hands2Help-Ein App-basiertes Konzept zur Koordination Freiwilliger Helfer*. Themenschwerpunkt: Krisenmanagement Gastherausgeber: Volkmar Pipek und Christian Reuter, 13(1), 36.
- Kaufhold, M. A., & Reuter, C. (2014). Vernetzte Selbsthilfe in Sozialen Medien am Beispiel des Hochwassers 2013. *Themenschwerpunkt: Krisenmanagement Gastherausgeber: Volkmar Pipek und Christian Reuter*, 13(1), 26.
- Nestler, S. (2014). Evaluation der Mensch-Computer-Interaktion in Krisenszenarien. *i-com*, 13(1), 53-62.
- Reuter, C., Ludwig, T., & Pipek, V. (2014). *Ad hoc participation in situation assessment: Supporting mobile collaboration in emergencies*. ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI), 21(5), 26.
- Verkasalo, H., López-Nicolás, C., Molina-Castillo, F. J., & Bouwman, H. (2010). Analysis of users and non-users of smartphone applications. *Telematics and Informatics*, 27(3), 242-255.

Kontaktinformationen

Henrik Detjen, henrik.detjen@hs-ruhrwest.de
 Stefan Geisler, stefan.geisler@hs-ruhrwest.de
 Gerd Bumiller, gerd.bumiller@hs-ruhrwest.de

Public Displays zur Koordinierung ungebundener Helfer in Schadenslagen

Thomas Ludwig, Christoph Kotthaus, Sören van Dongen

Institut für Wirtschaftsinformatik, Universität Siegen

Zusammenfassung

In Schadenslagen sind aktuell eine Vielzahl verschiedener Akteure wie beispielsweise BOS, Betroffene aus der Bevölkerung oder aber freiwillige ungebundene Helfer beteiligt. Eine funktionierende Kooperation zwischen allen Beteiligten ist ein wesentlicher Aspekt einer effektiven Krisenbewältigung – vor allem in lang andauernden Einsatzlagen. Die Bevölkerung nimmt aktuell zum einen digitale Aktivitäten, wie das Bereitstellen relevanter Informationen über soziale Medien, aber auch physische Aktivitäten vor Ort, wie das Füllen von Sandsäcken, wahr. Seitens der Bevölkerung existieren dabei verschiedene Probleme, wie eine Informationsunterversorgung oder eine fehlende Ortskenntnis bei anreisenden ungebundenen Helfern sowie die dadurch resultierende Über- und Unterbesetzung an bestimmten Orten. Dieser Beitrag diskutiert deshalb den Einsatz von Public Displays in Schadenslagen zur Adressierung dieser Probleme und zeigt erste Ansätze und Ideen zur Koordinierung von ungebundenen Helfern auf.

1 Einleitung

Im November 2013 kamen beim Taifun Haiyan auf den Philippinen schätzungsweise 10.000 Menschen ums Leben und nahezu eine Millionen Menschen waren gezwungen ihre Häuser zu verlassen. Die großen, weitläufigen Überschwemmungen machten eine schnelle Hilfe aus dem Ausland unmöglich. Ein Jahr früher, im Oktober 2012, verwandelte Hurrikan Sandy die Metropole New York und angrenzende Gebiete in Notstandsgebiete. Menschen starben durch umstürzende Bäume und Stromschläge, mindestens 5,7 Millionen Menschen in elf betroffenen Bundesstaaten waren zeitweise ohne Strom. Solche Großschadenslagen der letzten Jahre zeigen deutlich, dass trotz des voranschreitenden technologischen und wissenschaftlichen Fortschritts, die Bevölkerung mit Krisen und Katastrophen konfrontiert wird.

Bei der Bewältigung solcher Schadensereignisse sind in der Regel eine Vielzahl von Akteuren eingebunden, die sich aus den staatlichen Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS), wie der Polizei, der Feuerwehr, des Katastrophenschutzes, den

privaten, nationalen und internationalen Hilfsorganisationen, sowie Betreibern kritischer Infrastrukturen zusammensetzen. Obwohl die aktuelle Bewältigungsarbeit der BOS in Deutschland sehr gut funktioniert, können im Fall von Großschadenslagen die personellen Kapazitäten an ihre Grenzen stoßen. Dies hat zur Folge, dass Maßnahmen zum Teil nicht schnell genug durchgeführt werden können.

Die Katastrophen der letzten Jahre zeigen eine interessante Entwicklung auf. Neben der durch die professionellen BOS durchgeführte formelle Krisenbewältigung, findet eine durch die betroffenen Bürger vor Ort, sowie durch situativen Altruismus geprägte sonstige Bevölkerung (Dynes, 1994) informelle Krisenbewältigung statt. Solche, durch situativen Altruismus geprägten Freiwilligen, nennt man ungebundene Helfer, die definiert sind als nicht betroffene Bürger, die eigenständig aus dem Bedürfnis heraus anderen in einer Notlage zu helfen aktiv werden und keine Mitglieder einer Organisation des Katastrophenschutzes sind. „Ihre Hilfeleistung findet gemeinwohlorientiert und unentgeltlich und im Rahmen ihrer eigenen Möglichkeiten statt. Sie wird in der Regel außerhalb ihres unmittelbaren räumlichen wie sozialen Umfelds erbracht. Die HelferInnen mobilisieren sich bzw. koordinieren ihre Hilfstätigkeiten selbstständig und ereignisbezogen, insbesondere über soziale Netzwerke“ (Deutsches Rotes Kreuz, 2013). Die ungebunden Helfer sowie Betroffene aus der Bevölkerung formieren sich und bilden temporäre Organisationen zur Improvisation von Hilfs- und Rettungsaktionen (Wachtendorf & Kendra, 2006).

Obwohl es solche emergenten Hilfsaktivitäten im Krisenmanagement schon immer gab, hat sich durch die Durchdringung unserer Gesellschaft sowohl mit sozialen, als auch mobilen Medien, die Art und Weise verändert, in der diese Aktivitäten vor, während und nach einer Schadenslage kommuniziert werden (Heverin & Zach, 2010). Unter Verwendung von beispielsweise Twitter, Facebook oder Google+ stellen Bürger nun aktiv weitreichende Informationen von vor Ort bereit (Palen & Liu, 2007), um sich tatsächlich vor Ort zu gruppieren und bei der Schadensbewältigung mitzuwirken. Diese Selbsthilfe von Bevölkerung und freiwilligen externen Helfern erlaubt selbstorganisierte Koordination über die sozialen Medien, welche dabei helfen ein breites Spektrum von Anwendungsfeldern abzudecken. Vom Aussprechen von Warnungen, dem Zusammenfinden zu gleichgesinnten Gruppierungen (Reuter et al., 2013), dem Austausch von Hilfsleistungen, bis hin zur lokalen wie externen Koordination umfangreicher Aufgaben (z.B. das Führen von Vermisstenlisten) (Vieweg et al., 2010).

Die schnelle Informationsversorgung stellt alle beteiligten Akteure vor enorme Herausforderungen, denn speziell Großschadenslagen zeichnen sich durch ihre große Unsicherheit bezüglich vorgefallener Ereignisse, sowie eine hohe Intransparenz aus (Friberg et al., 2011). Von Seiten der BOS kann derzeit vor allem zu Beginn einer Schadenslage die Koordination und Kommunikation der Bevölkerung im besten Fall nur rudimentär erwartet werden (Ebert, 2013; Pfeil, 2000), da lokale Einsatzorganisationen an ihre Grenzen stoßen können (Schweer et al., 2014), und die Komplexität und Unvorhersehbarkeit einer Krisensituation selbst von den BOS zunächst den Aufbau der Kommunikationsstruktur vor Ort erfordert. Weitere Probleme sind vor allem, dass eine Vielzahl unterschiedlicher Akteure und Gruppierungen betroffen sind, von denen einige von außerhalb anreisen und somit vorab keine einheitliche gemeinsame Kommunikation etabliert haben (Palen et al., 2010).

Innerhalb dieses Beitrages stellen wir Public Displays als technische Möglichkeit zur Informationsverteilung und somit zur Koordinierung solcher Akteure in Schadenslagen vor.

2 Kommunikation zwischen BOS und Bevölkerung

Eine funktionierende Kommunikation und Kooperation zwischen allen Betroffenen, Opfern sowie ungebundenen Helfern, ist ein wichtiger Bereich zur effektiven Krisenbewältigung – vor allem in großflächigen und langandauernden Schadenslagen. Doch der klassische Ablauf der Informationsvermittlung als Teil der Krisenkommunikation, wie er in der Vergangenheit stattgefunden hat – von BOS über die öffentlichen Medien hin zur Öffentlichkeit – als zentral gesteuerter Prozess, ist im Rahmen der immer stärkeren sozialen Vernetzung nicht mehr zeitgemäß (Palen et al., 2007). Die Vergangenheit hat gezeigt, dass trotz etablierter Krisenbewältigungsstrukturen, die Kommunikation zwischen Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben sowie der betroffenen Bevölkerung im Vorfeld einer Krise häufig bei der Bevölkerung nicht in gewünschtem Maße ankommt (Lorenz, 2010).

Die Selbsthilfe der betroffenen oder die Hilfe der freiwillig helfenden Bevölkerung in Schadenslagen wird aus professioneller Sicht unterschiedlich bewertet. Zum einen bestehen Vorurteile über die Selbsthilfefähigkeit der Bürger und dem konstruktiven Umgang mit der Situation (Helsloot & Ruitenbergh, 2004), zum anderen existieren Erfahrungen, die bereits gezeigt haben, dass sich die Helfer selbst in Gefahren bringen können (Deutsches Rotes Kreuz, 2015). Vor allem bei wenig vorangegangener Zusammenarbeit mit ungebundenen Helfern wird die Hilfe kritisch betrachtet (Pfeil, 2000; Steinmüller et al., 2012). Dementsprechend wurden wenige Anstrengungen von behördlicher Seite unternommen, die Bevölkerung in die Planung zur und der Krisenbewältigung selbst miteinzubeziehen. Das führte zum Beispiel beim Hochwasserereignis 2013 in Deutschland zu Kommunikationsproblemen zwischen BOS und den ungebundenen Helfern (Ebert, 2013; Mildner, 2013). Freiwillige konnten weder von städtischen Organisationen (Bürgertelefon) noch von Krisenstab oder professionellen Hilfsorganisationen Auskunft darüber erhalten, wo sie sich am besten einbringen können. Ohne geplante Koordination kamen so häufiger Fälle von starker Über- und Unterbesetzung zustande, einhergehend mit Unverständnis und Frustration seitens der ungebundenen Helfer.

Auch im Kontext der neuartigen dezentralen Kommunikation über die sozialen Medien hat sich gezeigt, dass es in verschiedenen Situationen an zentraler und persistenter Kommunikation fehlt, vor allem beim Ausfall der zur Onlinekommunikation notwendigen Infrastrukturen (Ohder et al., 2014). Zentrale Sammelpunkte, Kontaktinformationen, Ansprechpartner zur Aufgabenkoordination, Orientierungspunkte für auswärtige ungebundene Helfer sind Beispiele dafür. Oft mangelt es an geeigneten Schnittstellen zwischen digitalen Helfern und den Helfern tatsächlich vor Ort (Reuter et al., 2013). In Bezug auf eine technische Unterstützung zeigt sich, dass die Kommunikation über soziale Medien zwar unterstützt wird, oftmals jedoch im Kontext der Krise neu erlernt oder aufgebaut werden muss und dass derzeit keine umfassenden Möglichkeiten bestehen, Daten aus sozialen Netzwerken zeitnah aufzubereiten und zu vereinheitlichen (Palen et al., 2010).

Hinzu kommt, dass die Informationen auch bei der Bevölkerung und speziell den Akteuren vor Ort ankommen sollen. Probleme, wie fehlende Ortskenntnis, Sprachbarrieren (beides vor allem im Fall von Tourismus oder Immigration), aber auch eine geringe technische Affinität der Betroffenen, können dem im Wege stehen (Lorenz, 2010; Pfeil, 2000). Daraus lässt sich ableiten, dass es der Bevölkerung bei Eintritt einer Krise vor allem an koordinierenden Informationen mangelt. Dabei soll, wie zuvor beschrieben, im Rahmen der Krisenkommunikation aus Sicht aller beteiligten Gruppen die Korrektheit von Informationen sichergestellt werden, andererseits möchten alle Betroffenen sich selbst artikulieren und wahrgenommen werden.

3 Public Displays

Obwohl bereits Ansätze existieren, um die verschiedenen digitalen sowie physischen Aktivitäten der Bevölkerung in Schadenslagen nachvollziehbar zu machen, z.B. Ludwig et al. (2015) fokussieren solche Ansätze eher auf das Erfassen von Bürgeraktivitäten anstatt auf die Verbreitung koordinierender Informationen an die Bevölkerung vor Ort. Als möglicher Ansatz zur Bereitstellung einer geeigneten Infrastruktur für die Koordinierung ungebundener Helfer sowie deren Informationsversorgung könnten Public Displays eine entscheidende Rolle einnehmen.

Public Displays sind große situierte Bildschirme im öffentlichen Raum, welche Informationen bereitstellen sowie Interaktionen ermöglichen können, wobei verschiedene Infrastrukturen denkbar sind. Angefangen bei isolierten autonomen Systemen (Brignull & Rogers, 2003), über die Bereitstellung von Drahtlosverbindungen im Umkreis des Displays, bis hin zu einer Vernetzung mit dem Internet oder sogar mehreren Displays untereinander (Alt et al., 2011; Redhead & Brereton, 2009). Public Displays sind notwendigerweise standortgebunden und bringen eine sehr starke Verzahnung mit der Örtlichkeit mit sich (Alt et al., 2011). Daher müssen sie stets für den lokalen, sozialen und kulturellen Kontext, in dem sie sich befinden, konzipiert werden (Alt et al., 2011; Davies et al., 2012). Auf der anderen Seite können sie eine Repräsentationsfunktion für die Gemeinschaft vor Ort und eine Zugangsmöglichkeit in diese darstellen (Taylor & Cheverst, 2012). Public Displays können als eine Anlaufstelle für soziale Koordination fungieren und ein gemeinsames Verständnis für den Standort vermitteln (José et al., 2012). Ein großer Vorteil von Public Displays ist ihre Sichtbarkeit (Taylor & Cheverst, 2012), wodurch Aktualisierungen an die Bevölkerung getragen werden können. Diese Sichtbarkeit ergibt nicht nur die Möglichkeit der Schaffung eines Bewusstseins gegenüber gegenwärtigen und in der jüngeren Vergangenheit liegenden Ereignissen (Taylor & Cheverst, 2012), sondern wirkt auch als eine wahrgenommene Offenheit und eine Einladung zur Nutzung (Brignull & Rogers, 2003).

Public Displays ermöglichen das Verwalten von Inhalten. Im Gegensatz zu analogen Schwarzen Brettern können sie die Aktualität von Inhalten gewährleisten (Taylor & Cheverst, 2012). Über längere Zeit hinweg kann sich auf analogen Aushängen eine Vielzahl von Nachrichten sammeln, sodass die Sichtbarkeit der einzelnen Anhänge darunter leidet. Werden Informationen zu einem Ereignis auf einem Display eingetragen, so ist sie auch

nachträglich einsehbar für Personen, die zum Zeitpunkt des Ereignisses nicht vor Ort waren (Taylor & Cheverst, 2012).

4 Public Displays zur Koordinierung ungebundener Helfer in Schadenslagen

Wie können nun Schadenslagen, die Koordinierung von ungebundenen Helfern und Freiwilligen sowie Public Displays zusammenwirken? Bislang fehlt bei realen und digitalen Selbsthilfegemeinschaften oftmals ein zentraler Punkt, von dem ausgehend die Bildung von Strukturen sowie deren Koordinierung erfolgen kann (Reuter et al., 2013). Public Displays, ausgerüstet mit entsprechender Software, könnten diese Problematik adressieren. Angebracht an zentralen Orten – beispielsweise an Bahnhöfen – können sie als zentraler Anlaufpunkt für anreisende Helfer und deren Koordination dienen (Alt et al., 2011). Ein Public Display kann dadurch in Schadenslagen eine Vereinheitlichung des Wissens in der temporären Gemeinschaft, sowie gemeinsame Ziele vorantreiben (Redhead & Brereton, 2006).

Die Eignung von Public Displays als technisches Hilfsmittel zur Koordination ungebundener Helfer hängt allerdings stark von der jeweiligen Ausprägungen einer Schadenslage ab. Stromausfälle beeinträchtigen den Betrieb eines Public Displays maßgeblich. Zusätzlich erfordert die Benutzung des Displays und der zugehörigen Applikation eine Vorabplanung, wie die Einführung in der Gemeinschaft ablaufen soll (Cheverst et al., 2008). Eine Eignung zum Einsatz hängt stark der Motivation zur Gemeinschaftsbildung bei den Betroffenen ab. Sind nur wenige Personen betroffen existiert nur ein geringer Kommunikationsbedarf. Je mehr Personen betroffen sind, je mehr Betroffene nicht ortsansässig sind, je unvertrauter die Situation für die Betroffenen ist, je weniger Zeit zur Vorbereitung auf die Situation bleibt, desto eher wird ein Bedarf an Gemeinschaftsbildung zur Krisenbewältigung stattfinden (Quarantelli, 1991), und nur dann ist eine Unterstützung mit technischen Mitteln wie Public Displays überhaupt denkbar. Außerdem muss sowohl Hardware, als auch Software vorab bereits zur Verfügung stehen, um den Einsatz in der Krisensituation zu ermöglichen (Reuter et al., 2014).

Darüber hinaus ist die Dauer der Krisensituation besonders ausschlaggebend für den Einsatz von technologischer Unterstützung. Je kürzer die Wiederherstellungsarbeit oder die Dauer der Involvierung andauert, desto weniger lohnenswert scheint der Einsatz dieser. Nicht nur die Zeit ist eine wichtige Dimension, sondern auch der Ort. Public Displays als ortsgebundenes Mittel sind davon abhängig, ob eine gewisse Form von Zentralität ungebundener Helfer existiert. Da der Vorteil hier primär in Zentralität durch einheitliche Informationsbasis, Kommunikation und Koordination, sowie Gemeinschaftsbildung liegt, so sind stark dezentrale Krisensituationen schwer oder kaum mit einem zentralen System allein zu bewältigen (Reuter et al., 2014).

Das Konzept sieht vor, dass in einer Krisensituation ein Public Display an einem zentralen Ort (z.B. Bahnhof, Rathaus, Einkaufszentrum, etc.) aufgestellt wird, mit dem Ziel, betroffenen Bürgern und ungebundenen Helfern als zentrale Informations- und

Austauschplattform zu dienen. So soll bei der Koordination vor Ort durch Etablierung von Kommunikation der Betroffenen der Krise untereinander, aber auch als Orientierung vor Ort für ungebundene Helfer, die nach Krisenbeginn anreisen, sowie die Versorgung mit aktuellen Informationen für alle Interessenten erfolgen. So könnten beispielsweise über Public Displays jeder Nachrichten, wie Warnungen oder Mobilisierungsaufrufe, aus sozialen Medien mitbekommen, ohne jedoch selbst einen Account dieser Netzwerke zu besitzen. Es soll ein stärkeres Bewusstsein für andere Personen vor Ort geschaffen werden (Hosio et al., 2010). Umfassende Kommunikation soll so schneller etabliert, unbeteiligte Personen leichter eingebunden oder auch erst zur Mithilfe motiviert werden.

Darzustellende Informationen für das Display sollen dabei hauptsächlich von der Bevölkerung selbst zur Verfügung gestellt werden und vor allem Hilfsnachfragen umfassen, d.h. wo werden aktuell vor Ort wie viele Helfer benötigt? Gleichzeitig sollte eine Anwendung die Verbreitung von Neuigkeiten zum aktuellen Schadensereignis ermöglichen. Diese sollen folglich dazu motiviert werden, ihnen bekannte krisenrelevante Informationen für andere Betroffene oder Helfer sichtbar zu machen. Die Interaktion zum Teilen von Inhalten soll indirekt über mobile Geräte der Bürger erfolgen, da diese mit der Bedienung bereits vertraut sind und das Teilen von multimedialen Inhalten einfacher möglich ist (Alt et al., 2011). Ein weiterer Grund für die Erstellung von Inhalten über mobile Geräte anstatt direkt am Display ist, dass die Erstellung von Inhalten eine längere Zeit in Anspruch nimmt, während der die Informationsdarstellung nicht oder nur teilweise erfolgen könnte, zudem würde das Display in dieser Zeit blockiert.

Interaktion mit dem Display selbst soll auch erfolgen, um auf den verfügbaren angezeigten wie auch aktuell nicht angezeigten Informationen suchen und navigieren zu können. Interaktionen über ein Touch-Display entspricht hier am stärksten den Erwartungen der Nutzer und die Möglichkeit zur manuellen Navigation ist einer der Hauptvorteile eines Displays gegenüber nicht-digitalen Entsprechungen (Alt et al., 2013). Gleichmaßen soll der Datentransfer auch vom Display an mobile Geräte möglich sein, sodass die „Mitnahme von Inhalten“ möglich ist. Der Ansatz den Transfer von Informationen zwischen Geräten in einem lokalen Netzwerk durchzuführen ermöglicht dann die Nutzung von Informationen auch ohne Verfügbarkeit von Telefon- bzw. Internetinfrastruktur.

5 Zusammenfassung & Ausblick

Die Informationsversorgung der freiwilligen Bevölkerung, die fehlenden Ortskenntnisse ungebundener Helfer sowie fehlende gemeinsame Kommunikationsinfrastrukturen sind nach wie vor enorme Herausforderungen innerhalb von Schadenslagen. Dieser Beitrag diskutierte den Einsatz von Public Displays in Schadenslagen, um die vorliegende organisatorischen oder technischen Trennung verschiedener Akteursgruppen (BOS, ehrenamtliche Kräfte, Betroffene, ungebundene Helfer) aufzubrechen, sodass gemeinsame Kommunikationskanäle gefördert werden (Schweer et al., 2014). Dimensionen eines Einsatzes liegen dabei vor allem in dem Bedarf an einer Gemeinschaftsbildung, der Dauer einer Schadenslage sowie der Ort bzw. die Zentralität des Ereignisses. Auf Basis dieser Dimensionen wurde ein erstes

Interaktionskonzept für die Koordinierung ungebundener Helfer skizziert. Als nächster Schritt ist die Verfeinerung des technischen Konzeptes, sowie die Implementierung und Evaluierung eines ersten Demonstrators vorgesehen.

Danksagung

Die Forschungsarbeiten wurden im Rahmen des Verbundprojektes KOKOS durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (Fö.-Kz. 13N13559) unterstützt.

Literaturverzeichnis

- Alt, F., Kubitz, T., Bial, D., Zaidan, F., Ortel, M., Zurmaar, B., ... Schmidt, A. (2011). Digifieds : Insights into Deploying Digital Public Notice Areas in the Wild. Adjunct Proceedings of the 9th International Conference on Pervasive Computing, 165–174. doi:10.1145/2107596.2107618
- Alt, F., Memarovic, N., Elhart, I., Bial, D., Schmidt, A., Langheinrich, M., ... Scipioni, M. P. (2011). Designing shared public display networks - Implications from today's paper-based notice areas. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 6696 LNCS, 258–275. doi:10.1007/978-3-642-21726-5_17
- Brignull, H., & Rogers, Y. (2003). Enticing People to Interact with Large Public Displays in Public Spaces. In M. Rauterberg, M. Menozzi, & J. Wesson (Eds.), INTERACT (pp. 17–24). IOS Press. doi:10.1.1.129.603
- Cheverst, K., Taylor, N., Rouncefield, M., Galani, A., & Kray, C. (2008). The challenge of evaluating situated display based technology interventions designed to foster “sense of community.” CEUR Workshop Proceedings, 393, 1–5.
- Davies, N., Langheinrich, M., José, R., & Schmidt, A. (2012). Open display networks: A communications medium for the 21st century. *Computer*, 45(1), 58–64. doi:10.1109/MC.2012.114
- Deutsches Rotes Kreuz. (2013). DRK-Untersuchung zur Rolle von ungebundenen HelferInnen und Sozialen Netzwerken bei der Bewältigung des Jahrhunderthochwassers im Juni 2013. Retrieved from http://www.b-b-e.de/fileadmin/inhalte/aktuelles/2013/10/NL22_DRK_Definition.pdf
- Deutsches Rotes Kreuz. (2015). Die Rolle von ungebundenen HelferInnen bei der Bewältigung von Schadensereignissen - Teil 2. Schriften der Sicherheitsforschung Band 1.
- Dynes, R. R. (1994). *Situational Altruism: Toward an Explanation of Pathologies in Disaster Assistance*. University of Delaware.
- Ebert, O. (2013). BBE-Newsletter 18/2013 - Hoher Pegelstand fürs Engagement?! Erfahrungen der Freiwilligenagentur Halle (Saale) bei der Fluthilfe, pp. 1–8.
- Friberg, T., Prödel, S., & Koch, R. (2011). Information Quality Criteria and their Importance for Experts in Crisis Situations. In *Proceedings of the Information Systems for Crisis Response and Management (ISCRAM)*. Lisbon, Portugal.
- Helsloot, I., & Ruitenberg, A. (2004). Citizen Response to Disasters: A Survey of Literature and Some Practical Implications. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 12, 98–111. doi:10.1111/j.0966-0879.2004.00440.x

- Heverin, T., & Zach, L. (2010). Microblogging for Crisis Communication: Examination of Twitter Use in Response to a 2009 Violent Crisis in the Seattle-Tacoma, Washington Area. In Proceedings of the 7th International ISCRAM Conference.
- Hosio, S., Jurmu, M., Kukka, H., Riekk, J., & Ojala, T. (2010). Supporting distributed private and public user interfaces in urban environments. Eleventh Workshop on Mobile Computing Systems & Applications (HotMobile'10), 25–30. doi:10.1145/1734583.1734590
- José, R., Pinto, H., Silva, B., Melro, A., & Rodrigues, H. (2012). Beyond interaction: Tools and practices for situated publication in display networks. Proceedings of the 2012 International Symposium on Pervasive Displays - PerDis '12, 1–6. doi:10.1145/2307798.2307806
- Lorenz, D. F. (2010). Kritische Infrastrukturen aus Sicht der Bevölkerung. Schriftenreihe Sicherheit Nr. 3. Berlin: Forschungsforum Öffentliche Sicherheit.
- Ludwig, T., Reuter, C., Siebigtheroth, T., & Pipek, V. (2015). CrowdMonitor: Mobile Crowd Sensing for Assessing Physical and Digital Activities of Citizens during Emergencies. In Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI). Seoul, Korea: ACM Press.
- Mildner, S. (2013). Bürgerbeteiligung beim Hochwasserkampf - Chancen und Risiken einer kollaborativen Internetplattform zur Koordination der Gefahrenabwehr. In T. Köhler & N. Kahnwald (Eds.), Online Communities: Enterprise Networks, Open Education and Global Communication 16. Workshop GeNeMe '13 Gemeinschaften in Neuen Medien. Dresden: TUDpress.
- Ohder, C., Röpcke, J., Sticher, B., Geißler, S., & Schweer, B. (2014). Hilfebedarf und Hilfsbereitschaft bei anhaltendem Stromausfall - Die Ergebnisse einer Bürgerbefragung in Berlin. Crisis Prevention, 2, 2014. Retrieved from http://www.kat-leuchtturm.de/assets/content/images/pdfs/Ohder_R%C3%B6pcke_Ergebnisse_einer_B%C3%BCrgerbefragung_in_Berlin.pdf
- Palen, L., Anderson, K. M., Mark, G., Martin, J., Sicker, D., Palmer, M., & Grunwald, D. (2010). A vision for technology-mediated support for public participation & assistance in mass emergencies & disasters. Proceedings of the 2010 ACMBCS Visions of Computer Science Conference, 1–12.
- Palen, L., Hiltz, S. R., & Liu, S. B. (2007). Online forums supporting grassroots participation in emergency preparedness and response. Communications of the ACM, 50, 54. doi:10.1145/1226736.1226766
- Palen, L., & Liu, S. B. (2007). Citizen communications in crisis: anticipating a future of ICT-supported public participation. In Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI). San Jose, USA: ACM Press.
- Pfeil, J. (2000). Maßnahmen des Katastrophenschutzes und Reaktionen der Bürger in Hochwassergebieten. Bonn. Retrieved from www.dkkv.org/de/publications/ressource.asp?ID=78
- Quarantelli, E. L. (1991). Different Types of Disasters And Planning Implications. University of Delaware Disaster Research Center, (September).
- Redhead, F., & Brereton, M. (2006). A qualitative analysis of local community communications. In Proceedings of the 20th conference of the computer-human interaction special interest group (CHISIG) of Australia on Computer-human interaction: design: activities, artefacts and environments - OZCHI '06 (p. 361). ACM Press. doi:10.1145/1228175.1228245
- Redhead, F., & Brereton, M. (2009). Designing interaction for local communications: An urban screen study. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial

- Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 5727 LNCS, 457–460. doi:10.1007/978-3-642-03658-3_49
- Reuter, C., Heger, O., & Pipek, V. (2013). Combining Real and Virtual Volunteers through Social Media. In T. Comes, F. Fiedrich, S. Fortier, J. Geldermann, & T. Müller (Eds.), *Proceedings of the Information Systems for Crisis Response and Management (ISCRAM)* (pp. 780–790). Baden-Baden, Germany.
- Reuter, C., Ludwig, T., & Pipek, V. (2014). Ad Hoc Participation in Situation Assessment: Mobile Collaboration Practices in Emergencies. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)* (to appear), 21(5). doi:10.1145/2651365
- Schweer, B., Ohder, C., Sticher, B., Geißler, S., & Röpcke, J. (2014). *Katastrophenschutz im Umbruch: Ansätze der Bürgeraktivierung und -einbeziehung im internationalen Vergleich - Bericht zum Forschungsprojekt "Katastrophenschutz-Leuchttürme als Anlaufstelle für die Bevölkerung in Krisensituationen"* (Kat-Leuchttürme). Berlin. Retrieved from [http://www.kat-leuchtturm.de/assets/content/images/pdfs/Katastrophenschutz im Umbruch 22 10 2014.pdf](http://www.kat-leuchtturm.de/assets/content/images/pdfs/Katastrophenschutz%20im%20Umbruch%2022%2010%202014.pdf)
- Steinmüller, K., Gerhold, L., & Beck, M. L. (2012). *Sicherheit 2025*. Berlin: Forschungsforum Öffentliche Sicherheit.
- Taylor, N., & Cheverst, K. (2012). Supporting community awareness with interactive displays. *Computer*, 45, 26–32. doi:10.1109/MC.2012.113
- Vieweg, S., Hughes, A. L., Starbird, K., & Palen, L. (2010). Microblogging During Two Natural Hazards Events : What Twitter May Contribute to Situational Awareness. *Spring*, 2, 1079–1088. doi:10.1145/1753326.1753486
- Wachtendorf, T., & Kendra, J. M. (2006). Improvising Disaster in the City of Jazz: Organizational Response to Hurricane Katrina. Retrieved from <http://forums.ssrc.org/understandingkatrina/improvising-disaster-in-the-city-of-jazz-organizational-response-to-hurricane-katrina/>

Begleiter und Helfer in der Not - Apps für Krisen und Gefahrenlagen

Inga Karl, Kristian Rother, Simon Nestler

Hochschule Hamm-Lippstadt

Zusammenfassung

Gefahren- und Krisenlagen bringen unerwartete Folgen und Auswirkungen für die Bevölkerung mit sich. Apps werden dabei als zusätzliche Kommunikationsmittel gesehen, um Betroffene zu informieren und hilfreiche Hinweise und Verhaltensoptionen schnell zur Verfügung zu stellen. In dieser Arbeit wird ein Einblick in die Nutzung von Apps für Krisensituationen gegeben, indem die Vorteile von Apps im Bezug auf das menschliche Verhalten in Krisen diskutiert werden. In diesem Zusammenhang werden verschiedene Unterstützungsformen für die Krisenkommunikation durch Apps aufgezeigt und eine kritische Reflektion gegeben.

1 Einführung

In lebensbedrohlichen Situationen, wie unerwartet auftretenden Gefahrenlagen, kommt es zu Unsicherheiten in der Bevölkerung. In solchen Fällen suchen Menschen nach Hilfe und stellen sich folgende Fragen: Was passiert gerade? Wie verhalte ich mich richtig? Was muss ich beachten? Wer kann helfen? Je weniger Informationen vorhanden sind, um die Fragen beantworten zu können, desto höher steigt die Verunsicherung der Bürger und resultiert in Angst, panischen Reaktionen sowie fehlerhaftem Verhalten. Diese Angst ist geprägt vom Erleben der Hilfslosigkeit, des Kontrollverlustes, der Unsicherheit und dem Gefühl in Lebensgefahr zu sein (Herzog, 2014). Nach Renner und Gamp (2014) helfen situationsspezifische Informationen Betroffenen bei der Einschätzung der Lage, was zu informierten Entscheidungen führt. Demnach kann die zeitnahe Kommunikation aktueller Sachverhalte dem Kontrollverlust entgegen wirken und so das Unsicherheitsgefühl verringern.

Der schnelle Informationsaustausch wird durch mobile Endgeräte wie Smartphones unterstützt. Sie sind handlich, praktisch, können überall genutzt werden und ermöglichen den Zugriff auf verschiedene Inhalte und Funktionen in Echtzeit. Immer mehr Menschen besitzen ein Smartphone (WDR, 2015) und nutzen zahlreiche Apps, die sie „zuverlässig“ durch den Alltag begleiten (Rademacher, 2012). Sie dienen unter anderem als „Digitale Nanny“, die an Termine erinnert, das Wetter vorhersagt oder ein Unterhaltungsobjekt darstellt. Nach Rade-

macher (2012) erzeugt die sofortige Verfügbarkeit von solchen Informationen per Apps ein Gefühl von Kontrolle, da Wissen und Beeinflussbarkeit der Lebensumwelt jederzeit abrufbar sind (z.B. durch Kommunikation und Status-Updates von Kontakten). Diese gefühlte Kontrolle wirkt auf die Nutzer beruhigend (Rademacher, 2012).

Vor diesem Hintergrund scheint die Nutzung von Apps für die Krisenkommunikation in Gefahrenlagen einen hohen Nutzen zu haben. Sowohl die technischen Möglichkeiten, wie der sofortige Zugriff auf gespeicherte Daten von Apps oder auch das mobile Internet und somit aktuelle Nachrichten, als auch der gewohnte Umgang mit der Technologie und das damit verbundene Vertrauen in diese können autonomes Handeln fördern und somit zu einer Reduzierung der wahrgenommenen Unsicherheit bei Bürgern führen.

2 Nutzung von Apps in Krisen

Die zahlreichen Funktionen von Smartphones wie Mobilfunk, GPS, Kamera und Datenspeicher ermöglichen verschiedene Anwendungsmöglichkeiten. Ob für Wetter- oder Gefahren-Warndienste (KATWARN¹), Lawinenverschüttungssuche (Galileo-LawinenFon²), Erste-Hilfe-Anleitungen (Malteser³) oder auch aktuelle Ermittlungen von Falschfahrern (ANIKA⁴), die Forschung im Bereich des Krisenkontexts konzentriert sich immer weiter auf den Einsatz von Apps zur Unterstützung der Kommunikation und Interaktion zwischen Betroffenen und den helfenden Akteuren (Köllen, 2015). Die Funktionen erlauben standortgerechte Informationen und können die Betroffenen beispielsweise mithilfe vorprogrammierter Schritt-für-Schritt Anweisungen auch ohne Mobilfunk oder GPS unterstützen. Neben dem Konsumieren relevanter Daten, können die Bürger auch partizipieren sowie Informationen teilen. Ausgebildete Rettungshelfer können sich bei den *Mobilen Rettern*⁵ registrieren lassen und werden bei einem Notfall im unmittelbaren Umkreis alarmiert, wobei registrierte freiwillige Helfer mithilfe von *Hands2Help*⁶ koordiniert und bei Bedarf rekrutiert werden können. Je nach Kontext der Krise oder Katastrophe ergeben sich unterschiedliche Ziele der Kommunikation. Mithilfe von Apps kann die Krisenkommunikation unterstützt und somit die Unsicherheit der Betroffenen reduziert werden.

¹ <http://www.katwarn.de> (abgerufen am 27.05.2015)

² <http://www.satnav-bgl.eu/de/laufende-projekte/galileo-lawinenfon-1/> (abgerufen am 27.05.2015)

³ <http://www.malteser.de/ersthilfeapp.html> (abgerufen am 27.05.2015)

⁴ <http://www.unfallzeitung.de/zeitung/falschfahrer-app-warnt-vor-geisterfahrern> (abgerufen am 27.05.2015)

⁵ <http://www.mobile-retter.de> (abgerufen am 27.05.2015)

⁶ <http://informationsmanagement.wiwi.uni-halle.de/projekte/hands2help/> (abgerufen am 27.05.2015)

2.1 Phasen und Ziele der Krisenkommunikation

Unsicherheit und Angst entstehen in Situationen, die unerwartet auftreten und meist unbekannte Folgen mit sich bringen. Dazu gehören auch lebensbedrohliche Ereignisse. Nach einer Theorie von John Leach ist das menschliche Verhalten nicht von der Art einer Katastrophe abhängig, sondern von der wahrgenommenen Gefahr (Vorst, 2010). Dafür unterscheidet er drei Phasen und ordnet jeder ein bestimmtes Verhalten zu. Die Krisenkommunikation sollte entsprechend an die Verhaltensweisen angepasst sein, wobei sich die Ziele der Krisenkommunikation den jeweiligen Phasen zuordnen lassen.

In der ersten Phase vor dem Eintritt einer Krise (*before*) verhalten sich die Menschen einer Gefahr gegenüber eher uninteressiert und neigen dazu die Fakten oder Vorkehrungsmaßnahmen zu ignorieren. Für die Krisenkommunikation bedeutet es, dass in dieser Phase die Aufklärung der Bevölkerung eine wichtige Rolle spielt, wobei Vertrauen und Glaubwürdigkeit in die Quelle entscheidend sind (Bundesministerium für Inneres, 2008). Um zu vermeiden, dass die kommunizierten Informationen ignoriert werden, ist es wichtig die eigene Relevanz und Nützlichkeit hervorzuheben (Dawns, 2011). Durch eine Veränderung der Risikowahrnehmung erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass Informationen erinnert werden (Brewer, 2011).

In der zweiten Phase nach Leach, während einer Krise (*during*), zeigen Menschen ein reflexives und schematisches Verhalten, wobei Emotionen nicht kontrolliert werden und die Informationsverarbeitung gehemmt ist. Die Krisenkommunikation sollte in dieser Phase eine akkurate Einschätzung der Situation ermöglichen (Renner & Gamp, 2014), was durch eine „unverzügliche, transparente, sachgerechte und wahrheitsgetreue (Medien-) Berichterstattung“ unterstützt wird, auch wenn die Informationen noch unsicher sind (Bundesministerium für Inneres, 2008). Die Kenntnis und genaue Einschätzung der Lage helfen bei der Wahl entsprechender Verhaltensschemata und ermöglichen informierte Entscheidungen.

In der dritten Phase, nach der Krise (*after*), sind sich Menschen Leachs Theorie nach zwar der Auswirkungen und Schäden bewusst, verhalten sich jedoch sehr emotional und versuchen die Realität zu unterdrücken. Dem Leitfadens für Krisenkommunikation nach, besteht in dieser Phase kein konkreter Bedarf der Kommunikation zur Bevölkerung (Bundesministerium für Inneres, 2008). Das Krisenmanagement sieht zu diesem Zeitpunkt die Auswertung der Kommunikation vorangegangener Ereignisse vor, um neue Erkenntnisse zu gewinnen und sich für mögliche weitere Krisen vorzubereiten.

2.2 Vorteile von Apps für Krisensituationen

Wie bereits herausgestellt wurde, besitzen viele Bürger ein Smartphone und können Apps nutzen. Die Tendenzen dafür sind steigend (Statista, 2013). Immer mehr Menschen besitzen Smartphones, wobei die tägliche Nutzungsdauer ebenfalls ansteigt. Nach Mayer (2012) bietet die Nutzung einen inhaltlichen Mehrwert, der durch schnellen Zugang zu Informationen und bedürfnisorientierten Services bestimmt ist. Die individuell optimierten Angebote fördern die Bequemlichkeit der Nutzer, nach dem Motto „Ich bräuhete 'ne App, die mir sagt:

Mensch, heute ist gutes Wetter, Zeit, um mal wieder Sport zu machen." (Rademacher, 2012). Der Wunsch nach einer alltäglichen Unterstützungshilfe und ein gewisses Grundvertrauen in die Funktionen von Apps scheinen eine gute Voraussetzung für den Einsatz und Erfolg von mobilen Anwendungen im Krisenkontext zu sein. Ebenso lassen sich Vorteile im Bezug auf Ziele der Krisenkommunikation identifizieren.

Ein zugrundeliegender Vorteil mobiler Krisenkommunikation zeigt sich für die unverzügliche Berichterstattung. Der kurze Weg einer Nachricht bis zum Smartphone ist gegenüber anderen Kommunikationsmedien wie Zeitung, Radio und Fernsehen klar überlegen und betont die wahrgenommene Aktualität der Information. Zur direkten Ansprache der Bürger dienen zudem weitere Funktionen. Durch standortgerechte Informationsvermittlung mithilfe von Ortung durch GPS wird zum einen die Lageeinschätzung unterstützt. So kann beispielsweise durch Warndienste wie KATWARN, die ortsbezogene Information zu Gefahrenstellen wie Großbränden oder Stürmen herausgeben, die eigene Risikowahrnehmung erhöht werden (vgl. Phase *before*). Dadurch kann die Aufmerksamkeit auf mögliche Betroffenheit und Motivation für (Selbst-)Schutzmaßnahmen geweckt werden (Al-Akkad & Boden, 2014). Zum anderen kann mithilfe vorinstallierter Informationen wie Leitfäden (Reuter & Ludwig, 2013), die auch ohne Internet- und Mobilfunkverbindung genutzt werden können, autonomes Handeln von Betroffenen in kritischen Situationen gefördert werden. Funktionen wie die Erste-Hilfe-App von Malteser helfen mit Schritt-für-Schritt Anleitungen und dienen als Unterstützung bei Unsicherheit (vgl. Phase *during*). Auch hier zeigt sich ein Vorteil gegenüber anderen Kommunikationsmedien hinsichtlich der unmittelbaren Verfügbarkeit, wie beispielsweise im Vergleich zu Informationsflyern (vgl. BKK „Ratgeber für Notfallvorsorge und richtiges Handeln in Notsituationen“⁷). Die Informationen können direkt von der App abgerufen werden und weisen den Handelnden an.

Anhand der vorgestellten Aspekte zeigt sich, dass sich durch die Nutzung des Smartphones und die ermöglichte Mobilität bereits Vorteile für die grundsätzliche Krisenkommunikation finden lassen. Die krisenspezifischen und bedürfnisorientierten Funktionen liefern allerdings spezielle Apps. Im Vergleich zu weiteren Krisenkommunikationskanälen bietet sich der Vorteil von Apps darin, dass sie mehrere Kanäle vereinen. Informationen können anstatt durch Radio, Fernsehen, oder Printmedien per App konsumiert werden, Warnfahrzeuge oder Sirenen werden durch Alarmierungen (*Alerts*) abgelöst und Anweisungen mithilfe von Bildmaterial vermittelt. Um diese Vorteile erfolgreich nutzen zu können, müssen allerdings verschiedene Aspekte berücksichtigt werden.

⁷ Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BKK), Ratgeber für Notfallvorsorge und richtiges Handeln in Notsituationen, http://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/Broschueren_Flyer/Ratgeber_Brosch.pdf?__blob=publicationFile (abgerufen am 22.05.2015)

3 Diskussion

Insgesamt lassen sich die Vorteile von Apps für die Krisenkommunikation im Bezug auf die modernisierte Erweiterung bestehender Möglichkeiten wie Informationsflyer, Sirenen und Rundfunk festhalten. Die wichtigen Informationen können mithilfe von mobilen Geräten direkt und ohne Zwischenwege an die Betroffenen weitergegeben werden, wobei Apps zusätzlich bedürfnisgerechte Funktionen erlauben. Erfolgreiche Einsätze wie *Mobile Retter* bestätigen, dass diese Form des schnellen Kommunikationsaustauschs in überlebenskritischen Situationen entscheidend sein kann. Bezüglich der Vorteile von Apps zur Unterstützung richtigen Verhaltens von Betroffenen in kritischen und insbesondere lebensbedrohlichen Situationen nach Leach (Vorst, 2010) besteht Forschungsbedarf. So sind die vorgestellten Vorteile nicht wissenschaftlich belegt und erfordern eine Untersuchung.

Analog zur Motivation der App-Nutzung nach Rademacher (2012) ist zwar denkbar, dass das Unsicherheitsgefühl reduziert sowie das Gefühl von Kontrolle durch entsprechende Hinweise und Informationen zu Krisen per Apps erhöht werden können. Sind die Nutzer allerdings nicht in dem Umgang mit einer App und dessen Funktionen geübt, kann es beim Einsatz der App während einer Krise eher zu einer Erhöhung der Verunsicherung kommen. Zudem kann die Unsicherheit dadurch erhöht werden, dass keine situationsgerechte Lösung vorliegt und die App nicht für die aufgetretene Krise ausgelegt ist. Durch die Anpassung der Lösungen an spezielle Bedürfnisse entsteht eine Vielzahl an Angeboten (z.B. 127 Ergebnisse⁸ für den Suchbegriff „Erste Hilfe“). Die Auswahl einer passenden App kann in der krisenspezifischen Lage Kontrollverlust hervorrufen und zu panischem Verhalten führen, da kontrolliertes Handeln durch zeitkritische Situationen gehemmt wird (vgl. Phase *during*). Um das wahrgenommene Gefühl von Kontrolle zu stärken, sollte bereits vor der Krise eine passende App vorhanden sein, die bewusst ausgewählt wurde. Ist auf dem Smartphone eine App vorhanden, also bereits vorinstalliert, sodass keine eigene bewusste Wahl für diese App getroffen wurde, ist nach Rademacher (2012) anzunehmen, dass dieser dennoch Vertrauen zugeschrieben wird. Diese Theorie des generellen Vertrauens in das eigene Smartphone und die enthaltenen Funktionen wie Apps ist ebenfalls in Frage zu stellen und bedarf einer Untersuchung.

4 Fazit und Ausblick

In dieser Arbeit werden Apps unter dem Aspekt diskutiert, eine Unterstützung und Hilfe in lebensbedrohlichen Krisen darzustellen, um panisches Verhalten zu reduzieren. Anhand einer Theorie zum menschlichen Verhalten in Abhängigkeit wahrgenommener Gefahr und unter Berücksichtigung von Zielen der Krisenkommunikation, konnten die Vorteile von Apps herausgestellt werden. Diese sind insofern kritisch zu betrachten, da sie zunächst als theoretische Grundlage dienen und keine empirischen Befunde dazu vorliegen. Dennoch

⁸ Suche nach „Erste Hilfe“ im App-Store am 01.06.2015

liefert die Arbeit einen ersten Beitrag zur Berücksichtigung verhaltensbezogener Faktoren bei mobiler Unterstützung der Krisenkommunikation.

Um den Nutzen von Apps als zuverlässiger Helfer in einer lebensbedrohlichen Krisenlage und deren Akzeptanz zu ermitteln, sollten sich die weiteren Forschungsansätze auf den Aspekt des Vertrauens konzentrieren, da das Vertrauen einen relevanten Faktor für die Nutzung einer App bzw. des Smartphones darstellt. Choi, Choi und Kim (2012) haben bereits motivationale Aspekte bei der App-Nutzung berücksichtigt und einen Zusammenhang zwischen extrinsischen Motiven und Vertrauen herausgestellt. In diesem Zusammenhang sollten auch Aspekte wie die empfundene Benutzerfreundlichkeit und Verständlichkeit, der Nutzen sowie das Vergnügen bei der Verwendung einer App im Krisenkontext analysiert werden.

Danksagung

Wir danken Sandra Jürgensmeier für die hilfreichen Recherchearbeiten. Die Forschungsarbeiten werden durch das Projekt INTERKOM unterstützt, das im Rahmen des Programmes „Forschung für die zivile Sicherheit II“ durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Kennzeichen 13N1005 gefördert wird.

Kontaktinformationen

Inga Karl, Kristian Rother, Simon Nestler
Hochschule Hamm-Lippstadt, Department Lippstadt 2, Marker Allee 76-78, 59063 Hamm
E-Mail: inga.karl@hshl.de

Literaturverzeichnis

- Al-Akkad, A. & Boden, A. (2014). Kreative Nutzung der verfügbaren Netzwerkinfrastruktur im Katastrophenfall. *Themenschwerpunkt: Krisenmanagement* Gastherausgeber: Volkmar Pipek und Christian Reuter, 13(1), 57.
- Brewer, N. T. (2011). Goals. In Fischhoff B., Brewer N. T. & Downs J. S. (Hrsg.): *Communicating risks and benefits: An evidence-based user's guide*, 3-10.
- Bundesministerium für Inneres (Juli 2008). *Krisenkommunikation. Leitfaden für Behörden und Organisationen*. Referat KM1, Berlin, 19-21.
- Choi, H., Choi, Y. J., & Kim, K. M. (2012, January). The understanding of building trust model on smartphone application: focusing on users' motivation. In *Proceedings of the International Conference on IT Convergence and Security 2011*. Springer Netherlands, 13-20.
- Herzog, G. (2004). *Psychologische Aspekte von Großschadensereignissen und Katastrophen*. Springer Vienna, 171-195.
- Köllen, K. (09.04.2015). *Smartphone - So wird das Handy zum Lebensretter*. Wirtschaftswoche, <http://www.wiwo.de/technologie/digitale-welt/smartphone-so-wird-das-handy-zum-lebensretter/11535966-all.html> (abgerufen am 26.05.2015).
- Mayer, A. (2012). *App-Economy. Milliardenmarkt Mobile Business*, München.
- Rademacher, U. (2012). Treue Begleiter. Die Psychologie der App-Nutzung. *Research & Results*, 3, 40.

- Renner, B., & Gamp, M. (2014). Krisen-und Risikokommunikation. *Prävention und Gesundheitsförderung*, 9(3), 230-238.
- Reuter, C., & Ludwig, T. (2013). Anforderungen und technische Konzepte der Krisenkommunikation bei Stromausfall. In *GI-Jahrestagung*, 1604-1618.
- Statista (2013). *Prognose zur Anzahl der Smartphone-Nutzer weltweit von 2012 bis 2018*. <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/309656/umfrage/prognose-zur-anzahl-der-smartphone-nutzer-weltweit/> (abgerufen am 01.06.2015).
- Vorst, H. C. (2010). Evacuation models and disaster psychology. *Procedia Engineering*, 3, 15-21.
- WDR (12.05.2015). *Mehr Handys als Festnetztelefone in Deutschland*. <http://www1.wdr.de/radio/nachrichten/wdr345/radiohomepage256288.html> (abgerufen am 22.05.2015).

Betriebliches Kontinuitätsmanagement in kleinen und mittleren Unternehmen – Smart Services für die Industrie 4.0

Christian Reuter

Universität Siegen, Institut für Wirtschaftsinformatik

Zusammenfassung

Betriebliches Kontinuitätsmanagement (Business Continuity Management, kurz: BCM) ist im Sinne des betrieblichen Notfallmanagements integraler Bestandteil ziviler Sicherheit. BCM ist laut ISO 22301 (2014) ein ganzheitlicher Managementprozess, der potenzielle Bedrohungen für Organisationen und deren Auswirkungen auf Geschäftsabläufe ermittelt. Bei Betrachtung der aktuellen Studienlage liegt der Schluss nahe, dass die Anwendung von BCM in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) unterrepräsentiert ist und der Sicherheitslevel teilweise im nicht-wirtschaftlichen Bereich liegt. Dieser Beitrag stellt den Einsatz von BCM in KMU vor und diskutiert diesbezügliche Forschungsergebnisse. Hierauf aufbauend wird eine Matrix zu möglichen Auswirkungen vs. Umfang und Qualität des Notfallmanagements verschiedener Akteure dargestellt. Abschließend werden leichtgewichtige und einfach zu handhabende BCM-Sicherheitslösungen, in Form von Smart Services, als möglicher Lösungsansatz für die vermehrt von kontinuierlichem IT-Einsatz abhängigen Industrie 4.0 vorgestellt.

1 Einleitung

Die Stromausfälle in Indien 2012 (670 Millionen Betroffene), in Brasilien und Paraguay 2009 (87 Millionen Betroffene), in Europa 2006 (10 Millionen Betroffene) und in den USA und Kanada 2003 (55 Millionen Betroffene) zeigen, dass sich große unbeabsichtigte Unterbrechungen der Versorgung mit Elektrizität auch heute noch überall auf der Welt ereignen (Reuter & Ludwig, 2013). Der Deutsche Bundestag (2011) untersuchte die Gefährdung moderner Gesellschaften am Beispiel eines großräumigen und lang andauernden Ausfalls der Stromversorgung und kam zu dem Ergebnis, dass sich „aufgrund der nahezu vollständigen Durchdringung der Lebens- und Arbeitswelt mit elektrisch betriebenen Geräten [...] die Folgen [...] zu einer Schadenslage von besonderer Qualität summieren“ können.

Neben Stromausfällen gibt es eine Reihe weiterer möglicher Ursachen – wie der Orkan Kyrrill in Europa 2007; die Tsunami- und Erdbebenkatastrophe in Japan 2011; der Hurrikan Sandy in den USA 2012; und auch vermeintlich kleinere Ereignisse. Deren Konsequenzen können so weitreichend sein, dass die Sicherheit der Bürgerinnen und Bürger nicht nur in ihrem privaten, sondern auch in ihrem beruflichen Umfeld gefährdet werden. Eine mögliche Konsequenz von Ausfällen ist die negative Beeinträchtigung der kontinuierlichen wirtschaftlichen Tätigkeiten von Unternehmen. Dies kann zu Problemen in Abläufen führen – wenn beispielsweise Workflow-Management Komponenten ausfallen (Reuter & Georg, 2008) und damit weitreichende Schäden nach sich ziehen.

Unternehmen sind seit der dritten industriellen Revolution – dem Einsatz von Elektronik und IT zur Automatisierung der Produktion – und spätestens seit der aufkommenden vierten industriellen Revolution – dem Zusammenwachsen der realen und virtuellen Welt zu einem Internet der Dinge, welche als Zukunftsprojekt Industrie 4.0 diskutiert wird – vermehrt vom kontinuierlichen Einsatz von IT abhängig (Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2015). BCM soll zur Aufrechterhaltung der Belieferung von Produktions- und/oder Dienstleistungsprozessen einer Organisation, in zuvor festgelegten Niveaustufen, die nach einem Zwischenfall mit Betriebsunterbrechung ausfallen, beitragen (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, 2008). In diesem Beitrag soll der Frage nachgegangen werden, ob und wie BCM auch in KMU eingesetzt wird, werden sollte und könnte.

2 Betriebliches Kontinuitätsmanagement

Business Continuity Management (BCM) ist laut ISO 22301 (2014) ein „ganzheitlicher Managementprozess, der potenzielle Bedrohungen für Organisationen und die Auswirkungen ermittelt, die diese Bedrohungen, falls sie umgesetzt werden, womöglich auf die Geschäftsabläufe haben.“ BCM stellt „ein Gerüst zum Aufbau der Belastbarkeit einer Organisation im Verbund mit der Fähigkeit einer effektiven Reaktion, die die Interessen ihrer zentralen Interessensgruppen, das Ansehen, die Marke und die wertschöpfenden Tätigkeiten sichert, bereit“. Laut Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) (2008) wird das auch als Notfallmanagement bezeichnete BCM als „Managementprozess mit dem Ziel, gravierende Risiken für eine Institution, die das Überleben gefährden, frühzeitig zu erkennen und Maßnahmen dagegen zu etablieren“, verstanden.

Als eine Form der Krisenbewältigung hat sich BCM – weniger geläufig das deutsche „betriebliche Kontinuitätsmanagement“ oder Notfallmanagement – seit den 1970er Jahren als Reaktion auf die technischen und operationellen Risiken in Unternehmen entwickelt (Herbane, 2010b). Erst 2012 wurde mit dem ISO-Standard 22301:2012 (in deutscher Fassung: ISO 22301, 2014) der erste international gültige Standard für BCM veröffentlicht. Innerhalb des Standards werden Anforderungen spezifiziert, um ein dokumentiertes Kontinuitätsmanagementsystem zu planen, einzurichten, zu realisieren, betreiben, überwachen, überprüfen, unterhalten und kontinuierlich zu verbessern. Damit wurde der zuvor existente British Standard BS 25999 (2007) abgelöst. Weitere nationale Standards sind der US-amerikanische NFPA 1600 (2013) (Standard on Disaster/Emergency Management and Busi-

ness Continuity Programs) sowie der darauf basierende kanadische CSA Z1600 (Essentials Emergency Management and Business).

Der deutsche BSI-Standard 100-4 (2008) zum Notfallmanagement in Unternehmen zeigt einen systematischen Weg auf, „um die Kontinuität des Geschäftsbetriebs sicherzustellen“. Aufgaben eines Notfallmanagements sind daher, „die Ausfallsicherheit zu erhöhen und die Institution auf Notfälle und Krisen adäquat vorzubereiten, damit die wichtigsten Geschäftsprozesse bei Ausfall schnell wieder aufgenommen werden können. Es gilt, Schäden durch Notfälle oder Krisen zu minimieren und die Existenz der Behörde oder des Unternehmens auch bei einem größeren Schadensereignis zu sichern.“

3 BCM in kleinen und mittleren Unternehmen

Aufgrund der relativ geringen Wahrscheinlichkeit für Stromausfälle in Westeuropa ist die allgemeine Vorbereitung nicht optimal (Birkmann et al., 2010). Dieser Umstand wird seitens des BMI (2009) als *Verletzlichkeitsparadoxon* bezeichnet: „In dem Maße, in dem ein Land in seinen Versorgungsleistungen weniger störanfällig ist, wirkt sich jede Störung umso stärker aus“. Gerade in „hoch industrialisierte, sehr komplexe Technologien“ nutzenden Gesellschaften wird auf Störungen deutlich sensibler reagiert, da diese „sehr hohe Sicherheitsstandards und eine hohe Versorgungssicherheit gewohnt sind“. Aufgrund „zunehmender Robustheit und geringerer Störanfälligkeit“ kann sich demnach „ein durchaus trügerisches Gefühl von Sicherheit“ entwickeln, so dass die „Auswirkungen eines ‚Dennoch-Störfalls‘ überproportional hoch“ sind (Bundesministerium des Inneren, 2009, p. 10).

Jedoch gibt es auch den gegenläufigen Trend, dass sich öffentliche, jedoch vor allem private Infrastrukturbetreiber im Spannungsfeld lückenloser Daseinsfürsorge und ökonomischer Optimierung befinden (Kloepfer, 2005, p. 17). Es besteht daher die Gefahr, dass die Verfügbarkeit von Infrastrukturen auf das vertraglich und geschäftsmäßig notwendige reduziert wird. Die entstehende Lücke kann bestenfalls von großen Unternehmen, kaum aber von KMU oder gar Privatpersonen kompensiert werden.

BCM richtet sich an Unternehmen unabhängig von ihrer Größe. Gemäß der Definition der EU-Kommission (2003) zählt ein Unternehmen dann zu den KMU, wenn es nicht mehr als 249 Beschäftigte hat und einen Jahresumsatz von höchstens 50 Millionen Euro erwirtschaftet oder eine Bilanzsumme von maximal 43 Millionen Euro aufweist. Die Sicherheit von KMU ist von entscheidender Bedeutung für die europäische Wirtschaft, da diese 99% der Unternehmen repräsentieren (Thiel & Thiel, 2010).

Einer Studie des Netzwerks Elektronischer Geschäftsverkehr zufolge werden jedoch „lediglich in jedem fünften KMU IT-Notfallpläne erstellt“ und in „jedem vierten KMU fehlt eine standardisierte Vorgehensweise, um IT-Notfälle möglichst zügig abzuwenden“ (Duscha, 2009). Analog dazu konnten Studien feststellen, dass „45% der US-amerikanischen und europäischen KMU kein BCM-Konzept ausweisen können“ (ENISA, 2009) und dass auf Basis einer Untersuchung in Großbritannien BCM in KMU signifikant weniger zu finden ist

(Musgrave & Woodman, 2001) bzw. 41% der Unternehmen nicht für Krisensituationen gleich welcher Art planen (Semantec, 2011).

Herbane (2010b) stellt anhand eines Vergleichs der Forschungsliteratur in den Bereichen der KMU-Forschung und des Krisenmanagements fest, dass angesichts der wirtschaftlichen Bedeutung und Verwundbarkeit von KMU mehr Aufmerksamkeit für die kombinierte Betrachtung beider Bereiche nötig ist. Insbesondere ist der Einsatz von BCM in und für KMU bisher noch wenig erforscht (Herbane, 2013). Auch in anderen Studien wird dargelegt, dass das Schutzlevel in KMU im Vergleich zu Konzernen signifikant geringer ist (Duscha, 2009; European Network and Information Security Agency (ENISA), 2009; Musgrave & Woodman, 2001). Als einen wesentlichen Hinderungsgrund für die Einführung von BCM in KMU nennt ENISA (2009) die Anstrengung, abstrakt und generisch beschriebene Schutzmaßnahmen in die betriebliche Praxis zu implementieren.

Zusammenfassend ermöglicht der Forschungsstand die Ableitung folgenden Modells (Abbildung 1): Einzelpersonen verfügen typischerweise über kein dezidiertes Sicherheitsmanagement im Sinne von BCM und wenig Sicherheitstechnik bei typischerweise geringen Auswirkungen im Falle eines Ausfalls. Konzerne beschäftigen sich intensiv mit diesem Thema bei gleichzeitig hohen wirtschaftlichen Auswirkungen (z.B. Produktionsausfälle, Prozessunterbrechungen). Gerade KMU weisen in diesem Bereich im Verhältnis zu den möglichen Auswirkungen eine Unterversorgung auf, wie oben erläutert (Duscha, 2009; ENISA, 2009; Thiel & Thiel, 2010). Folglich gilt es Ansätze zur Erhöhung des Umfangs und der Qualität des Notfallmanagements herzuleiten.

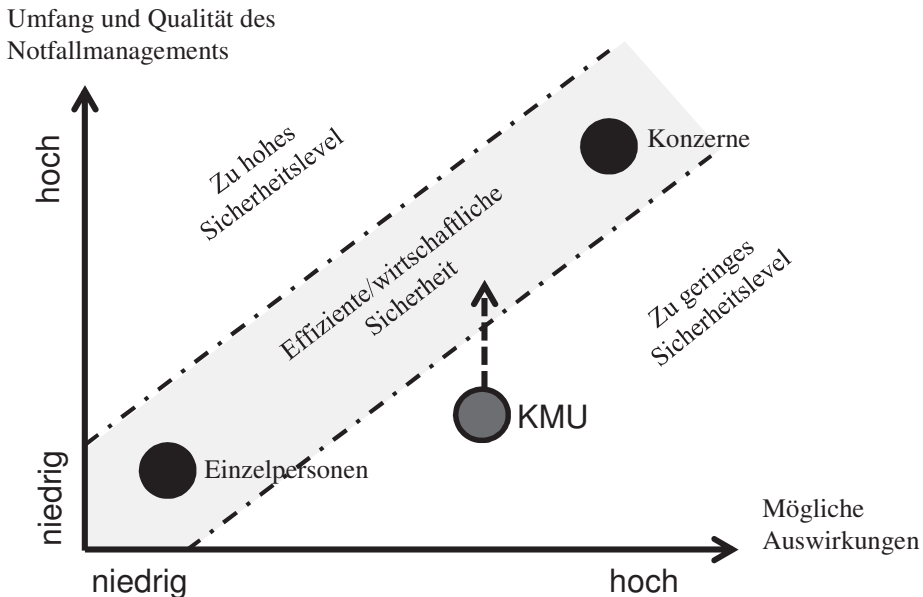


Abbildung 1: Wirtschaftliche Sicherheit: Einzelpersonen, KMU und Konzerne bzgl. Auswirkungen vs. Qualität des Notfallmanagements

4 BCM-Sicherheitslösungen für KMU

Als Problem für KMU wurde die Komplexität von BCM identifiziert: Vorgaben müssen in eine individuell passende und verständliche Sprache übersetzt werden; dieser Schritt ist für KMU nur schwer zu leisten (Thiel & Thiel, 2010). Gemäß der European Network and Information Security Agency (ENISA) (2009) existiert bei KMU jedoch ein großer Bedarf an vereinfachten Ansätzen des Sicherheits- und Risikomanagements. Ein leichtgewichtiges, einfaches und effizientes BCM als Service für KMU stellt derzeit noch eine Forschungs- und Entwicklungslücke dar.

Durch die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle und hybrider Wertschöpfungsprozesse für leichtgewichtige und einfach zu handhabende BCM-Sicherheitslösungen für KMU soll sowohl die Phase vor Eintritt der Krise (Identifizierung wichtiger Daten, Prozesse und Arbeitsplätze, Risikoeinschätzung, Maßnahmenpläne, Übungen, Messung der Effektivität und Effizienz der Maßnahmen) als auch die Phase nach Eintritt der Krise unterstützt werden, um das Level des Sicherheitsmanagements zu erhöhen. Smart Services, d.h. Dienstleistungen, die integraler Bestandteil von Produkten sind (Allmendinger & Lombreglia, 2005), könnten hier das Investitions- und Komplexitätsniveau für KMU reduzieren.

Auch wenn dieser Bereich bislang vergleichsweise wenig erforscht ist, existieren bereits einige Ansätze um BCM in KMU zu erhöhen: In ihrem treffenderweise „why one size might not fit all“ betitelten Beitrag stellen Sullivan-Taylor & Branicki (2011) fest, dass unterschiedliche Unternehmensgrößen zu unterschiedlichen Anforderungen an den Einsatz von BCM-Systemen in KMU führen.

Thiel & Thiel (2010) stellen dementsprechend einen Leitfaden für KMU zur Implementierung eines unternehmensspezifischen BCM vor, der die besonderen Charakteristika, wie z. B. geringe Personalressourcen und kein Expertenwissen im Risikomanagement, berücksichtigen soll. Wedawatta & Ingirige (2012) schlagen die Kombination aus objektbasierten Schutzmaßnahmen und generischen BCM-Maßnahmen zur Stärkung der Resilienz von KMU vor. Li et al. (2015) fokussieren die Entwicklung eines agentenbasierten Modells zur Simulation und zur Ableitung von Bewältigungsstrategien für KMU bei Hochwassern.

Lee & Jang (2009) stellen die Informationssicherheit als einen besonderen Aspekt des BCM heraus und entwickeln ein Informationssicherheitsmanagement Systemmodell für KMU. Auch Horváth (2013) präsentiert ein integriertes System zur Verschmelzung von BCM- und Informationssicherheitsmanagement-Aktivitäten. Als eine leichtgewichtige, nicht von der Unternehmensgröße abhängige BCM-Sicherheitslösung kann das von Sapateiro et al. (2011) entwickelte mobile Tool zur Unterstützung kollaborativer BCM-Aktivitäten genannt werden, welches die Kollaboration, das Wissensmanagement, die Teamperformanz und das Situationsbewusstsein adressiert.

5 Zusammenfassung

Dieser Beitrag hat den Stand der Forschung im Bereich des betrieblichen Kontinuitätsmanagements (BCM) in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) untersucht und eine Matrix zur Positionierung von KMU in Bezug auf mögliche Auswirkungen vs. Qualität des Notfallmanagements abgeleitet.

Aus den untersuchten Forschungsergebnissen lässt sich ableiten, dass der Einsatz von BCM in KMU im Vergleich zu Konzernen signifikant geringer zu sein scheint (Duscha, 2009), jedoch genaue Erkenntnisse noch fehlen (Herbane, 2013). Existierende Forschungsergebnisse betrachten, wie dargestellt, jeweils allein Teilaspekte. Insbesondere ist erkennbar, dass KMU andere, dem Risiko und der Unternehmensgröße angepasste, Anforderungen an den Umfang von Lösungen haben (Sullivan-Taylor & Branicki, 2011).

Erkenntnisse zu leichtgewichtigen und einfach zu handhabenden BCM-Sicherheitslösungen für KMU als Smart Services, die auch Aspekte der Mensch-Maschine-Interaktion berücksichtigen, können auch im Zeitalter *emergenter IT-Nutzung* - d.h. dynamisch und nicht vorhersehbar (Reuter, 2014) - sowie der im Rahmen von Industrie 4.0 einhergehenden Notwendigkeit *unterbrechungsfreier IT-Nutzung*, dem gegenwärtigen Stand der Forschung nicht entnommen werden und stellen somit eine Forschungslücke dar.

Danksagung

Die Forschungsarbeiten wurden im Rahmen des BMBF-Projekts „KOKOS“ (Fö.-Kz. 13N13559) sowie im Rahmen des EU-FP7-Projekts „EmerGent“ (Fö.-Kz. 608352) gefördert.

Literaturverzeichnis

- Allmendinger, G., & Lombreglia, R. (2005). Four strategies for the age of smart services. *Harvard Business Review*, 83(10). doi:10.1225/R0510J
- Birkmann, J., Bach, C., Guhl, S., Witting, M., Welle, T., & Schmude, M. (2010). *State of the Art der Forschung zur Verwundbarkeit Kritischer Infrastrukturen am Beispiel Strom / Stromausfall. Risk Management*. Berlin, Germany. <http://www.sicherheit-forschung.de/schriftenreihe>
- Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. (2008). *Notfallmanagement – BSI-Standard 100-4*. Bundesanzeiger Verlag. https://www.bsi.bund.de/cae/servlet/contentblob/471456/publicationFile/30746/standard_1004.pdf
- Bundesministerium des Inneren. (2009). *Nationale Strategie zum Schutz Kritischer Infrastrukturen (KRITIS-Strategie)*. Berlin.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung. (2015). Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Retrieved from <http://www.bmbf.de/de/9072.php>
- Deutscher Bundestag. (2011). *Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften – am Beispiel eines großräumigen und langandauernden Ausfalls der Stromversorgung*. (T. Petermann, H. Bradke, A. Lüllmann, M. Poetzsch, & U. Riehm, Eds.). <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/17/056/1705672.pdf>

- Duscha, A. (2009). Netz- und Informationssicherheit in Unternehmen 2009. Studie des Verbundprojekts „Sichere E-Geschäftsprozesse in KMU und Handwerk“. <http://www.mittelstand-digital.de/MD/Redaktion/DE/PDF/studie-it-sicherheit-2009-pdf>
- Europäische Union. (2003). *Empfehlung der Kommission vom 6. Mai 2003 betreffend die Definition der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen. (2003/361/EG). Artikel 2 des Anhangs.* http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=uriserv:OJ.L_.2003.124.01.0036.01.DEU
- European Network and Information Security Agency (ENISA). (2009). Assessing a simplified Information Security approach. <http://www.enisa.europa.eu/publications/archive/assessing-a-simplified-information-security-approach>
- Herbane, B. (2010a). Small business research - Time for a crisis-based view. *International Small Business Journal*, 28(1), 43–64. doi:10.1177/0266242609350804
- Herbane, B. (2010b). The evolution of business continuity management: A historical review of practices and drivers. *Business History*, 52(6), 978–1002. doi:10.1080/00076791.2010.511185
- Herbane, B. (2013). Exploring Crisis Management in UK Small and Medium Sized Enterprises. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 21(2), 82–95. Retrieved from <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1468-5973.12006/full>
- Horváth, G. K. (2013). Information Security Management for SMEs: Implementating and Operating a Business Continuity Management System (BCMS) Using PDCA Cycle. In *Proceedings of FIKUSZ* (pp. 133–141). Budapest, Hungary.
- ISO 22301. (2014). *Sicherheit und Schutz des Gemeinwesens – Business Continuity Management System – Anforderungen (ISO 22301:2012); Deutsche Fassung EN ISO 22301:2014.*
- Kloepfer, M. (2005). *Schutz kritischer Infrastrukturen.* Nomos.
- Lee, W., & Jang, S. (2009). A Study on Information Security Management System Model for Small and Medium Enterprises. *Recent Advances in E-Activities, Information Security and Privacy*, 84–87.
- Li, C., Coates, G., Johnson, N., & McGuinness, M. (2015). Designing an Agent-Based Model of SMEs to Assess Flood Response Strategies and Resilience. *International Journal of Social, Education, Economics and Management Engineering*, 9(1), 7–12.
- Musgrave, B., & Woodman, P. (2001). Weathering the storm - The 2013 Business Continuity Management Survey. *Airline Business*. doi:10.1111/j.1751-486X.2009.01490.x
- National Fire Protection Association (NFPA). (2013). NFPA 1600: Standard on Disaster/Emergency Management and Business Continuity Programs. <http://www.nfpa.org/codes-and-standards/document-information-pages?mode=code&code=1600>
- Reuter, C. (2014). *Emergent Collaboration Infrastructures: Technology Design for Inter-Organizational Crisis Management (Ph.D. Thesis).* Siegen, Germany: Springer Gabler. <http://www.springer.com/springer+gabler/bwl/wirtschaftsinformatik/book/978-3-658-08585-8>
- Reuter, C., & Georg, C. (2008). Entwicklung eines webbasierten Dokumentenmanagement-Systems für eine Fluggesellschaft. *Journal WIRTSCHAFTSINFORMATIK*, 50(2), 142–145.
- Reuter, C., & Ludwig, T. (2013). Anforderungen und technische Konzepte der Krisenkommunikation bei Stromausfall. In M. Hornbach (Ed.), *Informatik 2013 - Informatik angepasst an Mensch, Organisation und Umwelt* (pp. 1604–1618). Koblenz, Germany: GI-Edition-Lecture Notes in Informatics (LNI).

- Sapateiro, C., Baloian, N., Antunes, P., & Zurita, G. (2011). Developing a Mobile Collaborative Tool for Business Continuity Management. *Journal of Universal Computer Science (j.ucs)*, 17(2), 164–182.
- Symantec. (2011). SMB Disaster Preparedness Survey. http://www.symantec.com/about/news/resources/press_kits/detail.jsp?pkid=dpsurvey
- Sullivan-Taylor, B., & Branicki, L. (2011). Creating resilient SMEs: why one size might not fit all. *International Journal of Production Research*, 49(18), 37–41. doi:10.1080/00207543.2011.563837
- Thiel, C., & Thiel, C. (2010). Business Continuity Management für KMU. *Datenschutz und Datensicherheit - DuD*, 34(6), 404–407. doi:10.1007/s11623-010-0114-3
- Wedawatta, G., & Ingirige, B. (2012). Resilience and adaptation of small and medium-sized enterprises to flood risk. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 21(4), 474–488.

Kontaktinformationen:

Dr. Christian Reuter, Dipl.-Wirt.Inf., Bereichsleiter Kriseninformationssysteme
Universität Siegen, Institut für Wirtschaftsinformatik (Fak. III), Kohlbettstraße 15, 57072 Siegen
christian.reuter@uni-siegen.de; www.profil.christianreuter.net

Entwicklung eines HCD-Leitfadens für Krisenmanagementsysteme

Daniel Orlowski, Johannes Sautter

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO

Zusammenfassung

Krisenmanagementsysteme werden sich nur dann flächendeckend durchsetzen können, wenn die Mensch-Computer-Interaktion im Krisenszenario reibungslos funktioniert. Die Berücksichtigung von Usability-Anforderungen sowohl bei der Planung und Entwicklung, als auch bei der Evaluation der Systeme ist daher von besonderer Bedeutung. Leider fehlen den verschiedenen Interessensvertretern verbindliche Standards und konkrete Hilfestellungen, wie Human Centered Design (HCD) in Hinblick auf Krisenmanagementsysteme anwendbar ist. Dieser Artikel beschreibt die geplante Entwicklung eines Leitfadens zur Auswahl und Durchführung von HCD-Methoden bei Krisenmanagementsystemen, insbesondere als abschließende Evaluation solcher Systeme.

1 Einleitung

Krisen sind Naturkatastrophen, technische Fehlfunktionen oder Unfälle, die ernste Folgen für Mensch und Natur haben, wenn nicht frühzeitig, angemessen darauf reagiert wird. Einsatzkräfte stehen in Krisensituationen unter hohem psychischem und physischem Druck. Insbesondere ist dies in der Chaosphase der Fall, wenn sie sich beispielsweise bei einem Massenanfall von Verletzten (MANV) mit vielen Schwerverletzte konfrontiert sehen, ohne die komplette Lage überblicken zu können. Dennoch sind sie aufgrund akuter Gefährdung der Schwerverletzten gezwungen, schnelle Entscheidungen zu treffen (Mentler 2011, Karsten 2014).

Interaktive Systeme in diesem Bereich, so genannte Krisenmanagementsysteme, können zur Planung, Training und zur Bewältigung der Krise genutzt werden. Sie haben das Potential die Arbeit der Einsatzkräfte entscheidend zu verbessern. In der Krisensituation vereinfachen sie den Informationsaustausch unterhalb der Akteure und bieten ihnen Entscheidungshilfen.

Obwohl das große Potenzial von Krisenmanagementsystemen schon seit Jahren erkannt ist (z.B. Lindgaard et al. 2010; Gao et al. 2007), gibt es noch immer keine flächendeckende

Nutzung der Systeme durch Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben in Deutschland (BOS) (Mentler & Herczeg 2014).

Bestehende Forschung verweist vor diesem Hintergrund eindringlich auf die Wichtigkeit von Usability als ein zentrales Qualitätsmerkmal bei Krisenmanagementsystemen: Nicht die Technologie ist die größte Hürde der Entwicklung solcher Systeme, sondern deren Gebrauchstauglichkeit für Einsatzkräfte in der Krise (Nestler 2014).

In der Forschung herrscht Einigkeit darüber, dass eine hohe Gebrauchstauglichkeit interaktiver Systeme nur durch den frühzeitigen und kontinuierlichen Fokus auf Nutzer und deren Aufgaben in der Entwicklung der Systeme, erreicht werden kann (Gould & Lewis 1985, Norman & Draper 1986, Shneiderman 2010). Dennoch gibt es, in Bezug auf Krisenmanagementsysteme, weder passende Hilfestellung noch verbindliche Standards, wie eine solche menschenzentrierte Entwicklung aussehen soll.

Der vorliegende Artikel skizziert das Vorhaben einen Human Centered Design-Leitfaden zur Anwendung bei Krisenmanagementsystemen zu konzipieren. Der Leitfaden stellt HCD-Methoden vor, um Prototypen und fertige Krisenmanagementsysteme zu evaluieren. Diese Evaluation kann von BOS genutzt werden um festzustellen, ob die Anforderungen der Nutzer an das entsprechende System erfüllt werden. Gleichzeitig erlaubt es die Evaluation, verschiedene Systeme miteinander zu vergleichen.

Der Leitfaden soll dabei BOS die Vorteile von HCD bei Krisenmanagementsystemen näherbringen. Außerdem werden Rollen und Aufgaben einzelner Projektbeteiligter bei der Evaluation der Systeme vorgeschlagen. Usability-Experten erhalten darüber hinaus Informationen wie eine erweiterte Usability-Evaluation eines Krisenmanagementsystems aussehen kann.

2 Stand der Forschung

Während der Krise müssen Krisenmanagementsysteme effizient, einfach und fehlerfrei bedienbar sein. Anwender haben keine Zeit sich mit der Bedienung auseinanderzusetzen. *„Bereits kleinere Fehler im User Interface führen zum Scheitern der Mensch-Computer-Interaktion (MCI). Scheitert in dem Krisenszenario die Interaktion, scheitert das System“* (Nestler 2014).

In verschiedenen, existierenden Forschungsprojekten begegnen Usability-Experten diesen hohen Usability-Anforderungen mit Hilfe von verschiedener HCD-Prozessen (z.B. Sautter et al. 2012; Kluckner et al. 2014). Kindsmüller et al. (2011) schlagen für die Entwicklung und den Einsatz eines Krisenmanagementsystems ein Modell namens „Care & Prepare“ vor. Kern des Ansatzes ist es, das Krisenmanagementsystem als eine Erweiterung eines bestehenden, im beruflichen Alltag genutzten Einsatzsystems zu entwickeln. Dadurch würden Einsatzkräfte im Umgang mit dem Krisenmanagementsystem durch tägliche Anwendung geschult. In der Entwicklung der Krisenmanagementsysteme soll ein frühzeitiger und kontinuierlicher Fokus auf Nutzer und deren Aufgaben und ein iteratives Vorgehen hohe Usability

gewährleisten. Im Zuge des Entwicklungsprozesses sollen verschiedene HCD-Methoden, wie beispielsweise Interviews, Usability Tests und Feldstudien, zum Einsatz kommen.

Nestler (2014) betont in diesem Zusammenhang, dass klassische Usability-Tests in Krisensimulationen unumgänglich sind, um verlässliche Aussagen über die Nutzbarkeit der Systeme treffen zu können. Er merkt allerdings an, dass ein Usability-Test, welcher Eigenschaften einer realen Krise hat, ebenso komplex wie ressourcenfressend ist (Nestler 2014; Mentler et al. 2011).

Obwohl die Forschung die Bedeutung von Usability betont und beispielhaft aufzeigt wie ein Entwicklungsvorgang mit Hilfe von HCD aussieht, gibt sie wenig konkrete Unterstützung bei der Auswahl der Methoden bezogen auf Krisenmanagementsysteme.

Erschwerend kommt hinzu, dass die Anwendung menschenzentrierter Methoden bei Krisenmanagementsystemen selbst für Usability-Experten überaus anspruchsvoll ist (Chilana et al. 2010, Nestler 2014). Es ist nicht möglich den Krisenkontext zeitlich oder räumlich einzugrenzen oder vorauszusehen (Mentler & Herczeg 2014). Zudem ist es überaus anspruchsvoll, Aussagen über konkrete Anwender zu machen. Anders als beispielsweise im Bereich der Medizintechnik gibt es keinerlei verbindlichen Standards welche einen Usability Engineering-Prozess definieren. Hinderlich ist außerdem, dass Möglichkeiten der gezielten Forderung einer Begleitung nach Ergonomie-Gesichtspunkten bei BOS, die als Auftraggeber fungieren, sowie die Zuständigkeiten verschiedener Stakeholder in der Entwicklung und Wartung von Krisenmanagementsystemen in Bezug auf Usability noch nicht hinreichend besprochen wurden.

3 Forschungsansatz und Vorgehen

Die vorliegende Arbeit postuliert einen HCD-Leitfaden, als eine Hilfestellung bei der Auswahl und Anwendung von HCD-Methoden bei Krisenmanagementsystemen. Der Leitfaden soll dabei zwei Ausführungen haben. Die Kurzfassung soll BOS die Relevanz von HCD nahebringen und die strukturelle Planung von Usability-Engineering erläutern. Es finden sich Erklärungen darüber, warum HCD in diesem Bereich besonders anspruchsvoll ist. Außerdem wird eine Auswahl von drei Methoden vorgestellt, welche sich zur Anwendung bei Krisenmanagement- und sicherheitskritischen Systemen bewährt haben, gleichzeitig aber zeit- und kosteneffektiv sind (Nielsen 1994, Kindsmüller et al. 2011, Zhang et al. 2003). Die in der ersten Version enthaltenen Methoden des Leitfadens sind Kontextanalyse, Think-Aloud und Heuristische Evaluation. Die erweiterte Fassung des Leitfadens richtet sich an Usability-Experten und gibt Handlungsempfehlungen zur Wahrnehmung ihre Rolle bei Vorbereitung und Durchführung der Methoden.

Abgeleitet aus den praktischen Erfahrungen von Offergeld & Oed (2006), beleuchtet der Leitfaden die Bedeutung und Anwendung von HCD für Organisationen welche Krisenmanagementsysteme *nutzen*. Es ist anzunehmen, dass HCD von IT-Unternehmen nur dann berücksichtigt wird, wenn BOS als Auftraggeber konkrete HCD-Methoden kennen und einfor-

dern (Offergeld & Oed 2006). Aufgrund der Schwierigkeit für Entwickler und Usability-Berater sich in Aufgaben und Prozesse des Krisenmanagements hineinzuversetzen, wird außerdem vorgeschlagen, dass BOS selbst Nutzerforschung durchführen oder Usability-Beratung extern beauftragen (Chilana et al. 2010). Der Leitfaden soll somit eine Grundlage für einen Austausch zwischen BOS, Entwickler und Usability-Experten über das Thema HCD bei Krisenmanagementsystemen schaffen.

Im Folgenden wird das geplante bzw. aktuell stattfindende Vorgehen zur Erstellung des Leitfadens beschrieben: Um erste Erfahrungen mit Usability-Methoden in der Domäne zu sammeln, wurde als erster Schritt ein Usability-Test und explorative Experteninterviews durchgeführt. Mit Hilfe der Think-Aloud-Methode wurde ein Krisenmanagementsystem mit Einsatzleitern evaluiert, welches es Fachanwendern erlaubt Krisensituationen in einem Büro-Nutzungskontext zu Analysezwecken zu simulieren (Sautter et al. 2015). Testpersonen waren zwei Einsatzkräfte des Roten Kreuzes, die realistische Aufgaben mit Hilfe des Krisenmanagementsystems lösen sollten. Der Test gab Aufschluss über die praktische Anwendbarkeit von HCD-Methoden in diesem Bereich.

Als nächster Schritt sollen mittels Experteninterviews grundsätzliche Informationen über mögliche Zielstellungen und Eigenschaften des Leitfadens eruiert werden. Die Interviewpartner sind entweder Experten im Themenfeld Usability oder im Bereich von Krisenmanagementsystemen. Zusätzlich finden Interviews mit Personal von BOS statt, um festzustellen, ob aktuell Usability eine hinreichende Bedeutung bei der Ausschreibung und Beschaffung von Krisenmanagementsystemen findet. Die Interviews werden mit Hilfe eines Interviewleitfadens geführt. Fragestellungen sind HCD-Methoden und deren Auswahlkriterien in Bezug auf Krisenmanagementsysteme sowie Hindernisse, die es typischerweise bei der Implementierung von HCD sowohl auf Seite der Softwareentwickler, als auch auf Seite der BOS gibt.

Auf Basis der Ergebnisse der Experteninterviews soll im nächsten Schritt ein erster Entwurf des HCD-Leitfadens erstellt werden. Sowohl für die Ausführung des HCD-Leitfadens für BOS als auch für die Ausführung für Usability-Experten soll im Anschluss eine Evaluation stattfinden. Ein besonderer Fokus liegt auf der Evaluierung als Grundlage zur Auswahl mehrerer zu Verfügung stehender Systeme zur Unterstützung einer bestimmten fachlichen Fragestellung. Weiterhin soll ein Workshop mit BOS-Experten durchgeführt werden, um deren Erfahrungen mit Gebrauchstauglichkeit sowie mögliche Ansatzpunkte zur Integration für die Konzeption des Leitfadens zu identifizieren.

4 Zusammenfassung

Usability ist ein zentrales Qualitätsmerkmal für Krisenmanagementsysteme. Um hohe Gebrauchstauglichkeit der Systeme zu gewährleisten reicht es nicht aus von deren Entwicklern „intuitive“ Benutzeroberflächen zu fordern. Ein Human Centered Design Leitfaden könnte helfen den unterschiedlichen Stakeholdern bei Endanwenderorganisationen, Softwareentwicklungsorganisationen und Usability-Beratern näherzubringen, wie Usability bei Krisen-

managementsystemen realisiert werden kann und welche Zuständigkeiten sich daraus ergeben. Ziel ist BOS für die Bedeutung von Usability zu sensibilisieren und mit einem Leitfaden gezielt zu unterstützen.

Danksagung

Das Projekt DRIVER, welches durch das siebte Rahmenprogramm der Europäischen Union FP7/2007-2013 (grant agreement n°607798) kofinanziert wird, hat eine paneuropäische Testumgebung für Krisenmanagement-Konzepte und -systeme zum Ziel (www.driver-project.eu).

Literaturverzeichnis

- Chilana, P. K., Wobbrock, J. O., & Ko, A. J. (2010). *Understanding usability practices in complex domains*. In Mynatt, E.; Fitzpatrick, G.; Hudson, S.; Edwards, K.; Rodden, T. (Hrsg.) *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. Atlanta, USA: ACM, S. 2337-2346.
- Gao, T., Massey, T., Sarrafzadeh, M., Selavo, L., Welsh, M. (2007). *Participatory User Centered Design Techniques for a Large Scale Ad-hoc Health Information System*. In Kravets, R. & Petrioli, Ch. (Hrsg.): *Proceedings of the 1st ACM SIGMOBILE international workshop on Systems and networking support for healthcare and assisted living environments*. New York, USA: ACM, S. 43-48.
- Gould, J.D. & Lewis, C. (1985). *Designing for Usability: Key Principles and What Designers Think*. In Communications of the ACM, Volume 28, Number 3.
- Karsten, A. (2015). *Führen durch die Chaos-Phase*. In: *Bevölkerungsschutz*. Bonn: Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
- Kindsmüller, M.C., Mentler, T., Herczeg, M. & Rumland, T. (2011). *Care & Prepare – Usability Engineering for Mass Casualty Incidents*. In ACM EICS4Med 2011: *Proceedings of the 1st International Workshop on Engineering Interactive Computing Systems for Medicine and Health Care*, Pisa, Italy, ACM, S. 30-35.
- Cluckner, S., Heintze, K., and Wendt, W. (2014) Designing for the User: Tailoring a Simulation Software Interface to the Needs of Crisis Managers, In Hiltz, S.R., Pfaff, M.S., Plotnick, L., & Shih, P.C., (Hrsg.) *Proceedings of 11th International ISCRAM Conference*, University Park, PA, USA.
- Lindgaard, G., Tsuji, B., Sen, D., Lundahl, S., MacMillan, D., Anderson, M., & Mongeau, M. (2010). *Using a user - centred approach to designing a public health crisis management system*. In IADIS International journal on WWW/Internet, 8(2), S. 151-166.
- Mentler T. & Herczeg M. (2014). *Interactive Cognitive Artifacts for Enhancing Situation Awareness of Incident Commanders in Mass Casualty Incidents*. In Stary, Ch. (Hrsg.): *ECCE 2014 Proceedings of the 2014 European Conference on Cognitive Ergonomics*. Vienna, Austria: ACM.
- Mentler, T., Kindsmüller, M.C., Herczeg, M. & Rumland, T. (2011). *Eine benutzer- und aufgaben-zentrierte Analyse zu mobilen Anwendungssystemen bei Massenanfällen von Verletzten*. In Heiss, H. (Hrsg.): *Informatik 2011*. Bonn, Germany: Gesellschaft für Informatik.
- Nestler, S., (2014). *Evaluation der Mensch-Computer-Interaktion in Krisenszenarien / Evaluating human-computer-interaction in crisis scenarios*. In Ziegler, J. (Hrsg.): *i-com*: Vol. 13, No. 1. Berlin: De Gruyter. S. 53–62.

- Norman, D. A. & Draper, S. W. (1986). *Introduction*. In Norman, D. A. & Draper, S. W. (Hrsg.): *User centered system design. New perspectives on human-computer interaction*. Hillsdale: Erlbaum. S. 1-6.
- Offergeld, M. & Oed, R. (2006). *Usability Engineering als Auftraggeberkompetenz*. In Bosenick, T., Hassenzahl, M., Müller-Prove, M. & Peissner, M. (Hrsg.): *Proceedings Usability Professionals 2006*. Stuttgart, Germany: German Chapter der Usability Professionals Association e.V.
- Sautter, J., Böspflug, L. & Schneider, F. (2015). *Entwicklung eines Interaktionskonzeptes zur Simulation und Analyse von MANV-Einsätzen*. In: *Mensch & Computer 2015 – Workshopband*. Oldenbourg-Verlag.
- Sautter, J., Engelbach, W. & Frings, S. (2012). *User-Centered Elaboration of an Integrated Crisis Management Modeling and Simulation Solution*. In Aschenbruck, N.; Martini, P.; Meier, M. & Tölle, J. (Hrsg.): *7th Security Research Conference, Future Security 2012*, Berlin, Germany: Springer.
- Shneiderman B., Plaisant, C. (2010). *Designing the user interface: Strategies for effective human-computer interaction*, 5. Auflage. Boston, USA: Addison-Wesley.

Ein Interaktionskonzept zur Simulation und Analyse von MANV-Einsätzen

Johannes Sautter¹, Lars Böspflug¹, Friederike Schneider²

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO¹
Deutsches Rotes Kreuz – Generalsekretariat²

Zusammenfassung

Planungen für den Massenanfall von Verletzten (MANV) finden bisher hauptsächlich in Form lokaler Einsatzkonzepte statt. Erstintreffende Führungskräfte sowie medizinische Einsatzleiter entscheiden im Ernstfall ad-hoc und unter Unsicherheit über taktische Kernpunkte der Einsatzbewältigung. Eine lokal-spezifische Ressourcenplanung für MANV-Ereignisse unterstützt durch ein computergestütztes Modellierungs- und Simulationssystem kann helfen durch lokale Handlungsleitfäden für Einsatzleiter Unsicherheiten zu verringern. Der Artikel beschreibt die iterative Entwicklung eines Interaktionskonzeptes, das durch Fachanwender bedient werden kann, sowie dabei aufgetretene Herausforderungen wie eine selbstbeschreibungsfähige Interaktionsgestaltung und das Vertrauen der Anwender in die Validität der Simulationsergebnisse. Der Grad der Interaktivität der Benutzer-Modell-Interaktion sowie die Anzahl betrachteter Ergebnis-Indikatoren variieren hierbei.

1 Einleitung

Im medizinischen Bevölkerungsschutz agieren haupt- und ehrenamtliche Kräfte von Hilfsorganisationen wie Malteser, Deutsches Rotes Kreuz, Arbeiter-Samariter-Bund und Johanniter im Auftrag des Bundes, der Länder und der Kommunen. Neben der medizinischen Versorgung im Regelrettungsdienst gewährleisten sie auch die Versorgung im Fall von Großschadenslagen. Ein Massenanfall von Verletzten (MANV) ist dabei definiert als ein Notfall mit einer größeren Anzahl von Verletzten, Erkrankten oder Betroffenen, der mit vorhandenen Ressourcen aus dem Rettungsbereich nicht bewältigt werden kann (BBK 2013). Als ein wesentlicher Prozessschritt des MANV weist die Sichtung Patienten Sichtungskategorien (SK) zu. Rot steht hierbei für Schwerverletzte der Sichtungskategorie 1, gelb für mittelschwer-Verletzte (SK2) und grün für Leichtverletzte (SK3). Praktiker und Experten der Hilfsorganisationen wünschen sich aktuell eine bessere Ressourcenplanung über Kommunen- und Landkreisgrenzen hinweg (DRK 2012). Ein Analyse-Simulationstool kann das regelmäßige Üben von MANV-Einsätzen ergänzen und Einsatzleitern erlauben,

verschiedene einsatztaktische Optionen unter lokalen Vorgaben zu Rettungsmitteln und Krankenhäusern zu erörtern – ohne gleichzeitig hohe finanzielle Mittel aufwenden zu müssen (Sautter et al. 2014a).

Als potentielle Benutzer eines Analyse-Simulationssystems im besonders sicherheitskritischen Nutzungskontext der Zivilen Sicherheit wurden in einer Kontextanalyse Einsatzleiter und Führungskräfte (u.a. Organisatorischer Leiter Rettungsdienst, Leitender Notarzt) identifiziert. Demnach verfügen sie über mittelmäßige IT-Anwenderkenntnisse und würden das Simulationstool in einer ruhigen unterbrechungsfreien Umgebung anwenden. Weiterhin ist eine Nutzung zu Demonstrationszwecken bei der Führungskräfteausbildung, im Einsatzleitwagen bei Übungen sowie eventuell bei realen Einsätzen möglich. Neben der Bedienung per Maus ist die Benutzung per Touchscreen für den mobilen Einsatz sowie in der Freizeit der Anwender (ggf. abends auf dem Sofa) ebenfalls gewünscht.

Simulationstools werden bisher meist durch Fachanwender und Simulationsexperten bedient. Laien im Bereich Modellierung und Simulation sind durch ihre mangelnden Modell-Kenntnisse nur schwer in der Lage computergestützte Modelle richtig zu bedienen und vor allem zu interpretieren (Brailsford et al. 2009). Eine Herausforderung für Entwickler ist es daher Systeme so zu konzipieren, dass diese nur valide Parametereingaben zulassen und Ergebnisse adäquat darstellen, so dass auch Laien sie richtig deuten können. Dafür ist innerhalb der Analyse und Konzeptionsphase eine enge Abstimmung zwischen Simulationsmodell und Mensch-Maschine-Schnittstelle notwendig. Aber auch Unsicherheiten des Modells, Basisdaten, Validität und die Akzeptanz bei Nutzern müssen berücksichtigt werden. Über einen Zeitraum von ca. zwei Jahren wurden drei verschiedene Interaktionskonzepte unter der Beachtung bekannter Vorbedingungen konzipiert und mit Benutzern evaluiert. Der vorliegende Artikel beschreibt die Konzeption und Evaluation dieser Interaktionskonzepte. Dabei werden zunächst Parameter und Indikatoren als Grundkonzepte von Analyse-Simulationsmodellen betrachtet. Anschließend wird auf den eigentlichen Prozess der Entwicklung eingegangen.

2 Grundkonzepte der Simulation für Analysezwecke

Ein Simulationsmodell wird im Folgenden als eine abstrakte computergestützte Repräsentation eines Systems oder eines Prozesses verstanden (Carson 2005). Simulation bedeutet hierbei ein Modell mit passenden Parametern zu steuern und dessen Ausgaben zu beobachten. Damit die Ergebnisdatensätze eines Analyse-Simulationstools interpretiert werden können, bedarf es quantitativer Indikatoren. Sie sind ein Grundkonzept im Bereich der Modellierung und Simulation und bilden Modellzustände bzw. komplexe Datenreihen und Wertemengen auf einzelne Wertkennzahlen ab (Dihé et al. 2013). Die Nutzung von Indikatoren erlaubt neben dem detaillierten Einblick in die Simulationsergebnisse auch eine aggregierte Analyse. Vor allem der Vergleich unterschiedlicher Simulationsläufe mit unterschiedlichen Analysefragestellungen wird dadurch vereinfacht. Ein Simulationslauf zeichnet sich dabei durch einen bestimmten Anfangs- und Endzustand aus. Ein allgemeines Interaktionskonzept für Analyse-Simulation ist in der Simulationsplattform Netlogo umgesetzt

und besteht aus der Parametereingabe, die den ersten Schritt der Nutzerinteraktion darstellt. Sobald die Modellausführung gestartet wird, ändert sich die grafische Modellrepräsentation und die Indikatoren-Anzeige (Tisue & Wilensky 2004).

In einem Workshop mit Anwendern des MANV-Simulationstools konnten mittels eines Brainstormings wesentliche Faktoren eines MANV-Einsatzes identifiziert und priorisiert werden. Die Parameter und Indikatoren aus den einzelnen Kategorien werden im Folgenden aufgelistet:

- **Lage:** Anzahl Patienten, Wetterverhältnisse, Anzahl der Patienten, die laufen können (Szenario-Parameter)
- **Einsatztaktik:** Anzahl beteiligter medizinischer Einsatzkräfte, Anzahl verwendeter Einsatzabschnitte, Zeit bis zur Nachalarmierung (Parameter)
- **Erfolgskriterien:** Zeit bis Vorsichtung abgeschlossen ist, Zeit bis der erste rote Patient behandelt wird, Zeit bis der letzte rote Patient behandelt wurde, Zeit bis alle rot-gesichteten Patienten den Notfallort verlassen haben, Zeit bis letzter rote Patient im Krankenhaus eintrifft (Einsatzziel), Verhältnis zwischen Einsatzkräften und Patienten, Zeit bis RMHP eingerichtet ist, Zeit bis Bereitstellungsraum eingerichtet ist, Zeit bis BHP eingerichtet ist, Zeit bis der letzte Patient im Krankenhaus eintrifft (Indikatoren)

Die zur Verfügung stehende Datengrundlage ist eine wesentliche Vorbedingung zur Entwicklung eines Simulationsmodells. Eine Kalibrierung und Validierung unter Berücksichtigung der zu beantwortenden Analysefragestellung erfolgt als wesentlicher Bestandteil der Modellentwicklung (Railsback & Grimm 2012). Vertrauen in die Validität des Simulationstools ist Grundbedingung für die Akzeptanz des Systems. Bei der Simulation von MANV-Einsätzen spielen Evaluationsdaten aus realen Einsatzübungen eine wesentliche Rolle (Sautter et al. 2014b). Daten der Leitstelle von vergangenen Realeinsätzen sind weiterhin potentiell nutzbar.

3 Indikator-Timeline mit vordefinierter Strategie

Parameter und Indikatoren: Zentrales Element der ersten Iteration in der Entwicklung ist die Visualisierung des einzelnen Indikators „Zeit bis letzter roter Patient von der Einsatzstelle abtransportiert wurde“ auf einer Timeline. Zur Eingabe der Parameter werden dem Nutzer zwei Möglichkeiten zur Verfügung gestellt, um die Einsatzplanung für einen MANV mithilfe der lokal zur Verfügung stehenden Ressourcen handlungsschnell und zielgerichtet durchzuführen: Entweder kann durch die Auswahl eines Einsatzstichwortes der Alarm- und Ausrückeordnung AAO (bspw. „MANV25“) die Ressourcenanforderung definiert werden („Automatic Deployment“ oben links in Abb. 1) oder es kann eine freie Auswahl der Rettungsmittel erfolgen (links in Abb. 1).

Interaktion: Als wesentliche Bedienelemente stehen dem Nutzer ein Drop-Down-Menü zur Auswahl von Einsatzstichworten der lokalen AAO (siehe oben links in Abb. 1) und eine Zeitleiste, auf der der Indikatorwert abgelesen werden kann, zur Verfügung. Des Weiteren

können verschiedene Einsatzfahrzeuge manuell per Drag'n Drop hinzugefügt und weggenommen werden. Durch die schnelle Auswirkung der Eingaben auf das Modell ergibt sich eine sehr hohe Interaktivität mit vordefinierten Strategien zum Wählen und Ablesen.

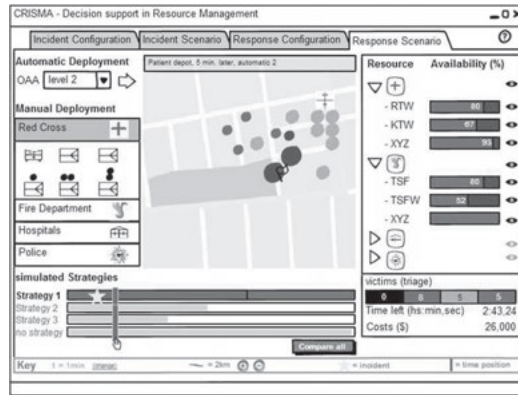


Abbildung 1: Konzept der Indikator-Timeline mit vordefinierter Strategie

Zuvor werden taktische Einsatzabläufe als Strategien durch den Benutzer festgelegt. Die Konsequenzen der ausgewählten Strategie werden auf Basis des zentralen Indikators ausgewertet. Dies erlaubt es dem Benutzer, eine schnelle Einschätzung zur Eignung der gewählten Parameter zu bekommen. Dennoch können die Ergebnisse anderer Bewertungsindikatoren wie beispielsweise die Anzahl der Verletzten einer Sichtungskategorie zu einem Zeitpunkt für jede Strategie explorativ per Klick auf die Timeline dargestellt werden. Die Anzeige der Anzahl der Verletzten an der Schadensstelle (unten rechts in Abb. 1) wird dann zum ausgewählten Zeitpunkt angezeigt. Neben den Verletztenstatus zeigt Abb. 1 alle zur Verfügung stehenden Ressourcen einer Region (rechts in Abb. 1) sowie eine Kartendarstellung des Einsatzgebiets (Mitte in Abb. 1).

Evaluation: Eine Evaluation des Konzeptes fand im Rahmen eines Poster-Workshops und eines User-Guided Walkthroughs statt. Die Teilnehmer des Poster-Workshops waren Experten des Bevölkerungsschutzes. Hierbei wurde identifiziert, dass es möglich sein könnte, jedem Einsatzabschnitt (bspw. Patientenablage) implizit eine fachliche Einsatztaktik/Strategie zuzuordnen. Außerdem erkannten die Nutzer nicht, dass das Hauptergebnis auf der Timeline abgelesen werden kann. Somit konnte dieses Konzept so nicht umgesetzt werden und bedurfte einer Überarbeitung.

4 Indikator-Timeline mit impliziter Strategie

Parameter und Indikatoren: Bei der zweiten Iteration wird die Timeline optisch verändert dargestellt und dient weiterhin der Visualisierung des zentralen Indikators „Zeit bis letzter roter Patient von der Einsatzstelle abtransportiert wurde“. Im Vergleich zum vorherigen

Konzept erfolgt bewusst keine parallele Visualisierung mehrerer Strategien (siehe Abb. 2). Die beiden Möglichkeiten der Parametereingabe von Iteration 1 (Dropdown der AAO-Einsatzstichworte und Drag'n Drop) wurden beibehalten.

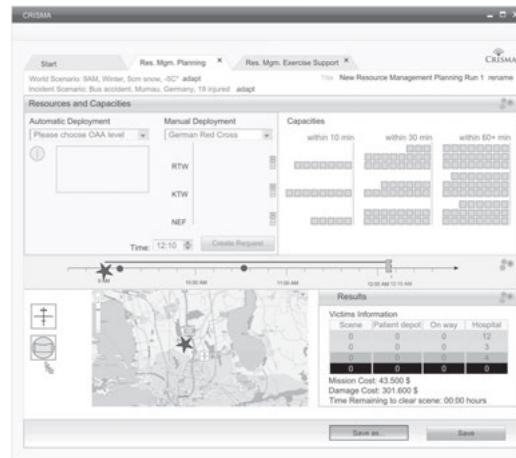


Abbildung 2: Konzept der Indikator-Timeline mit impliziter Strategie

Interaktion: Das Grundkonzept besteht hier darin, dass Änderungen der Ressourcenanforderungen oder die Verwendung eines bestimmten Einsatzabschnittes/einer taktischen Fläche (Patientenablage, Behandlungsplatz) eine Strategie implizieren und keine weiteren Angaben zu Einsatzabläufen notwendig sind. Dies hat sofortige Auswirkung auf das Modell und dessen Visualisierung in der Kartenansicht sowie der tabellarischen Patientenübersicht und der Indikator-Anzeige in der Timeline (rote Linie in Abb. 2). Die Ereignisleiste/der Slider kann innerhalb der Timeline vorwärts und rückwärts verschoben werden. Die Kartenansicht zeigt bei jeder Slider-Position die jeweils vor Ort vorhandenen Ressourcen zum jeweiligen Zeitpunkt in der Einsatzbewältigung. Diese Informationen geben dem professionellen Nutzer Auskunft darüber welche Einsatzstrategie am besten geeignet ist und unterstützen ihn so in der Entscheidungsfindung (Sautter et al. 2014a). Bei Fachanwendern bekannte taktische Zeichen dienen der Visualisierung von Fahrzeugen und Einsatzabschnitten.

Evaluation: Die Evaluierung fand, wie schon bei der ersten Iteration, in Form eines UserGuided Walkthroughs statt. Erkenntnis war, dass ein Indikator alleine nicht genug Aussagekraft besitzt, um den Benutzer in dessen Erkenntnisgewinn adäquat zu unterstützen. Außerdem erkennt der Nutzer trotz der visuellen Überarbeitung der Timeline nicht, dass das Hauptergebnis auf der Timeline abgelesen werden kann. Folglich sollten mehrere Indikatoren parallel visualisiert werden, um eine vergleichende Bewertung zu mehreren Erfolgskriterien der Einsatzbewältigung zu erzielen.

Technische Randbedingungen: Das Interaktionskonzept konnte im Projekt aus technischer Sicht nicht umgesetzt werden, da zur Umsetzung des hohen Grades an Interaktivität eine hohe Performanz und kurze Modelllaufzeit notwendig gewesen wäre.

5 Niedrige Interaktivität mit mehreren Indikatoren

Parameter und Indikatoren: Die dritte Iteration stützt sich nicht mehr nur auf die Visualisierung eines einzelnen Indikators, sondern beinhaltet die Idee mehrere Indikatoren zu verwenden und den Grad an Interaktivität zu reduzieren. Dabei gibt es zwei separate Dialoge: In der Parametrisierung werden Szenarien mit hinterlegten Basisdaten zu Schadenslage und Ressourceninfrastruktur ausgewählt und vom Benutzer veränderliche Parameter eingegeben. Die Ergebnisanzeige dient nach Betätigung eines Start-Buttons der Visualisierung der Kernpunkte der Einsatzbewältigung und des Patienten-Outcomes mittels Diagrammen.

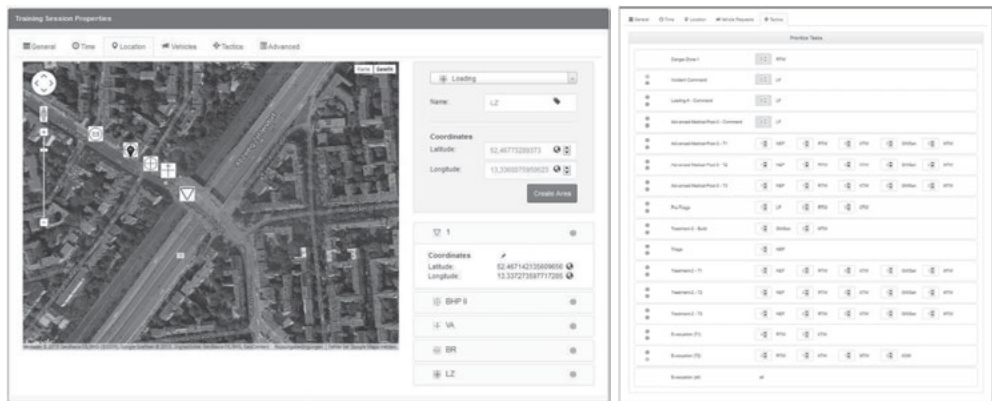


Abbildung 3: Parametrisierung der Einsatzabschnitte (a) und der zugehörigen einsatztaktischen Aufgaben (b)

Interaktion: Zunächst wird ein Schadensszenario gewählt (bspw. „Zugunglück in Berlin mit 213 Verletzten“). Die Anwendung lädt das Schadensszenario einschließlich der Rettungsinfrastruktur (Standorte Rettungswachen und Kliniken) sowie der lokalen AAO. Im nächsten Reiter „Locations“ (s. Abb. 3a) kann der Benutzer alle beabsichtigten Einsatzabschnitte definieren. Der nächste Reiter erlaubt die Definition der Ressourcenanforderungen im Zeitverlauf. Bspw. kann die Anforderung von vier Rettungstransportwagen (RTW) und zwei Löschfahrzeuge (LF) eine Minute nach dem Vorfall bereits im Dialog vorgegeben sein. Je nach Lagebild des ersteintreffenden Fahrzeuges und entsprechender Nachforderung und Einsatztaktik, kann der Benutzer bspw. eine frühe Ressourcenanforderung von Katastrophenschutzeinheiten nach 12 Minuten definieren. Im Reiter „Tactics“ besteht die Möglichkeit bestimmten einsatztaktischen Aufgaben Ressourcen zuzuordnen und diese zu priorisieren (siehe Abb. 3b). Im nächsten Schritt wird die Simulation gestartet, in dem der Button „Start Planning Session“ geklickt wird. Der Ergebnisanzeige (siehe Abb. 4) zeigt dann am oberen Bildschirmrand die benötigten Zeiten für die einzelnen Phasen der Einsatzbewältigung. Die Werte der Simulations-Indikatoren werden am rechten Bildschirmrand angezeigt. Die Zeiten, die Patienten einer Sichtungskategorie in einem bestimmten Zustand verblieben sind, werden in einem Balkendiagramm visualisiert. Das

Beispiel in Abbildung 4 zeigt, dass der erste rote Patient die ersten präklinischen Maßnahmen ca. 25 Minuten nach dem Zwischenfall erhielt.



Abbildung 4: Ergebnisanzeige nach erfolgreichem Simulationslauf

Evaluation: Neben Experten-Reviews konnten zur Validierung der Interaktionskonzepte zu Parametrisierung und Ergebnisanzeige auch Nutzertests genutzt werden, bei denen die Teilnehmer nach der „Think-Aloud-Methode“ ihre Eindrücke und Interpretationen laut mitteilen. Im Reiter „Location“ bereitete den Testpersonen das Setzen der Einsatzabschnitte erhebliche Probleme. Innerhalb des Reiters „Vehicle Requests“ bereitete den Testpersonen vor allem das Hinzufügen und Löschen von Fahrzeugen Probleme. Im Reiter „Tactics“ fällt auf, dass die Testpersonen nicht erkennen, dass die dort angezeigten einsatztaktischen Aufgaben aus den zuvor definierten Einsatzabschnitten abgeleitet sind.

Technische Randbedingungen: Zur Umsetzung wurde ein agentenbasiertes Simulationsmodell verwendet, das eine längere Laufzeit besitzt (mehrere Minuten).

6 Zusammenfassung und Ausblick

Wesentliche Aspekte zur Konzeption und Evaluation von Interaktionskonzepten, die durch Fachanwender bedient werden können, wurden in diesem Artikel beschrieben. Die Ergebnisse der Evaluation lassen darauf schließen, dass es noch Optimierungspotential im Hinblick auf Modellierung, Usability und Interaktivität gibt. Gewonnene Erkenntnisse von Analyse-Simulationsläufen können verwendet werden um Massenanfallszenarien mittels Feld- oder Kommandoübungen zu trainieren. Ferner können sie für eine Korrektur operativer Taktik- und Einsatzpläne und zur Erarbeitung lokal-spezifischer Handlungsempfehlungen für

Führungskräfte entscheidend sein. Dies ist insofern besonders relevant, da in vielen Landkreisen – glücklicherweise – Erfahrungen aus Real-Einsätzen fehlen.

Ein zusätzliches Wunschfeature der Benutzer war es einen dynamische Patientenverlauf zu modellieren, was mangels Datengrundlage nicht möglich war. Mit einem technisch-performeren Modell könnte der Grad der Interaktion erhöht werden, so dass der Benutzer ähnlich den ersten beiden Konzepten explorativ vorgehen kann. Die Integration von bekannten „Gaming Features“ könnten dabei helfen die Anwendung nutzerfreundlicher zu gestalten.

Danksagung

Besonderer Dank gilt neben den geduldigen Führungskräften des DRK Matthias Max, Janina Hofer, Daniel Orlowski und Patrick Drews sowie unseren Projektpartnern Maria Egly, Peter Kutschera und Denis Havlik von AIT, Martin Scholl von cismet, Martin Sommer, Frank Jonat und Holger Bracker von Airbus Defence and Space sowie Kalev Rannat mit Team von der Tallinn University of Technology und Oren Deri von NICE. Das Projekt CRISMA wird vom Technischen Forschungszentrum Finnlands VTT geleitet und durch die EU kofinanziert (FP7/2007-2013, grant agreement no. 284552, www.crismaproject.eu).

Literaturverzeichnis

- Brailsford, S. C., Harper, P. R., Patel, B., and Pitt, M. (2009). “An analysis of the academic literature on simulation and modelling in health care.” *J Simulation* 3 (3): 130–40. doi:10.1057/jos.2009.10.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK), ed. (2013). *BBK-Glossar: “Ausgewählte zentrale Begriffe des Bevölkerungsschutzes”*. Stand/Auflage 02/2013 8. Bonn.
- Carlson et al. (Hg.) (2005): “*Discrete-event system simulation*”. 4th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Dihé, P.; Denzer, R.; Polese, M.; Heikkilä, A.; Havlik, D.; Sautter, J.; Hell, T.; Schlobinski, S.; Zuccaro, G. und Engelbach, W. (2013). “An architecture for integrated crisis management simulation.”. *Proceedings of the 20th International Congress on Modelling and Simulation, Adelaide, Australia, 1–6 December 2013*.
- Deutsches Rotes Kreuz. “Zukünftige Schwerpunkte und Forschungsbedarfe im Deutschen Roten Kreuz“, Newsletter – Neues aus der Sicherheitsforschung, 2012.
- Railsback, Steven F.; Grimm, Volker (Hg.) (2012): “*Agent-based and individual-based modeling*.” A practical introduction. Princeton: Princeton University Press.
- Sautter, J.; Hofer, J.; Wirth, S.; Engelbach, W.; Max, M.; Tenso, T. und Bracker, H. (2014a). “*Local-specific resource planning for mass casualty incidents*.” Proceedings of the 11th International ISCRAM Conference – University Park, Pennsylvania, USA, May 2014.
- Sautter, J.; Habermann, M.; Frings, S.; Schneider, F.; Schneider, B. und Bracker, H. (2014b). “*Übungsunterstützung für Einsatztrainings des Massenanfalls von Verletzten (MANV)*.” Tagung der Gesellschaft für Informatik, 22.–26. September 2014 in Stuttgart, Deutschland Bonn: Köllen, 2014 (GI-Edition – Lecture Notes in Informatics (LNI) – Proceedings 232).

Tisue, S.; Wilensky, U. (2004): NetLogo: *“Design and implementation of a multi-agent modeling environment”*. In: Design and implementation of a multi-agent modeling environment. Proceedings of the Agent 2004 Conference on Social Dynamics: Interaction, Reflexivity and Emergence, Chicago, IL.

Gaze Guiding zur Unterstützung der Bedienung technischer Systeme

Kathrin Bischof¹, Benjamin Weyers², Barbara Frank¹, Annette Kluge¹

Lehrstuhl für Wirtschaftspsychologie, RuhrUniversität Bochum¹
Virtual Reality Group, RWTH Aachen University²

Zusammenfassung

Die Vermeidung von Bedienfehlern ist gerade in sicherheitskritischen Systemen von zentraler Bedeutung. Um das Wiedererinnern an einmal erlernte Fertigkeiten für das Bedienen und Steuern technischer Systeme zu erleichtern und damit Fehler zu vermeiden, werden sogenannte Refresher Interventionen eingesetzt. Hierbei handelt es sich bisher zumeist um aufwändige Simulations- oder Simulatortrainings, die bereits erlernte Fertigkeiten durch deren wiederholte Ausführung auffrischen und so in selten auftretenden kritischen Situationen korrekt abrufbar machen. Die vorliegende Arbeit zeigt wie das Ziel des Wiedererinnerns auch ohne Refresher in Form einer Gaze Guiding Komponente erreicht werden kann, die in eine visuelle Benutzerschnittstelle zur Bedienung des technischen Prozesses eingebettet wird und den Fertigungsabruf durch gezielte kontextabhängige Ein- und Überblendungen unterstützt. Die Wirkung dieses Konzepts wird zurzeit in einer größeren DFG-geförderten Studie untersucht.

1 Einleitung und Motivation

Gemäß der *Theory of Disuse* von Bjork und Bjork (1992; Bjork 2011) nimmt die Abrufstärke von einmal erlerntem Wissen oder Fertigkeiten nach einer längeren Phase des Nichtgebrauchs ab. Dies führt zu einer erschwerten Abrufbarkeit dieser Fertigkeit, was allgemein hin als „Vergessen“ bezeichnet wird. Bei der Bedienung von automatisierten technischen Systemen wie auch bei der Prozesskontrolle ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass einmal erlernte Fertigkeiten über einen längeren Zeitraum nicht verwendet werden (Kluge et al. 2009). Ein solcher Fertigkeitsverlust kann in kritischen Situationen zu fehlerhaften Eingaben und Bedienfehlern und schlussendlich zu Unfällen führen (Onnasch et al. 2014; Parasuraman et al. 2000). Um dies zu verhindern, werden in der Praxis sog. Refreshertrainings durchgeführt. Diese dienen dazu ein Leistungsniveau wiederherzustellen, das am Ende eines Ersttrainings bereits vorhanden war und seit diesem die benötigten Fertigkeiten innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls nicht wieder abgerufen wurden (Kluge

& Frank 2014). Häufig werden solche Trainings in Simulatoren durchgeführt, die das reale technische System nachbilden und das gezielte und gefahrlose Ausführen (Auffrischen) bestimmter Bedienprozesse ermöglichen (Kluge et al. 2009).

Durch den Einsatz visueller Mechanismen ist es möglich, den Blick und damit die Aufmerksamkeit eines Benutzers auf bestimmte Elemente einer Benutzeroberfläche zu lenken. Dies wird im Folgenden als *Gaze Guiding* bezeichnet. Für die visuelle Lenkung der Aufmerksamkeit eignen sich besonders Mechanismen, die präattentiv, also vor der eigentlichen bewussten Aufmerksamkeit wahrgenommen werden (Ware 2004). Beispiele hierfür wären die Form, Farbe, Bewegung oder räumliche Position eines Objektes sowie die Richtung, in die sich ein Objekt bewegt. Mit entscheidend dafür, ob ein Objekt präattentiv wahrgenommen wird, ist aber auch, wie stark sich dieses von anderen in seiner Umgebung unterscheidet und wie unterschiedlich die Umgebungsobjekte untereinander sind.

Die in diesem Artikel vorgestellte Forschungsarbeit stellt eine Vorarbeit dar, die die Untersuchung von Gaze Guiding zur Unterstützung des Fertigkeitsabrufs hinsichtlich deren Wirksamkeit in einer DFG geförderten Studie ermöglichen soll. Dazu wird im Folgenden eine softwaretechnische Implementierung vorgestellt, die einen kontextabhängigen Einsatz von Gaze Guiding zur Anwendung von Refresher Interventionen ermöglicht. Es werden Ein- und Überblendungen verwendet, die in Abhängigkeit des aktuellen Systemzustands eines Beispielsystems die jeweilige Bedienoberfläche anpassen. Hierzu beschreibt der folgende Abschnitt das implementierte Softwaremodul im Detail sowie dessen Verwendung im Simulationssystem AWASim (Kluge & Frank 2014), welches die Steuerung eines Abwasseraufbereitungssystems simuliert und für die zuvor genannte Studie verwendet wird. Hierzu wurden bereits umfangreiche Vorstudien durchgeführt und veröffentlicht (Kluge & Frank 2014). Anschließend wird ein Szenario vorgestellt, in dem das Gaze Guiding den Nutzer bei der Bedienung der Anlage unterstützt und bei Fehlbedienungen in den Bedienprozess eingreift. Der Artikel schließt mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick auf zukünftige Arbeiten ab.

2 Gaze Guiding Rahmenwerk

Für die Verwendung von Gaze Guiding für den Fertigkeitsabruf wurde ein Rahmenwerk in Java entwickelt, das einen Satz von visuellen Mechanismen bereitstellt, um Elemente oder Bereiche einer visuellen Benutzeroberfläche (GUI) abhängig vom Zustand des zu steuernden Prozesses hervorhebt. So kann der Benutzer gezielt an den aufzufrischenden Steuerungsprozess erinnert werden, ohne dabei den Interaktionskontext verlassen zu müssen. Die Arten der Hervorhebung oder Überblendung wurden dabei aus der Forschung zur Aufmerksamkeitslenkung abgeleitet und als XML basierte Beschreibung dem Gaze Guiding Rahmenwerk zur Verfügung gestellt. Die für das Gaze Guiding notwendige Zustandsdetektion beruht auf einer Zustandsmodellierung, welche Systemzustände als Menge von Systemwerten beschreibt, wobei diese mit einem bestimmten Wertintervall oder Grenzwert assoziiert werden. Im Folgenden wird zunächst diese Modellierung von Systemzuständen beleuchtet, woraufhin in Abschnitt 2.2 die einzelnen Gaze Guiding

Mechanismen beschrieben werden, die zurzeit implementiert sind. Abschnitt 2.3 präsentiert im Anschluss die Implementierung des Gaze Guiding Rahmenwerks in seiner Gesamtheit.

2.1 Systemzustandsmodellierung

Im Rahmen der vorgestellten Arbeit werden Systemzustände als Menge von Systemwerten beschrieben, welche mit Grenzwerten oder Intervallen assoziiert werden. Sei daher eine Menge von Systemzuständen S angenommen, wobei jeder Zustand s_i in S ein Tupel von Werten w_j ist, so dass jedes w_j einen Systemwert des zu steuernden Systems repräsentiert und Elemente der Menge W aller messbaren Systemwerte ist. Für jeden Zustand s_i sei weiterhin eine Funktion g_i definiert, die alle Element von s_i jeweils einem Intervall $[n, m]$ zuordnet. Ein System befindet sich daher in einem Zustand s_i genau dann, wenn für alle w_j von s_i gilt, dass der gemessene Systemwert $w_{j,t}$ zum Zeitpunkt t im assoziierten Intervall von w_j liegt, daher $n \leq w_{j,t} \leq m$ gilt.

Für die Implementierung des Rahmenwerks wurde eine XML basierte Beschreibung entwickelt, welche die Modellierung dieser Zustände ermöglicht. Im Rahmen der vorgestellten Arbeit wird diese Zustandsmodellierung genutzt, um bei so beschriebenen Systemwertkonstellationen entsprechende Gaze Guiding Mechanismen in die Benutzerschnittstelle einzublenzen. Daher sollten nicht nur Zustände modelliert werden, welche Normalbetriebszustände beschreiben, sondern auch Fehlerzustände bis hin zu kritischen Zuständen. Das entsprechende Matching von Systemzuständen zu Gaze Guiding Mechanismen wird detailliert im folgenden Abschnitt diskutiert. Dabei ist wichtig, dass in der XML Beschreibung IDs für Zustände spezifiziert werden, die entsprechend in der Beschreibung des Gaze Guiding Modells referenziert werden können.

Diese Art der Modellierung von Systemzuständen ermöglicht eine sehr flexible Beschreibung, ist allerdings weder notwendigerweise überschneidungsfrei, was einzelne Zustände angeht, noch vollständig bezüglich der Gesamtheit aller möglichen Zustände eines Systems. Dies ist zurzeit dem Modellierer überlassen. Zukünftige Arbeiten zielen darauf ab, solche Überschneidungen automatisch zu identifizieren sowie den Modellierer mit weiteren visuellen Werkzeugen bei der Beschreibung der Zustände zu unterstützen. Weiterhin zielen zukünftige Arbeiten darauf ab auch unscharfe Beschreibungen zuzulassen.

2.2 Gaze Guiding Modellierung

Zur Beschreibung des Gaze Guidings werden XML-Beschreibungen für die Art der Hervorhebungen sowie deren Referenz auf den entsprechenden Zustand für eine Einblendung von einem Experten erzeugt, welche auf einem XML-Schema basieren und validiert werden können. Die XML-basierte Beschreibung umfasst Angaben darüber, auf welchen Bereich der visuellen Benutzerschnittstelle eine oder mehrere dieser Hervorhebungen angewendet werden sollen sowie über die Eigenschaften hinsichtlich ihrer Erscheinung. Darunter fallen etwa die Form, die Farbe oder die Größe. Abhängig von der Hervorhebung können weitere Angaben gemacht werden, bei denen entweder aus einigen vorgegebenen Werten ein spezifischer ausgewählt wird, wie die Zeigerichtung eines Pfeils,

oder beliebig festgesetzt werden kann, wie die Frequenz eines Blinkens. Einige Angaben sind dabei notwendig, für andere werden Default-Werte verwendet, wenn diese nicht angegeben werden. Alle Hervorhebungen, die gleichzeitig beim Eintreten eines Zustandes auftreten sollen, werden bei der Beschreibung in einem sogenannten Toolset zusammengefasst, welches jeweils mit einem entsprechenden Zustand aus der Zustandsmodellierung assoziiert wird. Die Hervorhebungen bleiben dabei so lange eingeblendet, bis der Benutzer eine Aktion auf der Benutzeroberfläche durchführt. Die Implementierung stellt zurzeit unter anderem die folgenden Einblendungen zur Verfügung, die in Abbildung 1 beispielhaft zu sehen sind. Die der Abbildung zugrunde liegende technische Applikation zur Steuerung einer Wasseraufbereitungsanlage wird in Abschnitt 3 im Detail vorgestellt.

- Transparente abgedunkelte Fläche mit freiem Bereich für das relevante Element
- Anzeigen einer textuellen Nachricht, auch mit Piktogrammen. So zeigt Abbildung 1(a) mit einem Piktogramm einer Ventilschaltfläche, dass sich der Hinweistext auf ein Ventil bezieht.
- Farbiger Rahmen als Umrandung eines Elements (b), auch blinkend

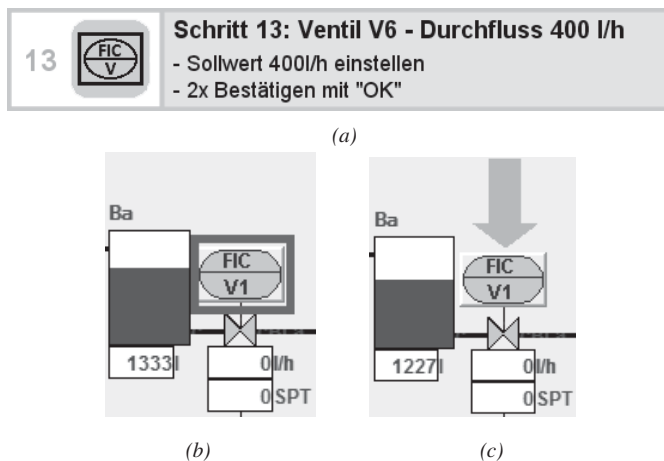


Abbildung 1: Beispiele für mögliche Einblendungen: (a) textuelle Nachricht mit einem Piktogramm eines Ventils, auf das sich die Nachricht bezieht (b) farbiger Rahmen, der die Schaltfläche des Ventils V1 umrandet (c) nach unten zeigender Pfeil auf die Ventilschaltfläche V1

- Ein Pfeil, der auf das entsprechende Element zeigt (c), auch blinkend

Darüber hinaus gibt es Hervorhebungen, die bis zum nächsten Eintreten eines Zustandes eingeblendet werden. Dazu gehört unter anderem ebenfalls ein farbiger Rahmen als Umrandung des relevanten Elementes und eine abgedunkelte transparente Fläche, die über einen ausgewählten Bereich gelegt werden kann. Des Weiteren kann angegeben werden, ob eine Linie zwischen zwei Einblendungen gezogen werden soll, um so beispielsweise eine visuelle Verbindung einer textuellen Nachricht mit einem Rahmen darzustellen, der den relevanten Bereich umgibt (Abbildung 2).

Die Reihenfolge, in der die einzelnen Hervorhebungen in einem Toolset beschrieben werden, ist beliebig. Die Implementierung sieht vor, dass zuerst gegebenenfalls die abgedunkelte Fläche angezeigt wird, damit die anderen Einblendungen nicht durch diese verdeckt werden. Danach erscheinen, wenn angegeben, die Verbindungslinien gefolgt von den anderen Hervorhebungen.

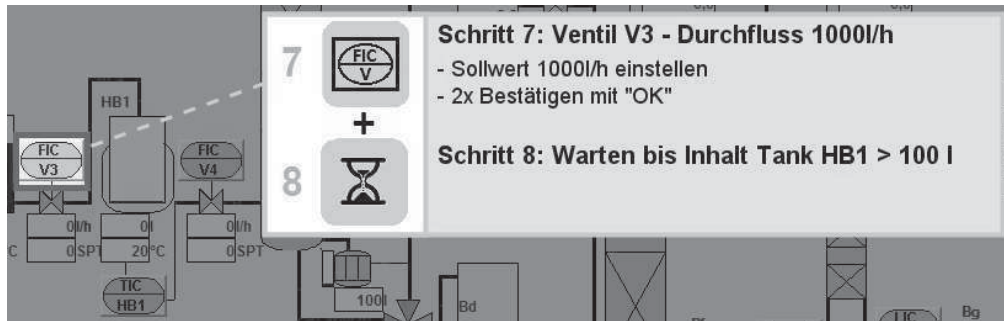


Abbildung 2: Beispiel einer Verbindungslinie zwischen einem Hilfstext mit zwei Piktogrammen und einem farbigen Rahmen, um anzuzeigen, dass sich die erste Anweisung im Hilfstext auf die Schaltfläche des Ventils V3 bezieht. Zudem wird eine abgedunkelte Fläche über die gesamte Benutzerschnittstelle gelegt, mit einem freien Bereich für die Schaltfläche des Ventils V3.

2.3 Gaze Guiding Rahmenwerk – Implementierung

Grundsätzlich kann das Rahmenwerk für jede Java Swing-basierte Benutzerschnittstelle angewandt werden. Der schematische Ablauf ist dabei in Abbildung 3 zu sehen. Hierzu erfolgt die Einblendung auf das Fenster einer solchen Implementierung, so dass kein tiefgehender Eingriff in die zugrunde liegende Implementierung notwendig ist. Notwendig ist jedoch der Zugriff auf die aktuellen Systemwerte, was bspw. durch eine Extraktion von Systemwerten aus Logdaten ermöglicht werden kann.

Durch diesen Zugriff wird durch einen Regelauswerter geprüft, ob es ein Mapping zwischen den aktuellen Systemwerten und den Systemwerten eines beschriebenen Zustandes im Gaze Guiding Modul gibt (s. Abbildung 3, Mitte). Trifft dies zu, wird der so identifizierte Zustand über ein Matching mit seiner ID auf ein Toolset gematcht, sofern ein solches für den jeweiligen Zustand definiert wurde. Alle im Toolset enthaltenen Beschreibungen der Hervorhebungen werden dann in einem dritten Schritt mit der dazu passenden Methode auf der GUI in der obersten Ebene angezeigt, in diesem Fall der GUI von AWASim (s. Abbildung 3, Rechts). Dies erfolgt zum Beispiel durch das Zeichnen der Hervorhebung auf der GUI, das bloße sichtbar machen oder gegebenenfalls das Starten eines Threads für das Blinken. Die Einblendung des Toolsets erfolgt entweder so lange bis der Benutzer auf der Benutzeroberfläche eine Aktion durchführt oder bis ein anderer Zustand eintritt, da diese Hervorhebungen mit dem Zustand assoziiert sind. Bewirkt die Aktion des Benutzers allerdings keine Änderung des Zustandes, werden alle Hervorhebungen des Toolsets durch den beschriebenen Prozess nach einer bestimmten Zeitspanne, die ebenfalls gewählt werden kann, erneut eingeblendet.

Wenn die aktuellen Systemwerte bereitgestellt werden, ermöglicht dieses Vorgehen Gaze Guiding zu verwenden, ohne dass ein weiterer Zugriff auf den Quellcode des jeweiligen Systems notwendig ist. Dies wurde auch für die Durchführung der Studie verwendet.

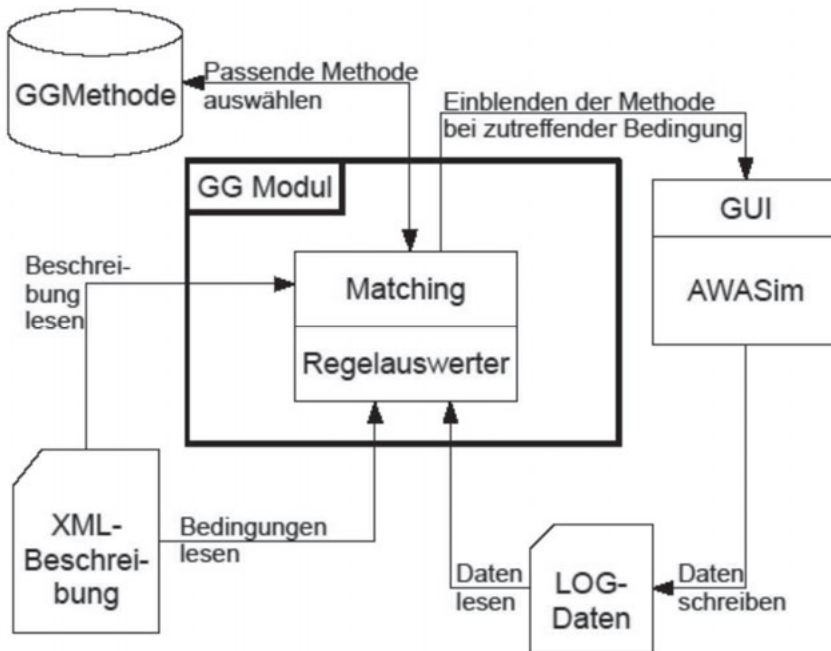


Abbildung 3: Schematischer Ablauf des Gaze Guidings

3 Szenario

AWASim (Kluge & Frank 2014) ist eine Simulation für die Aufbereitung von industriellen Abwässern. Dabei wird ein Lösungsmittel-Wasser-Gemisch angeliefert, welches mit Hilfe der Abwasseraufbereitungsanlage in seine Bestandteile Wasser und Lösungsmittel aufgespalten wird, indem der Benutzer zunächst die Anlage durch die Ausführung bestimmter Bedienungsschritte anfahren und anschließend überwachen soll. Das Ziel bei der Simulation ist es, die Menge von gereinigtem Wasser zu maximieren und die Menge an anfallendem Abwasser möglichst gering zu halten. Einer dieser Schritte ist das Einschalten einer Heizbatterie (HB1), die dazu dient, das Lösungsmittel-Wasser-Gemisch auf eine bestimmte Temperatur zu erhitzen, sodass dies im nächsten Schritt in Wasser und Lösungsmittel getrennt werden kann. Bevor die Heizbatterie eingeschaltet wird ist zu beachten, dass der zugehörige Tank mit mindestens 100 Litern des Gemisches gefüllt ist, da sonst Schäden an der Heizbatterie entstehen können. Wird das Gemisch nicht ausreichend erhitzt, weil die Heizung nicht eingeschaltet wurde, kann es nicht getrennt werden und wird in einen Abfallbehälter umgeleitet. Um dies zu verhindern, können Zustände definiert

werden, bei deren Eintreten durch das Gaze Guiding eine entsprechende Hervorhebung einblendend wird. Zum einen kann der Zustand für den Schritt vor dem Einschalten der Heizbatterie beschrieben werden und damit beim Eintreten dieses Zustandes eine Nachricht angezeigt werden, die den Nutzer darauf hinweist, dass die Batterie erst eingeschaltet werden soll, wenn der Tank mit 100 Litern des Gemisches gefüllt ist (siehe Abbildung 2). Wenn der erforderliche Füllstand und damit ein weiterer Zustand erreicht wird kann durch das Gaze Guiding ein weiterer Hinweis erscheinen, dass nun die Heizung eingeschaltet werden soll, wie in Abbildung 4 beispielhaft mit einem Hinweistext zu sehen ist. Zusätzlich werden hierbei zur weiteren Hervorhebung eine abgedunkelte transparente Fläche mit einem Ausschnitt für das relevante Element und ein roter Rahmen einblendend, um die Aufmerksamkeit des Benutzers auf die Schaltfläche für die Heizbatterie zu lenken.

Zum anderen kann als Reaktion auf eine fehlerhafte Eingabe dem Benutzer ein Hinweis angezeigt werden die Heizung einzuschalten, zum Beispiel wenn er schon den nächsten Schritt der Anfahrprozedur durchgeführt hat oder versucht, die Heizung zu früh einzuschalten. Der Auslöser für das Gaze Guiding wäre hierbei das Eintreten eines Zustandes, der eine verfrühte Ausführung eines anderen Bedienungsschritts repräsentiert.

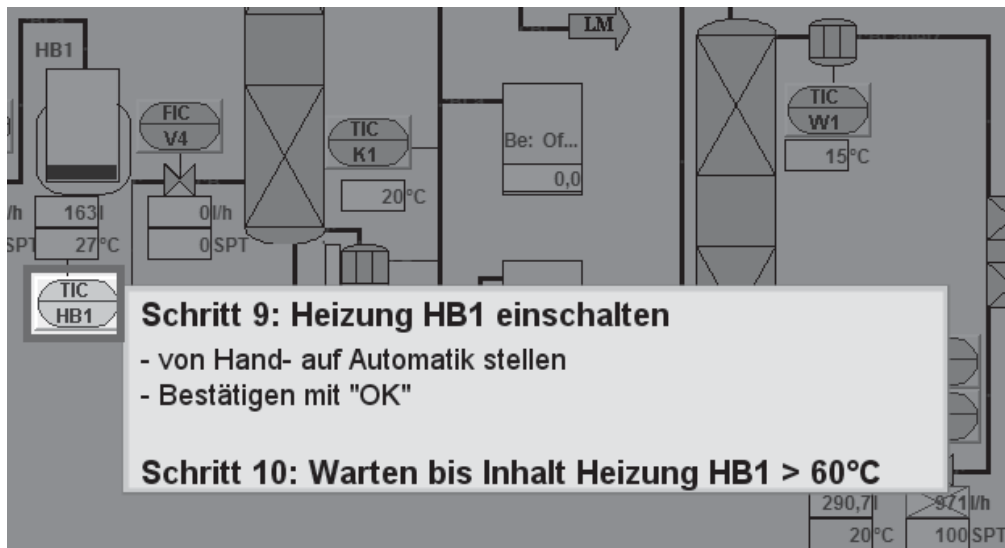


Abbildung 4: Hervorhebung der Schaltfläche von HB1 mit Hinweistext, abgedunkelter Fläche und Rahmen.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Im vorliegenden Artikel wurde ein Rahmenwerk vorgestellt, das abhängig von bestimmten Systemwerten Gaze Guiding Mechanismen einblendend, um dem Benutzer anzuzeigen, welcher Bedienungsschritt als nächstes vorzunehmen oder bei einer fehlerhaften Bedienung korrektiv zeitnah nachzuholen ist. Das Gaze Guiding Rahmenwerk wird derzeit im Rahmen einer von der DFG geförderten experimentellen Untersuchung als eine Alternative zu drei

Refreshertrainings für die Prozesskontrollsimulation AWASim untersucht. In dieser Studie lernen die Teilnehmer/innen zu einem ersten Messzeitpunkt (t1) die Bedienung von AWASim. Nach einer Woche erfolgt ein Refreshertraining und nach einer weiteren Woche soll die gelernte Fertigkeit abgerufen werden (t2; 2x5 Between-Within-Subject Design). Die Refreshertrainings unterscheiden sich dabei in der Ausführung: Practice, hierbei wird die Simulation mit Hilfe eines Handbuchs angefahren, Skill Demonstration, bei der die Simulation nur einmal in einer Testsituation angefahren wird, und Symbolic Rehearsal, wobei die Teilnehmer/innen die Anfahrprozedur und die Bedienung theoretisch mit Hilfe von Fragebögen wiederholen. Darüber hinaus wird das Gaze Guiding eingesetzt, das anstelle eines Refreshertrainings zum letzten Messzeitpunkt (t2) eingesetzt wird. Eine weitere Gruppe, die Kontrollgruppe, erhält keine Unterstützung. Es soll vergleichend untersucht werden, inwieweit das Gaze Guiding ähnlich wirksam oder wirksamer ist, um den Fertigungsabruf zu unterstützen sowie Fehler zu reduzieren. Zudem wird untersucht, wie gut das Gaze Guiding den Mental Workload reduziert und wie sich dies auf die Situation Awareness auswirkt.

Danksagung

Das Forschungsprojekt „Die Wirkung von Refresher-Interventionen auf den Fertigkeitserhalt von komplexen, dynamischen Arbeitstätigkeiten der Prozesskontrolle über längere Zeitintervalle unter Berücksichtigung von Mental Workload und Situation Awareness“ wird unter dem Kennzeichen KL2207/3-3 durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.

Literaturverzeichnis

- Bjork, R. A. (2011). On the symbiosis of learning, remembering, and forgetting. In Benjamin, A. S. (Hrsg.): *Successful remembering and successful forgetting: A Festschrift in honor of Robert A. Bjork*. London, UK: Psychology Press, S. 1-22.
- Bjork, R. A. & Bjork, E. L. (1992). A new theory of disuse and an old theory of stimulus fluctuation. In Healy, A., Kosslyn, S. & Shiffrin, R. (Hrsg.): *From learning processes to cognitive processes: Essays in honor of William K. Estes* (Vol. 2). Hillsdale, NJ, USA: Erlbaum, S. 35-67.
- Kluge, A. & Frank, B. (2014). Counteracting skill decay: Four refresher interventions and their effect on skill and knowledge retention in a simulated process control task. *Ergonomics*, 57(2), 175-190.
- Kluge, A., Sauer, J., Schüler, K. & Burkolter, D. (2009). Designing Training for process control simulators: a review of empirical findings and current practices. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 10, 489-509.
- Onnasch, L., Wickens, C. D., Li H., & Manzey, D. (2014). Human Performance Consequences of Stages and Levels of Automation: An Integrated Meta-Analysis. *Human Factors*, 56(3), 476-488.
- Parasuraman, R., Sheridan, T. B. & Wickens, C. D. (2000). A Model for Types and Levels of Human Interaction with Automation. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics- Part A: Systems and Humans*, 30(3), 286-297.
- Ware, C. (2004). *Information Visualization: Perception for Design* (2. Aufl.). Morgan Kaufmann.

Virtual Reality Crisis Simulation for Usability Testing of Mobile Apps

Kristian Rother, Inga Karl, Simon Nestler

Forschungsgruppe Mensch-Computer-Interaktion, Hochschule Hamm-Lippstadt

Abstract

Usability testing is expensive in some fields due to the resource requirements that go hand in hand with taking the context of use into account. Crisis related applications are one such field, typically requiring the reenactment of an extensive crisis scenario. To lessen the resource requirements crisis scenarios can be reconstructed as virtual reality simulations. This paper outlines the development of an initial prototype of such a simulation. A refined prototype could eventually allow usability testing of a mobile app in a virtual reality crisis simulation.

1 Problem Identification and Motivation

Crisis management is a complex domain. In complex domains, the context of use has to be taken into account for usability testing (DIS, 2009; Redish, 2007). Consequently, usability testing in the lab is necessary but not sufficient to improve the usability of crisis related interactive systems. Methods that focus on the context of use such as contextual design (Beyer & Holtzblatt, 1999) and field research methods (Kantner et al., 2003; Rosenbaum & Kantner, 2007) are typically conducted during common work processes. These methods by themselves are not suitable for usability tests of crisis related interactive systems because a crisis happens unexpectedly and is not part of the routine work. Even if a crisis would occur while these methods are used they could negatively affect the outcome of the crisis, for example by disturbing domain experts during their tasks. The tests should therefore be stopped if a crisis occurs and be turned into a post-crisis examination.

Due to the outlined problems, field exercises also known as *crisis simulations* (Boin et al., 2004; Kleiboer, 1997) are used for usability testing of crisis related interactive systems (Nestler, 2014). These *real crisis simulations* are resource intensive because they require actors, extras, vehicles, equipment and space (see figure 1). Additionally, changing variables during real crisis simulations, which is often desired for usability testing purposes, is not easy.

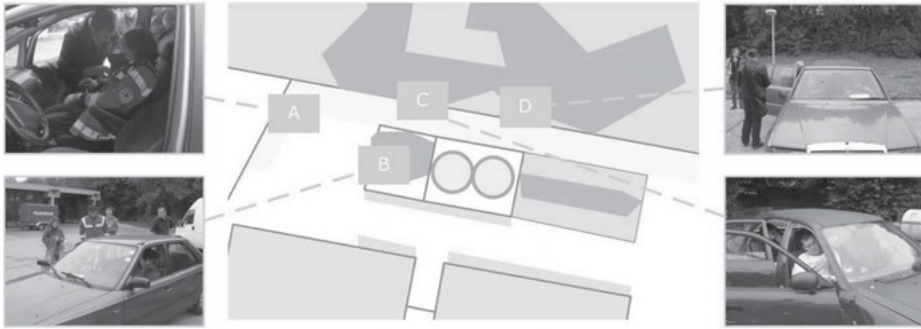


Figure 1: Excerpt of the overview of a real crisis simulation (Nestler, 2014) which shows some of the required vehicles and indicates the space requirements.

Mann et al. (2004) point out, that improvements in disaster management are needed. Improved usability of interactive systems in a crisis context can serve as a step in that direction. If the resource constraints of real crisis simulations could be relaxed, more in depth usability tests could be conducted on the same budget. Ceteris paribus this would lead to an improved usability of the tested interactive system.

2 Definition of the objectives for a solution

To counteract the resource requirements of real crisis simulations these simulations can be transferred into virtual worlds. The resulting simulations are *virtual reality crisis simulations* (VRCS). The development and use of VRCS is associated with costs. To provide a benefit for usability testing these costs have to be lower than the resources saved by using the VRCS. It is currently assumed as a working hypothesis that this can be achieved. Under this assumption objectives can be identified based on the initial conditions (i.e., are real crisis simulations already used or are they not used at all so far).

1. Real crisis simulations are not used for usability testing

- Problem: Real crisis simulations are too resource intensive and as a result only lab based usability tests are conducted. The crisis context is not taken into account.
- *Objective 1:* If some additional resources are available but not sufficient to conduct an entire real crisis simulation they can be used to conduct VRCS and as a result the crisis context is taken into account.

2. Real crisis simulations are used for usability testing

- Problem: Due to the resource requirements of running an entire real crisis simulation both the number of design solutions that can be tested and the scenarios in which they can be tested are limited.

- *Objective 2:* VRCS can serve as a pre-test to reduce the number of design solutions that have to be tested in the real crisis simulation. VRCS can also be used to pre-configure the real crisis simulation to fit the testing needs.
- *Objective 3:* VRCS replace the real crisis simulations entirely. Due to the reduced resource requirements more scenarios can be tested or scenarios can be tested more in depth and varied easily.

Since real crisis simulations are common practice and accepted as useful as a general tool outside the realm of usability testing (Perry, 2004) objective 3 is excluded as a candidate. The initial goal is to work towards objective 1 or objective 2.

The development of the VRCS and its integration into the usability testing process should be possible and feasible (Peffer et al., 2007). It is possible in principle because virtual reality has been used successfully for other purposes like training in different domains (Orr et al., 2009; Seymour et al., 2002) therapy (Riva, 2005) and way finding (Tang et al., 2009). Furthermore, virtual prototypes (Kuutti et al., 2001) and virtual worlds (Chalil Madathil & Greenstein, 2011) have been suggested as potential tools for usability testing. To ensure that the development of the VRCS is feasible the scope was limited by concentrating on a single crisis scenario and by creating this scenario ad hoc without the direct consultation of domain experts. The selected scenario is a *prolonged power outage* because it is described in literature (Petermann et al., 2014) and the scenario is used in the INTERKOM research project¹. This ensures access to domain experts for future iterations of the VRCS. The interactive system for which the usability tests will be conducted within the VRCS was limited to a not further specified handheld mobile device that provides helpful information during the ongoing crisis.

3 Design and Development

The developed prototype served as a first test for some ideas and to get a general feeling for the feasibility of creating a VRCS. The two major design decisions were the transformation of the crisis scenario into a VRCS and the representation of the mobile device that will eventually be tested within the VRCS. The simulation was limited to a small city that was constructed from scratch by using preexisting city components such as buildings and streets. The city is in a state of power outage during the entire simulation with limited sound effects where appropriate and additional small visual indications of the power outage such as garbage that wasn't picked up. Obstacles that strategically limit the route to a predetermined one were used which means that one essentially walks from "start to finish" within the city while still retaining a feeling of free movement. With one minor exception, buildings cannot be entered. A playback component for a before-after effect of ten identified events (like in-

¹ See acknowledgements for further details.

creased accidents due to the lack of working traffic lights) was also added. These effects are triggered upon entering certain zones.

The mobile device for which the usability testing will eventually be conducted within the VRCS was prototyped as a very simple virtual tablet (see figure 2).

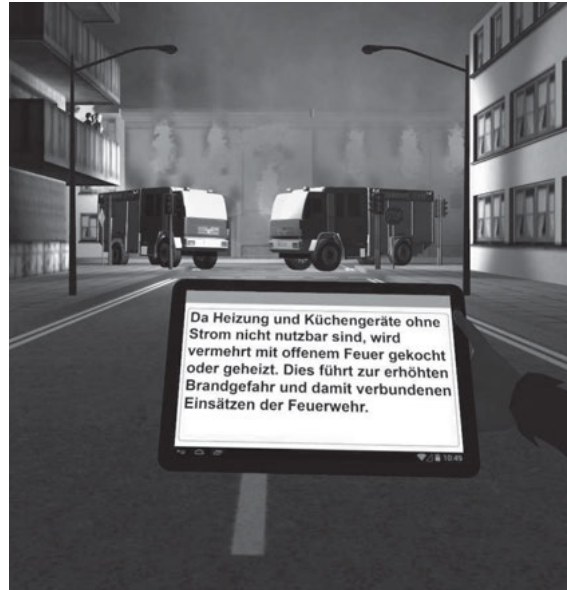


Figure 2: A scene from the VRCS depicting a power outage. The German text on the tablet translates to “Because electric heating and kitchen appliances cannot be used without electricity the use of open fires for cooking and heating increases. This leads to an increased risk of fires and corresponding increases in fire fighter deployments.”

The tablet and a virtual hand that holds it show up at the bottom of the simulation when certain trigger points are passed. There is no interaction with the virtual tablet. The device simply shows text related to the ongoing crisis. For example, when the trigger point for an accident is passed, the tablet will show a note that due to the lack of functioning traffic lights, accidents increase significantly during the early stages of a power outage.

The two technology choices for the development of the VRCS were (a) picking a virtual reality technology and (b) picking a 3D-engine. While there are many virtual reality technologies an approach based on the Oculus Rift (OR) and an Xbox controller was selected because the OR and controllers were already available to us and integrated into the teaching process. Furthermore this setup can be used with a laptop, which makes the solution portable. Likewise there are many different 3-D engines. The Unity Engine was selected because it is free, wide spread and already used in other projects at the Hochschule Hamm-Lippstadt.

4 Outlook

This paper outlined the motivation for the development of a VRCS prototype, defined objectives for its construction and sketched a high level view of the design and technology choices. While it proved to be feasible to build the prototype within a reasonable timeframe the construction of the first version of the VRCS has already revealed some defects and ideas for further improvements. Thus the next step is to iteratively improve the VRCS and to develop experiments to test it before eventually moving on to conducting usability tests inside the VRCS. Input from both domain experts in crisis management and human-computer interaction (HCI) specialists is needed and welcome to achieve this. To kick-start this dialogue we list some identified weaknesses and some of our own ideas for further discussion.

Cybersickness: A major drawback is that the well-known problem of cybersickness (Davis et al., 2014; McCauley & Sharkey, 1992) occurred while using the VRCS. The next iteration of the prototype will thus focus on following best practices (Yao et al., 2014) that lead to a reduction in cybersickness. Even if this problem can be reduced it may still have influence on the design choices of future experiments as cybersickness gets worse with prolonged exposure (Kennedy et al., 2000). For example, within-subject designs require a longer exposure to the VRCS than between-subject designs, which could lead to a higher number of subjects dropping out during the experiment due to the experienced sickness.

Presence: An evaluation of presence and how different variations of the VRCS influence the feeling of presence is needed. The methods suggested by Witmer and Singer (1998) as well as Poeschl and Doering (2013) provide instructions.

Relationship between the VRCS and the interactive system that will be tested: The exact specifications of the mobile app that will be tested within the VRCS are currently being developed in the INTERKOM research project. For now a simplified virtual tablet served as a placeholder. However the actual app that will be tested influences the design of the VRCS scenario and as such knowing the exact system to be tested is a precondition for further advances.

Representation of mobile apps in virtual environments: There are multiple possible ways of representing an app in a VRCS. Mirroring the screen of the actual device onto a virtual representation of the device or a recreation of the app within the VRCS are two examples. One of the key problems is that it is hard to impossible to use the mobile device while wearing a head-mounted display (HMD). Even if that wasn't the case the interaction with the device provides interesting challenges. A transfer of ideas from the use of virtual keyboards or gesture control (Cheney & Ancona, 2014) could prove fruitful. The problem of interacting with the mobile device can be mitigated by moving from a HMD to a CAVE (Cruz-Neira et al., 1993) which is planned in the near future. Even if a CAVE is used a HMD based VRCS can serve as a prototyping environment for the CAVE as long as the underlying technology (e.g. 3D-Engine) is compatible.

Crisis representation: The selected crisis scenario was built ad hoc without the input of domain experts based on the scenario description found in Petermann et al. (2014). Since most

test subjects will not have experienced this crisis situation it is hard to measure how realistic the reconstruction actually was. The most obvious approach is to involve domain experts and rely on their feedback or create the crisis scenarios in cooperation with domain experts, which is currently being done for three scenarios in the INTERKOM research project. Other alternatives are seeking subjects that have lived through the specific crisis and relying on their memory of the past experiences (which is limited to types of crises that have already happened) or developing a generic questionnaire to evaluate if the crisis scenario felt real. Additionally content development was an afterthought and mostly based on what was available for free and some intuition regarding the construction of the city. A more rigorous approach following established principles (Isdale et al., 2002) is planned for a future iteration.

Lack of interaction: Currently users can only walk through the city by using a gamepad or keyboard in combination with the direction they look in. The simulation ends when the final destination is reached which leads to a fade to black. While this is acceptable for a first prototype the next steps need to focus on actual actions that are taken during a crisis. These interactions depend on both the app to be tested and the crisis scenario, which have to be developed. The addition of a walking device like the Virtuix Omni as a replacement for the need to walk via a gamepad is planned in the near future.

Usability testing of the VRCS: From an HCI point of view we jumped straight into the development step of the EN ISO 9421-11 process (2009). While this is a good compromise when developing software for your own use or to quickly see how much time it takes to build a prototype, a usability test of the VRCS itself has to be conducted especially if it is to be used by other researchers. Bowman et al. (2002), Gabbard et al. (1999) and Tromp et al. (2003) provide some insight into how this could be done. Sutcliffe and Gault (2004) provide some useful heuristics.

Comparison of VRCS and other methods of generating a crisis context: To test the assumed working hypothesis of resource savings VRCS have to be compared to other methods of creating a crisis context like non-VR 3D simulations, storytelling, paper based descriptions, low-fidelity crisis-simulation and real crisis simulations.

Acknowledgements

This research is supported by a grant from the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) as part of the INTERKOM project in the context of the program „Forschung für die zivile Sicherheit II“ (01.01.2014 – 31.12.2016, Förderkennzeichen 13N1005). We would like to thank Alexander Giesbrecht, Sandra Jürgensmeier, Inge Kling and Sinan Mert for their contributions.

Contact information

Kristian Rother	Inga Karl	Simon Nestler
kristian.rother@hshl.de	inga.karl@hshl.de	simon.nestler@hshl.de

Hochschule Hamm-Lippstadt, Marker Allee 76, 59063 Hamm, Germany

References

- Beyer, H., & Holtzblatt, K. (1999). Contextual Design. *Interactions*, 6(1), 32–42. <http://doi.org/10.1145/291224.291229>
- Boin, A., Kofman-Bos, C., & Overdijk, W. (2004). Crisis simulations: Exploring tomorrow's vulnerabilities and threats. *Simulation & Gaming*, 35(3), 378–393.
- Bowman, D. A., Gabbard, J. L., & Hix, D. (2002). A Survey of Usability Evaluation in Virtual Environments: Classification and Comparison of Methods. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 11(4), 404–424. <http://doi.org/10.1162/105474602760204309>
- Chalil Madathil, K., & Greenstein, J. S. (2011). Synchronous remote usability testing: a new approach facilitated by virtual worlds. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2225–2234). ACM.
- Cheney, J., & Ancona, D. (2014). Gesture Controlled Virtual Reality Desktop.
- Cruz-Neira, C., Sandin, D. J., & DeFanti, T. A. (1993). Surround-screen projection-based virtual reality: the design and implementation of the CAVE. In *Proceedings of the 20th annual conference on Computer graphics and interactive techniques* (pp. 135–142). ACM.
- Davis, S., Nesbitt, K., & Nalivaiko, E. (2014). A Systematic Review of Cybersickness. In *Proceedings of the 2014 Conference on Interactive Entertainment* (pp. 8:1–8:9). New York, NY, USA: ACM. <http://doi.org/10.1145/2677758.2677780>
- DIS, I. (2009). 9241-210: 2010. Ergonomics of human system interaction-Part 210: Human-centred design for interactive systems. *International Standardization Organization (ISO)*. Switzerland.
- Gabbard, J. L., Hix, D., & Swan, J. E. (1999). User-centered design and evaluation of virtual environments. *Computer Graphics and Applications, IEEE*, 19(6), 51–59.
- Isdale, J., Fencott, C., Heim, M., & Daly, L. (2002). Content design for virtual environments. *Handbook of Virtual Environments: Design, Implementation, and Applications*, 519–532.
- Kantner, L., Sova, D. H., & Rosenbaum, S. (2003). Alternative methods for field usability research. In *Proceedings of the 21st annual international conference on Documentation* (pp. 68–72). ACM.
- Kennedy, R. S., Stanney, K. M., & Dunlap, W. P. (2000). Duration and exposure to virtual environments: Sickness curves during and across sessions. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 9(5), 463–472.
- Kleiboer, M. (1997). Simulation methodology for crisis management support. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 5(4), 198–206.
- Kuutti, K., Battarbee, K., Sade, S., Mattelmaki, T., Keinonen, T., Teirikko, T., & Tornberg, A.-M. (2001). Virtual prototypes in usability testing. In *Proceedings of the 34th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2001* (p. 7 pp.–). <http://doi.org/10.1109/HICSS.2001.926545>
- Mann, N. C., MacKenzie, E., & Anderson, C. (2004). Public health preparedness for mass-casualty events: a 2002 state-by-state assessment. *Prehospital and Disaster Medicine*, 19(03), 245–255.
- McCauley, M. E., & Sharkey, T. J. (1992). Cybersickness: Perception of self-motion in virtual environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 1(3), 311–318.

- Nestler, S. (2014). Evaluation der Mensch-Computer-Interaktion in Krisenszenarien / Evaluating human-computer-interaction in crisis scenarios. *I-Com*, 13(1), 53–62. <http://doi.org/10.1515/icom-2014-0008>
- Orr, T. J., Mallet, L. G., & Margolis, K. A. (2009). Enhanced fire escape training for mine workers using virtual reality simulation. *Mining Engineering*, 61(11), 41.
- Peffers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. *Journal of Management Information Systems*, 24(3), 45–77.
- Perry, R. W. (2004). Disaster Exercise Outcomes for Professional Emergency Personnel and Citizen Volunteers. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 12(2), 64–75. <http://doi.org/10.1111/j.0966-0879.2004.00436.x>
- Petermann, T., Bradke, H., Lüllmann, A., Poetzsch, M., & Riehm, U. (2014). *What Happens During a Blackout: Consequences of a Prolonged and Wide-ranging Power Outage*. BoD–Books on Demand.
- Poeschl, S., & Doering, N. (2013). The German VR Simulation Realism Scale—psychometric construction for virtual reality applications with virtual humans. *Stud Health Technol Inform*, 191, 33–37.
- Redish, J. (2007). Expanding usability testing to evaluate complex systems. *Journal of Usability Studies*, 2(3), 102–111.
- Riva, G. (2005). Virtual reality in psychotherapy: review. *Cyberpsychology & Behavior*, 8(3), 220–230.
- Rosenbaum, S., & Kantner, L. (2007). Field usability testing: method, not compromise. In *Professional Communication Conference*.
- Seymour, N. E., Gallagher, A. G., Roman, S. A., O'Brien, M. K., Bansal, V. K., Andersen, D. K., & Satava, R. M. (2002). Virtual Reality Training Improves Operating Room Performance. *Annals of Surgery*, 236(4), 458–464.
- Sutcliffe, A., & Gault, B. (2004). Heuristic evaluation of virtual reality applications. *Interacting with Computers*, 16(4), 831–849. <http://doi.org/10.1016/j.intcom.2004.05.001>
- Tang, C.-H., Wu, W.-T., & Lin, C.-Y. (2009). Using virtual reality to determine how emergency signs facilitate way-finding. *Applied Ergonomics*, 40(4), 722–730.
- Tromp, J. G., Steed, A., & Wilson, J. R. (2003). Systematic usability evaluation and design issues for collaborative virtual environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 12(3), 241–267.
- Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 7(3), 225–240.
- Yao, R., Heath, T., Davies, A., Forsyth, T., Mitchell, N., & Hoberman, P. (2014). Oculus VR Best Practices Guide. *Oculus VR*.

U(X) in Health Design. State-of-the-Art und Herausforderungen bei der nutzergerechten Gestaltung therapeutischer Unterstützungssysteme

U(X) in Health Design. State-of-the-Art und Herausforderungen bei der nutzergerechten Gestaltung therapeutischer Unterstützungssysteme

Michael Minge¹, Katharina Lorenz², Susanne Dannehl³, Franziska Trauzettel¹, Manfred Thüring¹

Kognitionspsychologie und Kognitive Ergonomie, Technische Universität Berlin¹
Design Research Lab, Universität der Künste zu Berlin²
Medizintechnik, Technische Universität Berlin³

1 Ausgangspunkt und Thematik

Nicht zuletzt vor dem Hintergrund des demografischen Wandels gewinnen technische Innovationen im Bereich medizinischer Hilfsmittel und therapeutischer Unterstützungssysteme gegenwärtig stark an Bedeutung, um gesundheitsbedingt eingeschränkten Personen ein selbstbestimmtes Handeln und die optimale (Wieder-)Eingliederung in das gesellschaftliche Leben zu ermöglichen. Bei Produkten, die durch Patienten eigenständig zur Rehabilitation, Therapie oder Aufrechterhaltung gesundheitsfördernder Verhaltensweisen verwendet werden, kann ein breites Spektrum beobachtet werden. Es reicht von Hilfsmitteln und Software gestützten Systemen, die entsprechend des Medizinproduktgesetzes mit einer CE-Kennzeichnung¹ zugelassen sind, über Mess- und Diagnosegeräte sowie teletherapeutische Anwendungen bis hin zu webbasierten mobilen Applikationen, die per Tablet oder Smartphone zu jeder Zeit und ortsunabhängig genutzt werden können.

¹ Mit der CE-Kennzeichnung wird erklärt, dass ein Produkt den geltenden Anforderungen genügt, die in den Harmonisierungsvorschriften der Europäischen Gemeinschaft über ihre Anbringung festgelegt sind.

Durch die zunehmende Leistungsfähigkeit innovativer Technologien und die Möglichkeiten der digitalen Vernetzung, gelingt es heutzutage, intelligente Hilfsmittel zu entwickeln, die Patienten eine aktive technische Unterstützung bieten und dadurch die Interaktion zwischen Mensch und Medizintechnik im Sinne einer optimalen Gesundheitsförderung wirkungsvoll und nachhaltig verbessern können.

Durch die Versorgung mit klassischen Hilfsmitteln werden viele Potenziale in der Versorgung nicht oder nur unzureichend ausgeschöpft. Fehlende Informationsrückkopplungen, mangelnde Kenntnisse und Fertigkeiten, die zu einer fehlerhaften Anwendung führen, eine geringe Akzeptanz und schwach ausgeprägte Therapiemotivation auf Seiten der Patienten, mögliche Betreuungslücken im Versorgungsprozess sowie eine unzureichende Berücksichtigung altersgruppengerechter Anforderungen und Bedürfnisse in der Gestaltung sind nur einige der Barrieren, die sich im Therapieverlauf häufig ergeben.

"Smarte" Hilfsmittel, die beispielsweise Sensorik- und Rückmeldekonzpte verwenden, können helfen, den Informationsfluss zu verbessern und die Motivation auf Seiten der Patienten spürbar zu erhöhen (Lee & Dey, 2015). Durch die gezielte Nutzung von webbasierten Therapieprotokollen oder von Software, die einen Dateninput in Realzeit verarbeitet, lassen sich z. B. Aktoren ansteuern, die eine adaptive Funktionsweise von Hilfsmitteln ermöglichen (Block, Hielscher & Meiß, 2013). Um Patienten in ihrem selbstbestimmten Leben zu unterstützen und sie am sozialen Austausch partizipieren zu lassen, bieten sich teletherapeutische Anwendungen an, die meist den Anspruch verfolgen, die Qualität einer zwischenmenschlichen Versorgung nachbetreuend im häuslichen Wohnumfeld fortzusetzen (Rogante, Grigione, Cordella & Giacomozzi, 2010).

Eine wesentliche Voraussetzung für die Alltagstauglichkeit und Akzeptanz all dieser Unterstützungssysteme besteht darin, dass die Benutzungsschnittstellen nicht nur hinsichtlich funktionaler Aspekte, sondern auch hinsichtlich einer guten Gebrauchstauglichkeit und einer stimmigen User Experience gestaltet werden. Hierfür gilt es nicht nur, die Nutzerperspektive frühzeitig zu berücksichtigen, sondern möglichst auch alle Interessenvertreter einzubeziehen. Wirksames Usability Engineering lässt sich nicht allein auf Basis der relevanten Normen durchführen (z.B. DIN EN 62366:2008-01; DIN EN 14971:2013-04). Es bedarf konkreter Empfehlungen aus einer interdisziplinären Perspektive (z.B. Usability-Leitfaden der DAKS, 2007; Leitfaden Usability in der Medizintechnik der German UPA, 2014) und gelebter Erfahrung in der Umsetzung von Usability-Methoden sowie partizipativer Design-Ansätze.

Bei der praktischen Anwendung von Methoden im Bereich Medizintechnik sieht man sich in der Regel zahlreichen Herausforderungen gegenüber: Welche Anforderungen des Produkts gilt es neben der sicheren und fehlerfreien Funktionsweise eigentlich vorab zu spezifizieren? Mit welchen Werkzeugen können Gestaltungslösungen entwickelt und frühzeitig evaluiert werden? Welche Evaluationsmethoden berücksichtigen alters- und/ oder indikationsspezifische Besonderheiten? Wie kann Co-Design im Gestaltungsprozess sinnvoll umgesetzt werden? Was sind geeignete Zeitintervalle für Iterationen und wie können alle Stakeholder angemessen einbezogen werden? Welche Möglichkeiten bestehen, um Therapiemitarbeit zu motivieren und wie kann ein längerfristiger Erfolg überprüft werden?

Dieser Workshop zielt darauf ab, das „Was“ und „Wie“ bei der nutzerzentrierten Entwicklung therapeutischer Unterstützungssysteme anhand konkreter Beispiele aus der Praxis vorzustellen und zu diskutieren. Teilnehmer lernen gelungene Beispielfälle kennen und tauschen auf dieser Basis ihre Erfahrungen in der praktischen Arbeit aus. Zudem sollen die immer wiederkehrenden Schwierigkeiten und Herausforderungen bei der Umsetzung von Usability-Methoden im Bereich Medizintechnik formuliert sowie mögliche Lösungsansätze entwickelt und ausgearbeitet werden.

2 Beiträge

Der Workshop ist als Ganztagsveranstaltung mit einer Einführung und Abschlussdiskussion sowie mit drei Arbeitsphasen geplant. Die erste Phase besteht aus sechs eingeladenen Vorträgen. In der zweiten Phase werden Beiträge als Poster präsentiert. Die dritte Phase beinhaltet einen interaktiven Part.

2.1 Vorträge

Folgende Beiträge werden als Vorträge präsentiert:

Franziska Trauzettel, Michael Minge und Manfred Thüring von der TU Berlin haben in einer Interviewstudie eine aktuelle Momentaufnahme zum Thema Usability aus Sicht der Medizintechnik erhoben. In ihrem Beitrag werden die Ergebnisse aus 21 Telefonbefragungen mit Mitarbeitern aus Software produzierenden medizintechnischen Unternehmen vorgestellt. Auf Basis der Ergebnisse werden zentrale Usability-Aspekte identifiziert sowie ein Phasenmodell zum methodischen Vorgehen präsentiert. Zudem lassen sich Handlungsbedarfe ableiten, die es durch geeignete Gegenmaßnahmen zukünftig verstärkt zu adressieren gilt.

Susanne Dannehl, Laura Doria und Marc Kraft von der TU Berlin thematisieren in ihrem Beitrag, wie interaktive Rückmeldungen in einem sensorbasierten Unterstützungssystem die Therapiemitarbeit von Kindern und Jugendlichen im Rahmen der Skoliosebehandlung verbessern können. Das vorgestellte Forschungsprojekt umfasst einerseits die Ableitung von Gestaltungsempfehlungen zur Optimierung von Orthesen und die Entwicklung eines validen Multisensorsystems. Andererseits wird zur Förderung der Therapiemitarbeit (Adhärenz) ein nutzergerechtes Motivationskonzept entworfen, das mit Hilfe einer Smartphone-Applikation umgesetzt wird.

Katharina Lorenz, Jelena Zach und Gesche Joost von der Universität der Künste zu Berlin stellen in ihrem Beitrag verschiedene partizipative Designmethoden vor, die in unterschiedlichen Forschungsprojekten im Gesundheitsbereich bereits erfolgreich eingesetzt worden sind. Anhand der Ergebnisse wird deutlich, dass das empathische Einbeziehen von Nutzern in diesem Kontext besonders wichtig ist, vor allem wenn im Rahmen der Nutzerforschung sensible Fragestellungen thematisiert werden. Die Methoden werden hinsichtlich verschiedener Patientengruppe, wie Menschen mit Demenz oder Jugendliche mit Skoliose, zusammenfassend bewertet.

Herlind Megges, Torsten Grewe und Oliver Peters von der Charité Universitätsmedizin Berlin präsentieren mit VODINO die Validierung und Optimierung eines Ortungssystems für Menschen mit Demenz. Es ist geplant, dass sowohl Patienten als auch Angehörige schrittweise in die Entwicklung einbezogen werden. In einem ersten Schritt geht es darum, auf Basis einer Marktrecherche Anforderungen für einen Interviewleitfaden und eine Prüfcheckliste abzuleiten. Als Ergebnis stellt der Beitrag den entwickelten Kriterienkatalog vor und thematisiert das weitere Vorgehen.

Natalie Jankowski, Jonas Gerstmann und Michael Wahl von der Humboldt-Universität zu Berlin zeigt die Potenziale telemedizinischer Verfahren im Behandlungsprozess aus Sicht verschiedener Nutzergruppen auf. Die Daten stammen aus einer Online-Umfrage, in der sowohl Patienten und Angehörige als auch Ärzte und Therapeuten zur Nutzungsbereitschaft mobiler Geräte und telemedizinischer Anwendungen sowie zu Anforderungen an ein telemedizinisches Verfahren befragt wurden. Dabei stand die Frage im Vordergrund, inwieweit telemedizinische Verfahren geeignet sind, um mögliche Betreuungslücken im Versorgungsprozess zu überbrücken.

Ekaterina Ivanova und Erik Freydank von der TU Berlin sowie Kollegen stellen die Entwicklung eines multimodalen Telesystems zur motorischen Rehabilitation nach Schlaganfall vor. Das System besteht aus zwei Komponenten, einer Patientenstation, an der Betroffene eine robotergestützte Bewegungstherapie absolvieren, und einer Therapeutenstation, die der Betreuung der Patienten in regelmäßigen Abständen dient. Im Beitrag werden das Vorgehen und die Ergebnisse zur Spezifikation von Anforderungen aus Sicht von Therapeuten sowie die auf dieser Basis entwickelten Gestaltungslösungen vorgestellt.

2.2 Posterbeiträge

Folgende Beiträge werden als Poster präsentiert:

Annika Gieselmann von der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf beschäftigt sich mit den Bedürfnissen von Psychotherapiepatienten bei der nutzergerechten Gestaltung internetbasierter Gesundheitsinterventionen. Die Ergebnisse zeigen auf, dass Patienten, die eine Psychotherapie absolvieren oder kurz davor stehen eine solche zu beginnen, relativ wenig Vorteile in der Anonymität sehen und sich häufiger um Falschinterpretationen ihrer Eingaben sorgen.

Jessica Jung, Silke Steinbach, Bettina Zippel-Schultz und Thomas Luiz vom Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering (IESE) stellen die Nutzung von Service Design zur Gestaltung von Telemedizin als Dienstleistung vor. Mehrere Nutzererhebungen zur telemedizinischen Versorgung bei chronischer Herzinsuffizienz wurden durchgeführt. Für den Transfer in andere Regionen schlagen sie die Methodik von Service Blueprints vor.

Otto Hans-Martin Lutz von der TU Berlin sowie **Henning Schmidt und Jörg Krüger** vom Fraunhofer IPK Berlin thematisieren die Vorteile von Virtueller Realität (VR) zur motorischen Neurorehabilitation nach Schlaganfall. Insbesondere geht er auf die Herausforderungen bei der nutzerzentrierten Gestaltung und Evaluation von Therapiesystemen mit VR für diese spezielle Nutzergruppe ein und stellt einen mehrstufigen Entwicklungsprozess zur Einbeziehung von Patienten vor.

Nicola Marsden, Thomas Wollmann, Britta Lohmann und Gerrit Meixner von der Hochschule Heilbronn zeigen auf, wie eine Smartwatch als interaktives Alltagsobjekt Kinder und Jugendliche zu mehr Bewegung motivieren kann. Hierzu wird die Smartwatch um Motivationselemente und bekannte Analogien aus dem Spiel Pokémon angereichert und gamifiziert. Die Evaluation der Akzeptanz erfolgt über subjektive und objektive Datenerhebungsmethoden (Data Logging und Interviews).

Jasmin Niess und Sarah Diefenbach von der Ludwig-Maximilians-Universität München haben in einer qualitativen Nutzerbefragung die Wahrnehmung der Interaktion und Kommunikation von und mit E-Health-Technologien untersucht. In den Ergebnissen zeigt sich, dass Nutzer die Kommunikationsart mit „ihrem“ Produkt differenziert beschreiben können und dass ein Zusammenhang zwischen dem erlebten Stil und der Nutzungsdauer besteht.

Jorinde Wittkugel und Nils Backhaus von der TU Berlin stellen in ihrem Beitrag die Entwicklung eines Prototypen für eine mobile Diabetes Applikation vor. Zur Festlegung des Nutzungskontexts setzten sie unter anderem eine mobile Tagebuch-Software ein. Die Ausgestaltung erfolgte über Papier- und Klick-Prototypen. Zur Evaluation kamen Experten (Heuristische Evaluation) und eine nutzerzentrierte Studie zum Einsatz.

2.3 Interaktive Arbeit

In der dritten Phase des Workshops werden offene Fragen der Teilnehmer eingeholt und durch den gezielten Einsatz von Kreativmethoden mögliche Lösungsansätze entwickelt. Exemplarische Themenschwerpunkte sind:

- Relevante Produktdimensionen und Nutzung von Prototypen in der Medizintechnik
- Strategien zur Steigerung von Motivation und Therapiemitarbeit (Adhärenz)
- Verfahren zur und Herausforderungen bei der nutzerzentrierten Evaluation
- Aktive Partizipation von Nutzern in der Entwicklung von Medizintechnik

Die dokumentierten Arbeitsergebnisse werden den Teilnehmern elektronisch zur Verfügung gestellt. Eine Abschlussdiskussion beendet die interaktive Arbeit und den Workshop.

Literaturverzeichnis

Block, J., Hielscher, J. & Meiß, T. (2013). Servo am Knie. *Forschung*, 38(4), 22-25.

DAkkS (2007). *Leitfaden Usability*. Deutsche Akkreditierungsstelle, PDF online abgerufen am 04.03.2015 unter http://www.dakks.de/sites/default/files/71_sd_2_007_leitfaden_usability_1.3.pdf

DIN EN 14971:2013-04, *Medizinprodukte - Anwendung des Risikomanagements auf Medizinprodukte* (ISO 14971:2012). Beuth-Verlag, Berlin.

DIN EN 62366:2008-01, *Medizinprodukte - Anwendung der Gebrauchstauglichkeit auf Medizinprodukte* (IEC 62366:2007). Beuth-Verlag, Berlin.

German UPA (2014). *Usability in der Medizintechnik*, PDF online abgerufen am 04.03.2015 unter <http://www.germanupa.de/aktivitaeten/arbeitskreise/usability-in-der-medizintechnik/>

Lee, M.L. & Dey, A.K. (2015). Sensor-based observations of daily living for aging in place. *Personal and Ubiquitous Computing*, 19, 27-43.

Rogante, M., Grigione, M., Cordella, D. & Giacomozzi, C. (2010). Ten years of telerehabilitation: A literature overview of technologies and clinical applications. *Neurorehabilitation*, 27(4), 287-304.

Kontaktinformationen

Michael Minge

Technische Universität Berlin, Fachgebiet Kognitionspsychologie und Kognitive Ergonomie
Marchstraße 23, Sekr. MAR 3-2, 10587 Berlin, Deutschland
michael.minge@tu-berlin.de

Katharina Lorenz

Universität der Künste zu Berlin, Fakultät Gestaltung / IPP
Einsteinufer 43, 10587 Berlin, Deutschland
k.lorenz@udk-berlin.de

Susanne Dannehl

Technische Universität Berlin, Fachgebiet Medizintechnik
Dovestraße 6, Sekr. SG09, 10587 Berlin, Deutschland
susanne.dannehl@tu-berlin.de

Franziska Trauzettel

Technische Universität Berlin, Fachgebiet Kognitionspsychologie und Kognitive Ergonomie
Marchstraße 23, Sekr. MAR 3-2, 10587 Berlin, Deutschland
franziska.trauzettel@campus.tu-berlin.de

Manfred Thüring

Technische Universität Berlin, Fachgebiet Kognitionspsychologie und Kognitive Ergonomie
Marchstraße 23, Sekr. MAR 3-2, 10587 Berlin, Deutschland
manfred.thuering@tu-berlin.de

Usability in medizintechnischen Softwarefirmen: Eine Interviewstudie zur aktuellen Lage

Franziska Trauzettel, Michael Minge, Manfred Thüring

Kognitionspsychologie und Kognitive Ergonomie, Technische Universität Berlin

Zusammenfassung

Die Berücksichtigung menschenzentrierter Gestaltungsaktivitäten ist ein entscheidender Erfolgsfaktor für die Neu- und Weiterentwicklung interaktiver Technologien. Zur Verbesserung der Bedienbarkeit und zur Vermeidung von Fehlbedienungen ist Usability im Bereich Medizintechnik von grundlegender Bedeutung und die lückenlose Dokumentation eines Usability orientierten Vorgehens notwendige Voraussetzung für ein erfolgreiches Zulassungsverfahren als Medizinprodukt. Allerdings lassen die hierfür relevanten Normen aufgrund ihres allgemeinen Charakters einen großen Spielraum für das Verständnis und die Umsetzung von Usability-Maßnahmen im Entwicklungsprozess. Ziel der hier vorgestellten Untersuchung war es, das Verständnis von Usability und die gängige Anwenderpraxis zu erheben, um das Konzept als aktuelle Momentaufnahme aus Sicht der Medizintechnik zu beleuchten. Hierzu wurden bundesweit Mitarbeiter/innen aus insgesamt 21 Software produzierenden medizintechnischen Unternehmen mittels Telefoninterviews befragt. Auf Basis der Ergebnisse können zentrale Usability-Aspekte identifiziert sowie ein idealtypisches Phasenmodell zum methodischen Vorgehen vorgestellt werden. Zudem lassen sich aus den Ergebnissen wichtige Handlungsbedarfe ableiten, die es durch geeignete Maßnahmen zukünftig zu adressieren gilt.

1 Einleitung

Usability bezeichnet die Eigenschaft eines Systems, Nutzer bei der Bearbeitung ihrer Aufgaben schnell und unkompliziert zu unterstützen. Allseits bekannt ist Teil 11 der Norm DIN EN ISO 9241, der Usability definiert als „das Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmte Nutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und mit Zufriedenheit zu erreichen“ (DIN EN ISO 9241-11, 1998, S. 4). Um ein System von Beginn an auf eine optimale Usability auszurichten, empfiehlt sich ein menschenzentrierter Entwicklungsprozess, wie er durch Teil 210 dieser Norm vorgeschlagen wird. Charakteristisch

hierfür ist, dass die Entwicklung von Gestaltungslösungen iterativ erfolgt und beteiligte Nutzergruppen in alle Phasen einbezogen werden.

Mit der DIN EN ISO 9241 wurde eine allgemeine Usability-Norm für Software aufgestellt, die den Besonderheiten anderer Produkte oder denen spezifischer Anwendungssoftware nur bedingt Rechnung trägt. Dieses Defizit wird mittlerweile von einer Reihe spezifischerer Normen ausgeglichen. Im Bereich der Medizintechnik ist dies die DIN EN ISO 62366, die für alle Arten von Medizinprodukten als relevante Basisnorm eingeführt wurde, um das Konzept der Gebrauchstauglichkeit auf diesen Anwendungsbereich zu übertragen. Vor dem Hintergrund, dass Produkte immer komplizierter und zunehmend auch durch Nicht-Experten verwendet werden, zielen menschenzentrierte Aktivitäten im Bereich Medizintechnik vor allem darauf ab, Risiken und Benutzungsfehler, die im alltäglichen Gebrauch auftreten können, zu erkennen und zu entschärfen. Hierfür gilt es, sowohl die sicherheitsrelevanten als auch die häufig verwendeten Funktionen eines Produkts (*primary operation functions*) früh zu spezifizieren und potenzielle Gefahrenquellen durch die Formulierung von *Worst Case Scenarios* aus der Nutzerperspektive vorwegzunehmen. Zur Entwicklung von Gestaltungslösungen sieht die Norm ausdrücklich den Einsatz von Simulationen und Prototypen vor, welche sich gleichermaßen auf die äußere Gestaltung als auch auf die Bedienbarkeit eines interaktiven Systems beziehen. Bei der Evaluation wird die Testung zuvor formulierter Anforderungen (die *Verifikation*) von der summativen klinischen Überprüfung mit realen Nutzern (der *Validierung*) unterschieden. Die Berücksichtigung der DIN 62366 und die Dokumentation sämtlicher Arbeitsschritte und -ergebnisse in Form einer Gebrauchstauglichkeitsakte ist eine notwendige Voraussetzung für eine abschließend erfolgreiche Zertifizierung als Medizinprodukt (DIN EN ISO 62366, S. 12).

Das Wesen von Normen besteht im Allgemeinen darin, vor allem festzulegen „was“ von einem Prozess oder Produkt erwartet wird, jedoch weniger konkret vorzugeben „wie“ der Weg zur Erreichung dieser Aspekte im Detail zu erfolgen hat. Es kann deshalb vermutet werden, dass in der Praxis je nach Kontext unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt werden und sich bestimmte individuelle oder organisationsinterne Arbeitsroutinen entwickeln. Oft werden bereits zentrale Begriffe und Konzepte unterschiedlich verstanden. Da derartige Differenzen branchenübergreifend im direkten Vergleich zwischen verschiedenen Usability-Akteuren offensichtlich sind, ist es sehr wahrscheinlich, dass sie auch in der Medizintechnik in vielfältiger Form auftreten und von Bedeutung sind.

Die zentrale Fragestellung für die in diesem Beitrag vorgestellte Interviewstudie ist daher, wie das Konzept „Usability“ im Bereich Medizintechnik aktuell verstanden und umgesetzt wird. Um den Fokus auf interaktive Produkte zu setzen, werden ausschließlich Software produzierende Unternehmen aus dem Bereich Medizintechnik befragt. Software ist seit 2007 (Anhang IX Richtlinie MDD 2007/47/EG) als Hilfsmittel klassifizierbar, wobei es sich sowohl um Computerprogramme mit Bedienoberflächen handeln kann (*stand-alone software*) als auch um Software, die in ein Produkt eingebettet ist (*embedded software*). Im Detail geht es darum, herauszufinden, ob Usability durch entsprechende Methoden frühzeitig mitgedacht und berücksichtigt wird, inwieweit Nutzer (wie z.B. Patienten, Angehörige, Ärzte, oder Therapeuten) aktiv in den Prozess einbezogen werden (z.B. durch Nutzerforschung, Partizipation, Einsatz von Usability-Tests im Labor) und welche Anforderungen an den Prozess sich aus bestimmten Marktperspektiven (z.B. Management, Entwicklung) heraus ergeben. Um Handlungsbedarfe zu erkennen und Empfehlungen ableiten zu können, werden zudem erlebte Barrieren bzw.

Hürden in der Umsetzung von Usability-Maßnahmen aus Unternehmenssicht erhoben.

2 Methode

Die Datenerhebung der Studie erfolgt per Telefon mit Hilfe eines halbstandardisierten Interviewleitfadens. Zur Rekrutierung von Teilnehmern werden 155 Softwarefirmen aus dem Bereich Medizintechnik kontaktiert, von denen sich insgesamt 21 Personen beteiligen (4 Frauen, 17 Männer). Für einige Befragte ist Usability ihre Kernaufgabe, andere setzen sich lediglich zusätzlich zu ihrer Haupttätigkeit damit auseinander. Die Interviewten stammen aus unterschiedlichen Arbeitsbereichen (Usability, Produktmanagement, Geschäftsleitung, Forschung und Entwicklung und Softwareentwicklung).

Der Leitfaden beinhaltet u. a. Abschnitte zu den Themen Definition und Anwendung von Usability. Innerhalb dieser Hauptthemen werden beispielsweise eine eigene Definition von Usability der Interviewten, die unternehmenstypischen Produktentwicklungsphasen mit den dazugehörigen Aktivitäten sowie Probleme und Optimierungsvorschläge hinsichtlich der Umsetzung von Usability-Maßnahmen, erfragt.

Der Leitfaden beinhaltet offene und geschlossene Antwortmöglichkeiten, sowie Rating-Skalen. Ratings sind Likert-skaliert und werden beschreibend mit Hilfe statistischer Kenngrößen (z.B. Mittelwert) ausgewertet. Zur Auswertung der qualitativen Daten werden auf Basis der Angaben zunächst inhaltliche Kategorien gebildet und die Antworten den Kategorien anschließend zugeordnet (Mayring, 2000, S. 4ff). Die Bildung von Kategorien wird durch bestehende Literatur unterstützt, wie beispielsweise zum User-Centered-Design Prozess Angaben zur Usability-Definition, zu Maßnahmen und Methoden sowie zu Barrieren und Kernproblemen werden additiv zusammengefasst und um Redundanzen bereinigt.

3 Ergebnisse

Die Unternehmensgröße der 21 interviewten Medizintechnikfirmen variiert von kleinen und mittelständigen Unternehmen bis hin zu Firmen mit über 10.000 Mitarbeitern. Die Jahresumsätze zeigen eine Spannweite von 1 Million bis über 500 Millionen Euro. Die Anzahl der Mitarbeiter, die sich innerhalb ihrer Tätigkeit mit Usability auseinander setzen, liegt pro Unternehmen zwischen null bis 20.

Hinsichtlich des Kenntnisstandes zum Thema Usability zeigt sich, dass die Befragten im Mittel leicht überdurchschnittliche Kenntnisse angeben ($M=3,48$ mit einer Spannweite von 2 bis 5 auf einer Skala von 1 bis 5). Im Vergleich zu den Kenntnissen sind die praktischen Erfahrungen im Bereich Usability etwas geringer ausgeprägt ($M=3,10$). Die Spannweite liegt hier zwischen 1 bis 5, wobei zwei Teilnehmende keine praktischen Erfahrungen in der Umsetzung von Usability-Maßnahmen haben. Kenntnisse und Erfahrungen weisen einen positiven mittleren Zusammenhang auf ($\rho=.584, p=.005$). Von den 21 Befragten nennen sechs Personen eine Usability Definition mit Bezug auf die Norm EN ISO 9241-11, 15 Personen hingegen formulieren

eine eigene Arbeitsdefinition. Fasst man alle zentralen Aspekte der individuellen Arbeitsdefinitionen zusammen, kann für das gemeinsame Verständnis von Usability im Bereich medizinischer Software folgende Definition festgehalten werden:

„Usability unterstützt im Bereich medizinischer Software die Entwicklung, das Testen, die Optimierung und den Einsatz interaktiver Systeme. Diese Systeme sollten auf den jeweiligen Vorkenntnissen der Anwender beruhen, fehlerfrei, unmittelbar verständlich und auf die wechselseitige Anpassung zwischen dem Menschen und seinen Arbeitsbedingungen ausgerichtet sein. Die Anpassung an den Kontext bezieht sich sowohl auf die Software als auch auf die (physische) Eingabeoberfläche. Das Ziel von Usability-Maßnahmen ist es, eine effektive, effiziente und zufriedenstellende Arbeit mit dem interaktiven System, sowie maximale Sicherheit für die Nutzer zu gewährleisten.“

Gut zu erkennen ist, dass Praktiker analog zur ISO-Definition die zu berücksichtigenden Faktoren Nutzer, Kontext und Ziel in ihr Usability-Konzept einbeziehen. Ausdrücklich betont und von besonderer Wichtigkeit sind die Verhinderung von Fehlbedienungen und die Vermeidung möglicher Risiken und Gefährdungen bei „bestimmungsgemäßem Gebrauch“.

Diese Annahme wird durch Abbildung 1 gestützt, die aufzeigt, dass Zuverlässigkeit, Sicherheit und die Berücksichtigung von Nutzeranforderungen für alle Befragten im Zentrum ihrer Usability-Aktivitäten stehen. Jeder der dort aufgeführten Aspekte wird im Telefoninterview auf einer Skala von 1 (sehr wichtig) bis 4 (sehr unwichtig) bewertet. Am wenigsten wichtig sind hedonische Erlebensaspekte, wie akustische Ästhetik, und Emotionen, wie „Spaß“. Kein Aspekt wird im Mittel als „sehr unwichtig“ eingeschätzt.

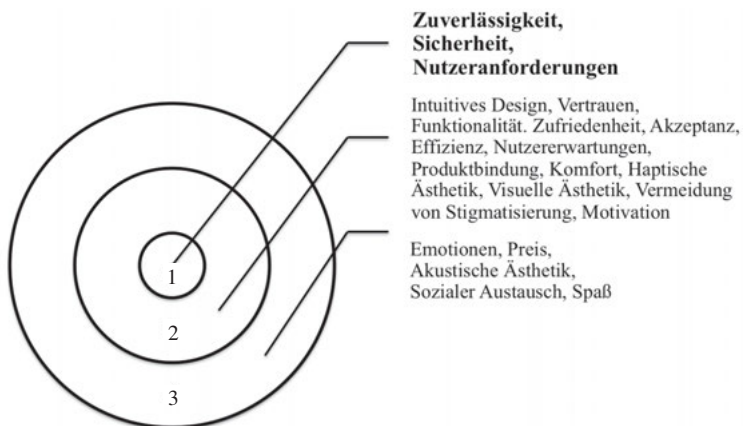


Abbildung 1: Wichtigkeit von Produktraspekten in der Usability-Praxis: 1=sehr wichtig; 2=eher wichtig; 3 =eher unwichtig; 4=sehr unwichtig (diese Kategorie nicht besetzt)

Aus den Angaben zu den unternehmensinternen Entwicklungsphasen lässt sich das in Abbildung 2 dargestellte Vorgehensmodell um Redundanzen bereinigt additiv ableiten. Es unterscheidet nach der Projektfreigabe in der Vorphase die drei Hauptphasen (1) Nutzungskontext und Spezifikation, (2) Design und Testen sowie (3) Nachentwicklung. Zusätzlich zeigt Abbildung 2 für jede Hauptphase drei Unterprozesse, eine Zusammenfassung der genannten wichtigsten Methoden in der Hauptphase, sowie den jeweils eingeschätzten relativen finanziellen, zeitlichen und personellen Anteil am Gesamtaufwand für alle Usability-Maßnahmen aus allen Angaben in den Interviews.

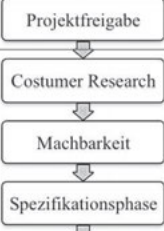
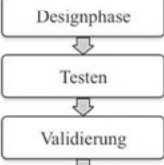
HF	Unterprozesse	Methoden	Investierte Ressourcen
	Projektfreigabe	- Kundenkommunikation	1 %
1		- Anforderungsanalyse - Kontextanalyse - Risikoanalyse - Marktanalyse - Technologieanalysen - Beobachtungen - Kundenbefragungen - Workshops - Expertenrunden - Lastenheft - Use Cases - Anwenderszenarien - Personas - Primary Actors - Prototypen - Pflichtenheft - Interviews - Akzeptanztests - Zweckbestimmung	39 %
2		- Formatives & Summatives Design - Nullserie - Workshops - Risikomanagement - Wire Frames - Skizzen - Reviews - Mock-Ups - Anwendertests - Prototypentests - User-Szenarien - Use-Cases - Evaluierung der Oberfläche - Verifikation - Usability Tests - Fragebögen - Interviews - Validierung mit Anwendern - Feldtests - Qualitätskontrolle	49 %
3		- Nutzertests - Produktherstellung - Re-Design - Iterative Optimierung - Testung an Normen orientiert, FDA konform - Nutzerfeedback - Design Änderungen - Einbeziehung von Kundenwünschen und Reaktionen vom Markt	11 %

Abbildung 2: Usability Prozessmodell mit prozentualer Verteilung der investierten Ressourcen für Usability-Methoden in den Unterprozessen der Hauptphasen (HF) 1 bis 3.

Von den 21 befragten Unternehmen geben zwei Unternehmen an, sich schon innerhalb einer Vorphase mit Aspekten von Usability zur internen Projektfreigabe und Kundenkommunikation auseinander zu setzen. Die Nutzerforschung zur Ermittlung valider Anforderungen sowie die Überprüfung der technischen Machbarkeit (Hauptphase 1) ist eine zentrale Aktivität, die zur Ideenfindung und Spezifikation dient; 19 von 21 Unternehmen geben an, zumindest einige der aufgeführten Methoden einzusetzen. Die frühzeitige Einbeziehung zukünftiger Nutzer ist hierbei für alle 19 Unternehmen von Bedeutung. Als Hauptphase, die den größten Anteil des Aufwandes einnimmt und in der alle 21 befragten Firmen die Anwendung entsprechender Usability-Maßnahmen aufführen, wird die zweite Phase genannte, in der das Design, die Testung des Grades der Anforderungserfüllung (Verifikation) und die Validierung des Produktes erfolgt. Die letzte Hauptphase im Vorgehensmodell beschreibt die Serienproduktion und die

Vermarktung mit anschließender Post Market Phase, in der nach der Markteinführung noch aktiv Rückmeldungen zum System von Nutzern eingeholt werden (Hauptphase 3). Der eingeschätzte Aufwand ist mit elf Prozent eher gering, wenngleich Nutzertests von einzelnen Unternehmen auch noch während und nach der Produktion zur Optimierung der medizintechnischen Software durchgeführt werden.

Mangelnde Akzeptanz von Usability durch andere Mitarbeiter sowie zu gering bemessene finanzielle, zeitliche und personelle Ressourcen zählen zu den meist genannten Hürden bei der Umsetzung von Usability-Maßnahmen im unternehmensinternen Produktentwicklungsprozess. Als Begründung hierfür werden unzureichende Kenntnisse und das fehlende Verständnis auf Managementebene genannt. Nicht selten wird Usability in erster Linie für eine erfolgreiche Zulassung als Medizinprodukt umgesetzt, jedoch fehlt das tiefere Verständnis für das wirtschaftliche, praktische und innovationsgenerierende Potenzial frühzeitiger Usability-Maßnahmen. Insbesondere ist vielen Befragten keine messbare Größe bekannt, die sie zur Argumentation hinsichtlich ökonomischer Vorteile an Führungskräfte kommunizieren können. Die Arbeit im interdisziplinären Team und das Finden einer gemeinsamen Sprache zwischen Technikern, Entwicklern, Designern und Usability-Experten beschreiben einige Teilnehmer als besondere Herausforderung. Speziell im Bereich Medizintechnik scheint vielen Befragten die Lösung technischer Probleme und der Aspekt der Funktionalität oft stärker im Mittelpunkt zu stehen als der Aspekt einer nutzergerechten Bedienbarkeit. Einige Studienteilnehmer vermisen die Anerkennung von Methodenkompetenz im Bereich Usability und beklagen die mangelnde Vernetzung der Medizintechnikfirmen mit Vereinen, Verbänden, Arbeits- und Fachgruppen, sowie die regelmäßige Teilnahme an Weiterbildungsangeboten.

Sechs Mitarbeiter geben an, dass ihre Firma die Vorbereitung und Durchführung von Usability-Maßnahmen mit Hilfe externer Unternehmen umsetzt. Dabei handelt es sich beispielsweise um Recruiting-Agenturen für die Rekrutierung von Probanden, Firmen für die Durchführung von Usability-Maßnahmen, Anwenderlabore, Usability-Beratungen, Designfirmen, etc. Die Anwendung von Normen findet in 20 von 21 Unternehmen statt. Dabei handelt es sich im Bereich Usability insbesondere um die in der Einleitung bereits beschriebenen Standardnormen DIN EN ISO 9241-11 und DIN EN ISO 62366.

4 Diskussion und Ausblick

In der Zusammenschau bieten die Befragungsergebnisse zahlreiche Hinweise auf das Verständnis, die Bedeutung und die praktische Umsetzung der Usability-Thematik in Softwarefirmen der Medizintechnik. Insbesondere kann aus der Zusammenführung der qualitativen Angaben das gemeinsam geteilte Wissen in Form einer Arbeitsdefinition, eines idealtypischen Vorgehensmodells, relevanter Methoden und erlebter Barrieren abgeleitet werden. Die hier dargestellten Ergebnisse stellen allerdings keinen repräsentativen Querschnitt aller medizintechnischen Unternehmen dar; deshalb wäre der Schluss, dass dem Thema Usability in der Medizintechnik ausreichend Beachtung geschenkt wird, verfrüht. Insbesondere zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang die Stichprobenselbstselektion, da von 155 bundesweit repräsentativ kontaktierten Unternehmen Mitarbeiter aus insgesamt 21 Firmen ihre Bereitschaft zur

Teilnahme umgesetzt haben. Nicht unwahrscheinlich ist es, dass genau diese Unternehmen bereits eine überdurchschnittliche Affinität zum Thema besitzen. Um den relativen Stellenwert von Usability im Bereich Medizintechnik einzuschätzen, sind zukünftig auch quantitative Erhebungen einzubeziehen, die einerseits eine größere Reichweite hinsichtlich des Stichprobenumfangs ermöglichen und andererseits direkte Vergleiche zwischen einzelnen Unternehmen erlauben. Über die Ermittlung eines „Usability-Reifegrades“ (Woywode et al., 2012) könnten diese Vergleiche sowohl zwischen Firmen innerhalb der Branche Medizintechnik gezogen werden als auch übergreifend zwischen Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen. Im Rahmen des hier vorgestellten Forschungsprojekts wird in Zusammenarbeit mit dem Usability in Germany e.V. aktuell ein erweiterter Usability-Selbsttest in Form einer Online-Befragung durchgeführt. Das Ziel besteht darin, die quantitativen Selbsteinschätzungen zur Bedeutung, Akzeptanz, Standardisierung und Umsetzung von Usability-Maßnahmen zwischen der Medizintechnik und anderen Branchen zu vergleichen. Auf Basis der Ergebnisse könnten die in diesem Beitrag vorgestellten Angaben komparativ interpretiert werden, um den Bedarf an Unterstützung im Bereich Medizintechnik auch aus einer übergeordneten Perspektive einzuschätzen. Die momentane Bestrebung, grundlegende Anforderungen zusammenzuführen und zu vereinheitlichen (siehe z.B. Medical Spice durch die VDI 5702) sowie anschauliche Handlungsempfehlungen in Form von Leitfäden zu entwickeln, sind nur einige aktuelle Beispiele dafür, dass es zur wirkungsvollen Berücksichtigung von Usability in der Medizintechnik zukünftig noch konkreter Anstrengungen bedarf.

Literaturverzeichnis

- DIN EN ISO 62366 (2008). *Medizinprodukte – Anwendung der Gebrauchstauglichkeit auf Medizinprodukte*. Berlin: Beuth Verlag.
- DIN EN ISO 9241-11 (1998). *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeit mit Bildschirmgeräten - Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit – Leitsätze*. Berlin: Beuth Verlag.
- DIN EN ISO 9241-210 (2011). *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme*. Berlin: Beuth Verlag.
- Mayring, P. (2000). Qualitative Inhaltsanalyse. *Forum Qualitative Sozialforschung*, 1(2/20), S. 4 ff.
- Official Journal of the European Union (2007). *DIRECTIVE 2007/47/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL*. Abgerufen am 23.06.2015 auf http://ec.europa.eu/consumers/sectors/medical-devices/files/revision_docs/2007-47-en_en.pdf
- Woywode, M., Mädche, A., Wallach, D., & Plach, M. (2012). Gebrauchstauglichkeit von Anwendungssoftware als Wettbewerbsfaktor für kleine und mittlere Unternehmen (KMU): Abschlussbericht.

Kontaktinformationen

Franziska Trauzettel, Michael Minge, Manfred Thüring
Technische Universität Berlin, Fachgebiet Kognitionspsychologie und Kognitive Ergonomie
Marchstraße 23, Sekr. MAR 3-2, 10587 Berlin, Deutschland
franziska.trauzettel@campus.tu-berlin.de; { michael.minge; manfred.thuering }@tu-berlin.de

Verbesserung der Therapiemitarbeit durch interaktive Rückmeldungen in einem sensorbasierten Unterstützungssystem

Susanne Dannehl, Laura Doria, Marc Kraft

Fachgebiet Medizintechnik, Institut für Konstruktion, Mikro- und Medizintechnik, Technische Universität Berlin

Zusammenfassung

Dieser Beitrag stellt die in einem aktuellen Forschungsprojekt entwickelten Unterstützungsansätze vor, mit denen das Therapieverhalten in der Nutzung von medizinischen Hilfsmitteln verbessert werden soll. Es wird die Adhärenz (Therapiemitarbeit) von Patienten adressiert, bei der die Handlungsregulation in den intentionalen und volitionalen Phasen der Hilfsmittelnutzung aufgrund unterschiedlicher Barrieren beeinträchtigt ist. Durch die Integration interaktiver mobiler Anwendungen und sensorbasierter Rückmeldung von Verhaltensparametern in die bisherigen Behandlungsabläufe kann die Planung und Umsetzung von Therapieempfehlungen unterstützt und die Befähigung zum Coping von Problemen gefördert werden. Dabei werden therapeutische Ansätze, u.a. aus dem Selbstmanagement, in einem sensorbasierten interaktiven Unterstützungssystem zur Patientenbetreuung einbezogen. Die Informationsvermittlung, Gestaltung der Rückmeldungen und Handlungsempfehlungen an die Patienten werden in einem Gesamtkonzept zusammengeführt, dessen Entwicklung in regelmäßigen Iterationsschritten von Patienten entsprechend der nutzerspezifischen Anforderungen evaluiert wird.

1 Einleitung

Die Entwicklung von eHealth-Lösungen für mobile Anwendungen spielt im Gesundheitskontext eine zunehmende Rolle und kann in unterschiedliche Zielbereiche gegliedert werden. Besonders zahlreich sind Consumer-Angebote vertreten durch vielfältige Wellness- und Fitness-Applikationen, die jedoch überwiegend keine nachhaltige Nutzung oder Verhaltensänderung bewirken. Im Bereich der Selbstüberwachung (Selfmonitoring) sind Anwendungen

verfügbar, die verschiedene Vitalfunktionen dokumentieren, jedoch erfolgt die Datenerfassung zumeist unregelmäßig und ist nicht für Erkrankungen vorgesehen. Die Entwicklung klinisch relevanter Applikationen wird allerdings in neuerer Zeit zunehmend relevant (Neumayer-Remter & Herzog, 2015).

Im hier beschriebenen Anwendungsbereich steht die Unterstützung des Therapieverhaltens durch ein sensorbasiertes Selfmonitoring und eine interaktive mobile Applikation im Vordergrund, die Patienten im Behandlungsverlauf verwenden können. Ziel ist es, ein nachhaltiges Angebot durch die Integration von therapierelevanten Funktionen und nutzergerechten Anforderungen zu gestalten.

Bei verschiedenen Indikationen werden Orthesen (Stützsysteme) eingesetzt, die von den Betroffenen für einen individuell festgelegten Therapiezeitraum verwendet werden. Die Nutzung wird nicht von medizinischen Anwendern begleitet, daher ist es notwendig, therapeutische Unterstützungssysteme und Motivationskonzepte zu entwickeln, welche die Interaktion der Nutzer mit den Hilfsmitteln verbessern. Um die Unterstützung für die jeweiligen Nutzer zu optimieren, ist eine sensorbasierte Dokumentation der Therapieverhaltensmuster geplant sowie eine nutzergerechte Gestaltung der Unterstützungsfunktionen. Das dargestellte Teilprojekt im BMBF-geförderten Forschungsverbund „BeMobil“ untersucht das Anwendungsgebiet der Skoliosebehandlung mit Stützkorsetten. Die Skoliose (griechischen *skoilios* „verkrümmt“) stellt die häufigste Wirbelsäulenerkrankung bei Kindern und Jugendlichen dar und bezeichnet eine Seitkrümmung der Wirbelsäule von mindestens 10°, gemessen nach Cobb, verbunden mit einer Rotation der Wirbelkörper. Die unter den Skoliosen am häufigsten vorkommende idiopathische adoleszente Form weist eine Prävalenz von 0,47 bis 5,2 Prozent in der Bevölkerung auf, wobei Mädchen häufiger betroffen sind als Jungen (Stücker, 2010; Konieczny et al., 2013).

Die konservative Behandlung erfolgt häufig mit einem sogenannten Chêneau-Korsett. Es ist ein rigides Korsett, welches eine dreidimensionale Korrektur der Verkrümmung mittels eines 3-Punkt-Verfahrens vorsieht. Ziel ist eine Korrektur mit Streckung und Entlastung der Wirbelsäulenabschnitte. Zudem unterstützt das Korsett am wachsenden Skelett die physiologische Arbeit des Bewegungsapparats.

Als ein Hauptproblem in der Korsettversorgung gilt die fehlende Adhärenz (Therapiemitarbeit) der Patienten beim Tragen der Orthese (Weinstein et al., 2013). Dies wird bisher mithilfe von thermosensiblen Sensoren im Korsett überprüft, die zur Adhärenzkontrolle durch die Behandler eingesetzt werden können (Zaina, 2014). Die derzeit verfügbare Sensorik kann jedoch keine interaktive Rückmeldung an die Nutzer generieren. Im aktuellen Forschungsprojekt wird ein Multi-Sensorsystem entwickelt, welches den Patienten eine zeitnahe und direkte Rückmeldung über das Trageverhalten gibt und auch Motivationshilfen über mobile Endgeräte bereitstellt.

2 Projektaufbau

Um ein ganzheitliches Unterstützungssystem zu entwickeln, werden mehrere Ansätze zur Verbesserung der Therapiemitarbeit untersucht. Im Folgenden werden die drei Projektschwerpunkte dargestellt und in einer Grafik zusammengefasst.

2.1 Multisensorsystem

In Studien zur Wirksamkeit der Behandlung in der Korsettversorgung hat sich eine zu geringe Therapiemitarbeit (Quantität, Tragezeit) bei den Patienten gezeigt (u. a. Hunter et al., 2008; Rahman et al., 2010). Sensorbasierte Rückmeldungen an die Patienten wurden bisher kaum genutzt, obwohl direkte Monitoring-Daten zum Therapieverhalten in der Orthesenversorgung optimal abgebildet werden können und die Betreuung der Patienten unterstützen.

Die Messung von Parametern des Therapieverhaltens wie Tragedauer und anliegender Druck erfolgte bereits in Laborstudien (u. a. Lou et al., 2011; Lou, Hill, & Raso, 2010). Das Messsystem wurde dabei zusätzlich für die Rückmeldung der Tragezeit verwendet und konnte diese erhöhen (Lou et al., 2010) bzw. erhalten (Lou et al., 2011). Im aktuellen Projekt wird ein multi-sensorisches Messsystem entwickelt, das Patienten Informationen über das eigene Therapieverhalten anhand von gemessener Tragedauer, anliegendem Druck, Bewegungsumfang und Mikroklima zeitnah rückmelden kann.

2.2 Motivationskonzept

Die Projekt-Arbeitsgruppe untersucht, welche Voraussetzungen und Innovationen notwendig sind, um die Motivation zur Einhaltung der Therapieempfehlungen zu verbessern und eine therapiekonforme Nutzung zu gewährleisten. Ansätze zur Verbesserung der Therapiemitarbeit bei unterschiedlichen Maßnahmen wurden bereits erforscht, jedoch nicht im Bereich der Skoliose-Behandlung. Der Informationsbedarf von Patienten ist entscheidend in der Umsetzung der Therapieempfehlungen und erhöht sich durch die zunehmende (mobile) Verfügbarkeit von Daten. In den Befunden aus Cochrane-Reviews¹ zu ähnlichen Behandlungsmaßnahmen, bspw. zur Verbesserung der antiretroviralen Therapie bei Kindern mit HIV-Infektion, zeigte sich, dass Patienten, die sowohl Selfmonitoring als auch eine Wissens- und Kompetenzvermittlung (Selbstregulation) erhielten, längere Zeit die Behandlung mit der antiviralen Therapie fortsetzten (u. a. Bain-Bickley et al., 2011). Das Motivationskonzept mit den geplanten Funktionen wird im Absatz 3 des Beitrages ausführlicher dargestellt.

¹ Die Cochrane Collaboration ist ein internationales Netzwerk von Wissenschaftlern, das sich u. a. an den Grundsätzen evidenzbasierter Medizin (EbM) orientiert. Das zentrale Ziel ist die Verbesserung der wissenschaftlichen Grundlagen für Entscheidungen im Gesundheitssystem. Dieses Ziel wird vor allem durch die Erstellung, Aktualisierung und Verbreitung systematischer Übersichtsarbeiten (systematic reviews) zur Bewertung von Therapien erreicht. Diese sind über die Datenbank Cochrane Library online zugänglich. <http://www.cochranelibrary.com/>

2.3 Gestaltungsempfehlungen für die Orthesenoptimierung

Das Mikroklima zwischen Haut und Skoliose-Orthesen wurde bisher noch nicht systematisch untersucht, kann aber einen wesentlichen Anteil an der Akzeptanz des Hilfsmittels haben, ebenso wie weitere Hilfsmittleigenschaften, wie das Gewicht der Orthese. Von Patienten selbständig genutzte Hilfsmittel stehen bisher wenig im Fokus medizintechnischer Usability-Forschung. Es werden häufiger die Behandler als Anwender betrachtet (vgl. Backhaus, 2010). Die Vorgaben für den Ergonomie-Prozess bei Medizinprodukten werden im Projekt umgesetzt und um den Aspekt der altersgerechten Gestaltung und der besonderen Herausforderungen des “Mitwachsens” ergänzt. Um die Gebrauchstauglichkeit der Produkte und das Nutzererleben der Mensch-Technik-Interaktion zu optimieren, werden u. a. die Herstellungsverfahren, die Materialien und Formgebung untersucht und von einem nutzerzentrierten Standpunkt bewertet. Mit diesen Strategien wurde in der Gestaltung der Hilfsmittel bisher nicht geforscht. Zusammenfassend werden die beschriebenen Forschungsschwerpunkte im Projekt in einer Übersichtsgrafik dargestellt:

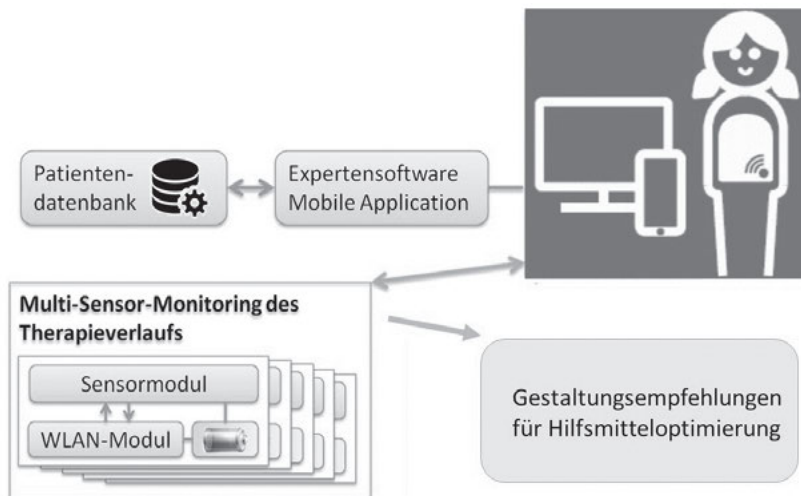


Abbildung 1: Zusammenfassung des Projektaufbaus

3 Motivationskonzept für die mobile Applikation

Das Betreuungsangebot während des Therapieverlaufes basiert auf mehreren Theoriemodellen der Gesundheitspsychologie mit dem Schwerpunkt in der Adhärenzsteigerung und Verbesserung von Gesundheitsverhalten. Neben diesen Ansätzen werden auch die Einflussfaktoren auf die Adhärenz, die u. a. Petermann (2004) untersucht hat, einbezogen wie bspw. die Interaktion mit Behandlern sowie die Ortheseneigenschaften. Im Modell der Handlungsphasen von Heckhausen (2010) werden mehrere Schritte der Handlungsregulation beschrieben, auch bekannt als das Rubikon-Modell. Zentral sind die motivationale (Zielauswahl) und die

volitionale (Zielumsetzung) Stufe in der Handlungsregulation. Die erste Handlungsphase beinhaltet die Auswahl zwischen verschiedenen Motiven. Die Entscheidung wird anhand eines Abwägens von Erwartungen und des antizipierten Wertes des Handlungsergebnisses getroffen. Dieser Wert wird anhand des erwarteten Nutzens und der positiven und negativen Konsequenzen (kurz- und langfristig) bemessen (Gollwitzer, 2006). Bei dem untersuchten Therapieverhalten sind die Betroffenen bspw. durch die Einschränkungen aufgrund des Korsetts zeitnah mit negativen Konsequenzen konfrontiert, wohingegen die positiven Konsequenzen bspw. in der Gesunderhaltung und Vermeidung von Rückenschmerzen wenig verhaltensnah erlebt werden. Die Erwartungen bezüglich des Handlungsergebnisses können anhand der App jedoch verhaltenswirksamer eingesetzt werden, bspw. durch eine regelmäßige Erfolgsrückmeldung. Zudem wird die Zielumsetzung durch Anleitungen unterstützt.

In zahlreichen Interventionsansätzen zur Verhaltensänderung zeigt sich die Bedeutung von Kompetenzen zur Selbstregulation, d. h. wie gut einer Versuchung widerstanden werden kann, um ein langfristiges Ziel zu erreichen und wie eine aversive Situation besser ertragen werden kann, um langfristig einen positiven Effekt zu erzielen (Kanfer, 1991). Einige Autoren haben festgestellt, dass diese Fähigkeit neben gesundheitsrelevanten Verhaltensweisen auch beruflichen Erfolg und Lebenszufriedenheit beeinflussen kann (Mischel, 2015). Die erforderliche Selbstkontrolle kann durch Anleitungen zur Umsetzung geeigneter Strategien erlernt werden und wurde besonders bei Kindern und Jugendlichen erforscht. Das Grundprinzip beinhaltet, eine mentale Distanz zur erlebten „Jetzt-Situation“ aufzubauen und stattdessen den „späteren Effekt“ stärker zu fokussieren. Dazu eignen sich neben den Dokumentationsfunktionen der geplanten App mit der Darstellung des Therapieverhaltens und der Zielerreichung auch die Anleitung zu wenn-dann-Planungen, um die Selbstkontrolle zu verstetigen. Aufgrund des Selbstmonitorings ist die gezielte Erfassung von Stressmomenten für die Patienten möglich, da sie in der App u. a. ihren Tagesablauf und die Tragezeiten der Orthese planen und überprüfen können.

Bei dokumentierten Situationen, in denen es mehrfach nicht gelungen ist, die Orthese zu tragen, können wenn-dann-Regeln mit der App erstellt werden. Bspw. könnte nach der Schule, wenn sich die Patienten eine Pause vom Korsetttragen gönnen und anschließend vergessen, das Korsett wieder anzuziehen, die App nach der eingestellten Pausenzeit eine Rückmeldung geben, wenn im Korsett weiterhin keine Tragemuster gemessen werden. Wichtig ist dabei, solche Verhaltensweisen anfänglich zu verstärken, um die Veränderungen langfristig zu verankern und Alltagsroutinen zu entwickeln, deren Umsetzung kaum noch Kapazitäten benötigt. Insgesamt sind für die App folgende Funktionen geplant, die von den Patienten individuell je nach Bedarfssituation und Zeitpunkt der Behandlung verwendet werden können:

- Dokumentation des Therapieverlaufes (Tragedauer, Schmerzen, Zielerreichung, etc.)
- Wissensvermittlung (insbesondere am Anfang der Therapie)
- Anleitung zu In-Brace-Übungen und weiteren Trainings zur muskulären Stabilisierung
- Strategien zum Selbstmanagement
- Austausch mit anderen Betroffenen und mögliche Interaktionskonzepte mit Behandlern

Danksagung

Das regionale Innovationscluster „BeMobil“, in dem das beschriebene Projekt ein Forschungsbereich ist, wird im Rahmen des BMBF-Förderschwerpunktes „Mensch-Technik-Interaktion für den demografischen Wandel“ finanziert. Zudem ist die engagierte Mitarbeit der klinischen Partner Helios-Klinikum Emil-von-Behring und der Hochschulambulanz für Sportmedizin an der Universität Potsdam, sowie der beteiligten Unternehmen CCtec Deutsches Korsettzentrum GbR, nova motum Services and Consulting GmbH und Code Mercenaries Hard- und Software GmbH für den Projekterfolg ausschlaggebend.

Literaturverzeichnis

- Backhaus, C. (2010). *Usability-Engineering in der Medizintechnik. Grundlagen-Methoden-Beispiele*. Heidelberg: Springer.
- Bain-Brickley, D., Butler, L. M., Kennedy, G. E., & Rutherford, G. W. (2011). Interventions to improve adherence to antiretroviral therapy in children with HIV infection. *The Cochrane database of systematic reviews*, (12), CD009513. doi:10.1002/14651858.CD009513.
- Gollwitzer, P.M. Sheeran P. (2006). Implementation intentions and goal achievement: a Meta-Analysis of effects and processes. In: *Advances in experimental social psychology* 38, S. 69–119. DOI: 10.1016/S0065-2601(06)38002-1.
- Heckhausen, J.; Heckhausen, H. (2010). *Motivation und Handeln*. 4. Aufl. Berlin: Springer.
- Hunter, L. N., Sison-Williamson, M., Mendoza, M. M., McDonald, C. M., Molitor, F., Mulcahey, M. J., Bagley, A. (2008). The validity of compliance monitors to assess wearing time of thoracic-lumbar-sacral orthoses in children with spinal cord injury. *Spine*, 33(14), 1554–1561. doi:10.1097/BRS.0b013e318178864e.
- Kanfer, F. H., Gaelick-Buys, L., Goldstein, A. P. (Ed) (1991). Self-management methods. Helping people change: A textbook of methods (4th ed.). In: *Pergamon general psychology series*. US: Pergamon Press, S. 305–360.
- Konieczny, M. R., Senyurt, H., & Krauspe, R. (2013). Epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis. *Journal of children's orthopaedics*, 7(1), S. 3–9. doi:10.1007/s11832-012-0457-4.
- Lou, E., Hill, D. L., & Raso, J. V. (2010). A wireless sensor network system to determine biomechanics of spinal braces during daily living. *Medical & biological engineering & computing*, 48(3), 235–243. doi:10.1007/s11517-010-0575-4.
- Lou, E., Hill, D., Hedden, D., Mahood, J., Moreau, M., & Raso, J. (2011). An objective measurement of brace usage for the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Medical engineering & physics*, 33(3), 290–294. doi:10.1016/j.medengphy.2010.10.016.
- Marcano Belisario, J. S, Huckvale, K., Greenfield, G., Car, J., Gunn, L. H. (2013). Smartphone and tablet self management apps for asthma. In: *The Cochrane database of systematic reviews* 11, S. CD010013. DOI: 10.1002/14651858.CD010013.pub2.

- Mischel, W. (2015). *Der Marshmallow-Test. Willensstärke, Belohnungsaufschub und die Entwicklung der Persönlichkeit*. München: Verlag Siedler, W J.
- Neumayer-Remter, S., Herzog, R. (2015). mHealth – Es fehlt der politische Wille. 42 *Das Journal für die deutsche, österreichische und schweizerische Healthcare IT Branche*, 4, S. 45-47.
- Petermann, F. (2004). Non-Compliance: Merkmale, Kosten und Konsequenzen. In: *Managed Care*, 4, S. 30–32.
- Rahman, T., Borkhuu, B., Littleton, A. G., Sample, W., Moran, E., Campbell, S., Bowen, J. R. (2010). Electronic monitoring of scoliosis brace wear compliance. *Journal of children's orthopaedics*, 2010 (4), S. 343–347.
- Stücker, R. (2010). Die idiopathische Skoliose. *Orthopädie und Unfallchirurgie up2date*, 5(01), 39–56. doi:10.1055/s-0029-1243953.
- Weinstein, S. L., Dolan, L. A., Wright, J. G., & Dobbs, M. B. (2013). Effects of bracing in adolescents with idiopathic scoliosis. *The New England journal of medicine*, 369(16), 1512–1521. doi:10.1056/NEJMoa1307337.
- Zaina, F., De Mauroy, J C, Grivas, T., Hresko, M. T., Kotwizki, T., Maruyama, Negrini, S. (2014). Bracing for scoliosis in 2014: state of the art. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 50 (1), S. 93–110.

Kontaktinformationen

Susanne Dannehl, Laura Doria, Marc Kraft
Technische Universität Berlin, Fachgebiet Medizintechnik
Dovestraße 6, Sekr. SG11, 10587 Berlin, Deutschland
{susanne.dannehl; laura.doria; marc.kraft}@tu-berlin.de
<http://www.medtech.tu-berlin.de>

Beispiele aus der Praxis: Anwendung partizipativer Methoden im Gesundheitskontext

Katharina Lorenz, Jelena Zach, Gesche Joost

Design Research Lab der Universität der Künste zu Berlin

Zusammenfassung

Beim Entwickeln und Gestalten von Produkten und Assistenzsystemen im Gesundheitskontext ist das Einbeziehen der Nutzer besonders wichtig. Gerade in diesem Zusammenhang müssen häufig sensible Fragestellungen thematisiert werden, sodass Wünsche, Bedürfnisse und Anforderungen der Patienten ermittelt werden können. In diesem Beitrag werden anhand dreier Projekte exemplarisch partizipative Designmethoden sowie ihre Adaption an den jeweiligen Kontext vorgestellt und die wichtigsten Erkenntnisse und Erfahrungen bezüglich deren Anwendung mit verschiedenen Nutzergruppen, wie Menschen mit Demenz oder Jugendliche mit Skoliose, zusammengefasst. In interaktiven Nutzerworkshops stellte sich heraus, dass Einsatz von Werkzeugen wie fiktive Charaktere, visuelle Hilfsmaterialien und spielerische Aktivitäten den Nutzern ermöglicht ihre Bedürfnisse, Ängste, Sorgen, Herausforderungen und Erfolge zu verbalisieren und den Gestaltern daraus Anforderungen abzuleiten.

1 Einleitung

Aus dem demografischen Wandel resultierende Veränderungen in der Bevölkerung, wie etwa der ansteigende Anteil alter Menschen, bringen neue Herausforderungen im Bereich Gesundheit mit sich. Auch andere gesundheitliche Themen wie Prävention oder Rehabilitation spielen heutzutage eine bedeutsame Rolle (Statistisches Bundesamt, 2011). Zusätzlich bietet die zunehmende Leistungsfähigkeit technischer Systeme großes Innovationspotenzial bei der Entwicklung und Gestaltung medizinischer Produkte und Assistenzsysteme. Dabei ist es besonders wichtig, Nutzer in frühen Entwicklungsphasen einzubeziehen, um die Alltagstauglichkeit in hohem Maße sicherzustellen (DIN EN 62366, 2008). Dies kann mithilfe von partizipativem Design erfolgen. Aufgrund der direkten Arbeit mit den Akteuren (Betroffene, medizinisches Personal, etc.) kann ein authentischeres Ergebnis, eine effektivere Lösung sowie eine größere Nutzerakzeptanz erreicht werden. Um in diesem Zusammenhang Wünsche, Bedürfnisse und Anforderungen der Patienten zu ermitteln, ist es oft notwendig

sensible Fragestellungen zu thematisieren. Des Weiteren ist es bei der Workshopgestaltung erforderlich auf die krankheitsspezifischen Symptome der Patienten einzugehen (z.B. kurze Aufmerksamkeitsspannen, Kommunikationsbarrieren, etc.) (Mayer & Zach, 2013).

Ziel dieses Beitrags ist es, die in interaktiven Nutzerworkshops angewandten Methoden zusammenzufassen und zu analysieren. Der Einsatz dieser Methoden in der Anforderungsanalyse wird anhand dreier Beispiele aus dem Gesundheitskontext dargestellt. Dabei stellte sich heraus, dass die Verwendung von bestimmten Werkzeugen wie fiktive Charaktere, visuelle Hilfsmaterialien und spielerische Aktivitäten Redeanlässe schaffen und den Nutzern helfen ihre Bedürfnisse, Ängste, Herausforderungen und Erfolge auszudrücken.

2 Methodischer Hintergrund

Bei partizipativem Design geht es darum, den Nutzern die Möglichkeiten zu geben, sich aktiv an Erforschung und Entwicklung einer gestalterischen Problemstellung (z. B. eines Produkts oder einer Dienstleistung) zu beteiligen (Sanders, 2002). Für eine erfolgreiche Nutzerpartizipation sind die Auswahl geeigneter Methoden und gegebenenfalls ihre Anpassung an den jeweiligen Kontext, die Nutzergruppe als auch das „Setting“ entscheidend. Die im Folgenden beschriebenen Methoden basieren zum Teil auf verschiedenen miteinander kombinierten Ansätzen. Als Inspiration für "Personal Mapping" dienten die Cultural Probes, die aus einer Sammlung diverser inspirierender Materialien, welche den Nutzern über einen gewissen Zeitraum zum Bearbeiten überlassen werden, bestehen und den Gestaltern Einblicke in die Welt der Nutzer liefern (Gaver et al., 1999). Methoden wie Personas und gelenktes Storytelling fungierten als Grundlage für den "fiktiven Charakter"-Ansatz. Personas sind diverse Benutzerarchetypen, die eine Gruppe mit bestimmten Verhaltensmustern, Zielen und Eigenschaften repräsentieren. Diese werden zur Verbesserung des Nutzerverständnisses erstellt (Chang et al., 2008). Durch gelenktes Storytelling werden Nutzer aufgefordert von bestimmten Erfahrungen zu berichten (Martin & Hanington, 2013). Auch weitere Methoden wie Card Sorting (hierbei gruppieren die Teilnehmer thematische Karten auf unterschiedliche Weise; Martin & Hanington, 2013) dienten als Inspirationsquellen, um den spezifischen Kontexten angepasste Vorgehen zu entwickeln.

3 Beispiele aus der Praxis

In diesem Kapitel werden vier partizipative Methoden in der Anwendung mit Menschen mit Demenz, Älteren sowie Kindern mit Skoliose vorgestellt und analysiert. Dabei wird unter anderem untersucht, wie diese Methoden in verschiedene Kontexte übertragen werden können.

3.1 Interfacegestaltung mit und für Menschen mit Demenz

Projektziel war ein individuell anpassbares technisches Hilfsmittel für Menschen mit Demenz im Anfangsstadium zu entwickeln, das zum Erhalt der Selbstbestimmung Betroffener beiträgt, ihre Lebensqualität verbessert und Betreuende entlastet. Im Projektverlauf waren Pflegende und Betroffene direkt in den Entwicklungsprozess durch Methoden wie Interviews, „Fiktiver Charakter“, „Card Sorting Circle“, „Kontextbezogene Spiele“ sowie Prototypentests eingebunden. Im Zeitraum von neun Monaten fanden acht Gruppentermine mit jeweils acht Betroffenen (Alter: 50 bis 80 Jahren) und sechs Einzelworkshops mit Betroffenen und ihren Begleitpersonen statt.

Fiktiver Charakter

Um sensible Themen, wie die krankheitsbedingten Herausforderungen im Alltag, mit Menschen mit den Demenz eruieren zu können, haben wir eine Methode gebraucht, die eine Atmosphäre schafft, in der sie sich wohl fühlen, darüber zu sprechen. Eine weitere Anforderung war, die Fragestellungen einfach und verständlich an die Betroffenen zu kommunizieren. Dafür wurde anhand der vorausgegangenen Recherche eine prototypische Nutzerin, die sich in ähnlicher Lage wie die Nutzer befindet, entwickelt. Dabei entstand die Persona „Frau Schmidt“, deren verschiedene Probleme, Wünsche und Herausforderungen in Form von kurzen Aussagen auf Sprechblasen dokumentiert wurden, (z.B. „Ich beginne jeden Tag mit meinem Morgenritual.“) Jedes Statement wurde auf einer Sprechblase mit einer entsprechenden Abbildung (Zeitung, Kalender, Kleidung, etc.) veranschaulicht. Dabei verwendeten wir Bilder von den Nutzern vertrauten Objekten, um ihre Erinnerungen besser hervorzurufen. Anschließend befragten wir die Teilnehmer, ob sie diese oder ähnliche Situationen aus ihrem Alltag kennen. Die Sprechblasen entsprachen einem Interviewleitfaden und strukturierten somit das Gespräch. Die Teilnehmer konnten sich mit „Frau Schmidt“ identifizieren und wurden durch die Statements auf den Sprechblasen motiviert, diese zu kommentieren, ohne das Gefühl zu haben, dass es zu persönlich wird oder sie sich schämen müssten. Beim Diskutieren veranschaulichten sie ihre Meinung oft mit persönlichen Erlebnissen. Die Sprechblasen mit den für die Teilnehmer zutreffenden Aussagen wurden im Workshopverlauf auf einer Tafel mit der „Frau Schmidt“-Abbildung angebracht. So konnten Inhalte für alle sichtbar festgehalten werden. Es zeigte sich, dass es für Menschen mit Demenz leichter ist über ihre Probleme zu sprechen, wenn sie dabei Bezug auf andere Personen nehmen können und sie sich so nicht allein in ihrer Situation fühlen (vgl. Mayer & Zach, 2013).

Kontextbezogene Spiele

Als weitere Möglichkeit um mit demenziell Erkrankten über bestimmte Themen zu sprechen, fertigten wir mehrere inhaltlich auf das Gesprächsziel (z.B. „Kommunikation im Alltag“) ausgerichtete Spiele an. Aufbauend auf unseren Beobachtungen der Aktivitäten in der Tagespflegegruppe haben wir Memory- und Puzzlespiele als Grundlage ausgewählt und fertigten Spielkarten mit Darstellungen der zu untersuchenden Inhalte an. Die ausgewählten Abbildungen (Telefon, Kalender, Tagebuch, etc.) nutzten wir als Einstieg für die Gruppendiskussion zu mit den Bildern verwandten Themen. Beim Aufdecken der Spielkarten konnten die Teilnehmer ungezwungen über konkrete Probleme, ihren Umgang damit sowie ihre Lö-

sungen sprechen und diskutieren. Dabei war es wichtig den Schwierigkeitsgrad der Spiele an die Bedürfnisse der Nutzer individuell anzupassen. Ziel dieser Methode war es vor allem Redeanlässe durch die Abbildungen zu schaffen und mögliche Einschüchterung und Druck durch direkte Interviewfragen zu vermeiden.



Abbildung 1: links: Fiktiver Charakter „Frau Schmidt“, rechts: Kontextbezogene Spiele „Puzzle und Memory“

Durch den Einsatz partizipativer Methoden konnten Wünsche und Bedürfnisse der demenziell Erkrankten und Pflegenden besser umgesetzt werden. Auch die Gestalter konnten dadurch Verständnis für die Nutzersituation entwickeln, die Gestaltungsrichtung festlegen und Entscheidungen anhand konkreter Beispiele begründen. Als Ergebnis wurde eine modulare Anwendung für den Tablet-PC mit thematischen Schwerpunkten auf Alltagsstrukturierung, Kommunikation, Gedächtnistherapie sowie Betreuungskoordination entwickelt.

3.2 Sensorbasierte Gesundheitsservices

Das Projektziel war es, mobile Dienstleistungskonzepte, die auf ambienten und körpernahen Sensorkomponenten basieren, zu entwickeln. Sie sollen die Bereitschaft zur Prävention und persönlichen Fitness stärken, den Gesundheitszustand kontinuierlich erfassen und im Bedarfsfall Hilfestellung anbieten. Auch hier wurden Anforderungen, Konzeptideen und erste Prototypen im Zeitraum von neun Monaten in kontinuierlich stattfindenden Nutzerworkshops eruiert, gemeinsam entwickelt und getestet. Folgende Methoden wurden in Gruppen mit bis acht Teilnehmern (Alter: 55 bis 85 Jahre) angewandt: Interviews, "Card Sorting Circle", Paper Prototyping, Co-Creation Tinkering und Prototypentests.

Card Sorting Circle

Um die ersten Fragestellungen (z.B. „Stärkung der Präventionsbereitschaft und persönlicher Fitness“, „Anforderungen an häusliche und mobile Dienstleistungen“) zu erforschen, nutzten wir die Card Sorting-Methode als Grundlage. Um die Einschätzung der Prioritäten zu erleichtern, fertigten wir zusätzlich eine Kreisfläche an. Insgesamt gab es drei in einander liegende Kreise, wobei die Relevanz nach außen hin abnehmend war. Der weiße Bereich am Rand spiegelte unwichtige Faktoren wieder. Die Kreisfläche ermöglichte das freie Anordnen und Gruppieren der Karten mit Schlagworten (z.B. Gruppentraining, Motivation durch Musik, etc.) und erlaubte den Nutzern individuelle Bezüge zwischen thematischen Schlagworten herzustellen. Zudem waren Blanko-Karten vorhanden, um gegebenenfalls Punkte zu ergänzen.

zen. Diese Methode kann einzeln oder in einer Gruppe durchgeführt werden. Als Gruppenübung kann sie zwischen mehreren Nutzern vermitteln und sie dazu bringen, gemeinsame Entscheidungen zu treffen oder auch gegensätzliche Meinungen hervorrufen. Ziel dieser Methode ist, Nutzer zur Diskussion über verschiedene Einstellungen gegenüber dem Thema anzuregen und dabei Einzelmeinungen und gemeinsame Ergebnisse festzuhalten.



Abbildung 2: Card Sorting Circle

Durch die Einbeziehung älterer Nutzer ist ein auf auditiven und visuellen Metaphern basierendes interaktives System für Tablet-PCs entstanden, welches auf einem wöchentlichen Plan für Bewegungstraining und einem Punktesystem für körperliche Aktivitäten aufbaut (vgl. Zöllig et al., 2014).

3.3 Motivationsförderung bei Kindern in der Orthesenversorgung

Im Projekt BeMobil wird ein interaktives motivierendes Betreuungskonzept zur Unterstützung von Skoliose-Patienten in der Korsetttherapie in Form einer Smartphone-Applikation entwickelt. Barrieren und Probleme im Therapieverlauf sowie Motivationsstrategien wurden durch das Einbeziehen der Nutzer (Alter: 12 bis 17 Jahre; Dreiergruppen und Einzelaktivitäten) im Zeitraum von vier Monaten durch Methoden wie „Fiktiver Charakter“, „Card Sorting Circle“ und "Personal Mapping" erforscht. Einige der zuvor beschriebenen Methoden wurden an die Zielgruppe adaptiert und kontextbezogen erweitert.

Fiktiver Charakter

Um in einem interaktiven Workshop mit betroffenen Jugendlichen über Probleme und Barrieren im Therapiealltag zu sprechen, nutzten wir die Methode „Fiktiver Charakter“. Themen und Probleme, zu denen Nutzer befragt werden sollten, wurden auf Sprechblasen formuliert und auf einen fiktiven Charakter projiziert, die 16-jährige Nina, die seit einem Jahr ein Korsett trägt. Im Gegensatz zu Workshops mit Menschen mit Demenz formulierten wir die Aussagen für Jugendliche provozierender. Je extremer die Statements waren, desto stärker reagierten sie darauf. Auf zusätzliche Bilder, die bei der Arbeit mit demenziell Erkrankten besonders wichtig waren, haben wir bei dieser Nutzergruppe verzichtet.

Personal Mapping

Um mehr über den individuellen Tagesablauf mit Korsett zu erfahren sowie mögliche Ressourcen zu erkennen, haben wir Hefte und Sticker zum Bearbeiten erstellt. Die Jugendlichen ordneten collagenartig verschieden Sticker (Symbole, Aktivitäten, Personen, Orte) an einem Zeitstrahl und konnten dabei über ihren Tagesablauf und damit verbundene Probleme reflektieren. Die Verwendung von Stickern, die schnell und unkompliziert platziert werden können, zeigte eine motivierende Wirkung. So hatten sie Spaß an der Aufgabe. Zusätzlich lieferten die Abbildungen Denkanstöße. Im Anschluss stellten die Nutzer das bearbeitete Material vor und diskutierten darüber. Das Gespräch war wichtig für die Interpretation und Vergleichbarkeit der Ergebnisse. Die offene Fragestellung („Wie sieht dein Tag mit Korsett aus?“) und die inspirierenden Materialien, die auf bestimmte Aspekte hinweisen, ist eine der Stärken des Ansatzes.



Abbildung 3: links: Fiktiver Charakter „Nina“, rechts: Personal Mapping

Durch aktive Nutzerpartizipation konnten spezifische Anforderungen und Nutzerbedürfnisse ermittelt werden. Das bisherige Projektergebnis ist Grundlage für die Entwicklung einer therapieunterstützenden Anwendung für Smartphones mit Funktionen wie Unterstützung der Alltagsroutine, Tragezeitrückmeldung, Wissensvermittlung und sozialer Austausch.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Das Hauptziel der beschriebenen Methoden besteht darin, den Kontext zu analysieren, Wünsche und Bedürfnisse der Nutzer zu ermitteln und erste Meinungen zum gegebenen Thema einzuholen. Daraus folgend können Anforderungen sowie Gestaltungskriterien abgeleitet werden. Zusammenfassend ist der Gewinn der Methode „Fiktiver Charakter“, dass sich die Teilnehmer durch die Projektion auf eine fiktive Person von ihren Problemen distanzieren können und nicht über sich selbst sprechen müssen. Die Stärke des „Personal Mapping“ besteht darin, dass zwar eine thematische Richtung vorgegeben wird, jedoch durch visuelle Denkanstöße in Form von Stickern viel Freiraum bleibt, um über das Thema nachzudenken. Das Beschäftigen mit diesem Material ermöglicht den Teilnehmern bestimmte Thematiken zu reflektieren und erleichtert es ihnen im Anschluss ihre Gedanken vorzustellen, da diese bereits visualisiert sind. Spielerische Ansätze wie bei „kontextbezogenen Spielen“ schaffen

eine ungezwungene Atmosphäre, in der sich Teilnehmer auch mit erkrankungsbedingten kognitiven Einschränkungen über schwierige und sensible Themen äußern können, ohne unter Druck zu geraten. Die „Card Sorting Circle“-Methode eignet sich gut um die Diskussion in einer Gruppe zu fördern. Durch Verwendung von Karten bleibt die Diskussion thematisch zielgerichtet und es werden konkrete Entscheidungen bezüglich der Wichtigkeit einzelner Aspekte oder Funktionen von den Teilnehmern getroffen. Alle Methoden eignen sich auch gut als Vorbereitung zur weiteren intensiveren thematischen Auseinandersetzung. Durch die Offenheit dieser Methoden können auch Themen von Betroffenen angesprochen werden, nach denen nicht explizit gefragt wurde. Ebenso wird dadurch der Einstieg in eine Diskussion erleichtert, strukturiert und visualisiert. Als nächster Schritt werden die bisher entwickelten Methoden im Rahmen des Projektes BeMobil und weiterer Projekte auf andere Personengruppen (z.B. Schlaganfallpatienten) übertragen, angepasst und erweitert. Ziel ist es, in der Zukunft Guidelines für den Einsatz partizipativer Designmethoden im Gesundheitskontext zur Erhebung von Anforderungen zu formulieren.

Literaturverzeichnis

- Chang, Y. N., Lim, Y. K., & Stolterman, E. (2008). Personas: from theory to practices. In: *Proceedings of the 5th Nordic conference on Human-computer interaction: building bridges*, S. 439-442.
- DIN EN 62366 (2008). *Medizinprodukte – Anwendung der Gebrauchstauglichkeit auf Medizinprodukte*. Brüssel: Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC).
- Gaver, W. W., Boucher, A., Pennington, S., & Walker, B. (2004). Cultural probes and the value of uncertainty. In: *interactions - Funology 11*(5), S. 53-56.
- Martin B. & Hanington B. (2013). *Design Methoden. 100 Recherchemethoden und Analysetechniken für erfolgreiche Gestaltung*, München. S. 26 ff., 68 ff..
- Mayer, J. & Zach, J. (2013). Lessons learned from participatory design with and for people with dementia. In: *Proceedings of the 15th international conference on Human-computer interaction with mobile devices and services*, S. 540-545
- Sanders, E. (2002). From User-Centered to Participatory Design Approaches, In: *Design and the Social Sciences*, Taylor and Francis Books Ltd, New York.
- Statistisches Bundesamt (2011). Gesundheit. 2000 -2011. Unter: <https://www.destatis.de>.
- Zöllig, M., Zach, J., Hery, D., Klaus, H., Joost, G. & Albayrak, S. (2014). Visuelle und auditive Metaphern als Motivationsfaktoren für Fitness- und Gesundheitscoaching In: 7. *Deutscher AAL-Kongress, Wohnen – Pflege – Teilhabe – „Besser leben durch Technik“*.

Kontaktinformationen

Katharina Lorenz, Jelena Zach
 Design Research Lab der Universität der Künste Berlin, Fakultät Gestaltung / IPP
 Einsteinufer 43, 10587 Berlin, Deutschland
 {k.lorenz; j.zach}@udk-berlin.de
<http://www.drlab.org>

VODINO – Validierung und Optimierung des individuellen Nutzens von Ortungssystemen bei Demenz

Herlind Megges¹, Torsten Grewe^{1,2}, Oliver Peters¹

Charité Universitätsmedizin Berlin, Klinik für Psychiatrie, Modul Altersmedizin¹
Hochschule für Technik und Wirtschaft, Berlin²

Zusammenfassung

In diesem Beitrag wird ein Forschungsprojekt vorgestellt, welches die Validierung und Optimierung des individuellen Nutzens von Ortungssystemen (VODINO) für Menschen mit Demenz und deren pflegende Angehörige zum Ziel hat. Bisher werden technische Lösungen im Bereich Ortung bei Demenz noch wenig genutzt. Das Projekt soll wesentliche Schritte zur Verbesserung bereits bestehender Ortungssysteme liefern sowie Handlungshinweise und Werkzeuge für ein optimiertes Vorgehen bei der Auswahl und Implementierung dieser technischen Hilfen geben. Die Nutzerintegration in verschiedenen Schritten des Projektes steht im Vordergrund. In einem ersten Schritt wird die Frage bearbeitet welche potentiellen Nutzer der Zielgruppe von welchem Ortungssystem profitieren können. Das Ergebnis soll eine in der Praxis anwendbare Checkliste sein. Es wird diskutiert wie ein Mehrwert für Menschen mit Demenz und deren Angehörige im Zusammenspiel zwischen den spezifischen Bedürfnissen der Zielgruppe, dem Nutzungserlebnis und den Produkten selbst erreicht werden kann.

1 Einleitung

Die Zahl der Menschen mit Demenz in Deutschland wird weiter steigen. Schon jetzt sind es ca. eineinhalb Millionen Erkrankte, von denen der Großteil in der eigenen Häuslichkeit lebt. Aus Daten des Berlin-Institutes für Bevölkerung und Entwicklung (2012) sowie des Bundesministeriums (Schneekloth & Wahl, 2005) geht hervor, dass es in Deutschland derzeit ca. eine Millionen Pflegende von Menschen mit Demenz im häuslichen Umfeld gibt. Dort werden sie vorwiegend von ihren Ehepartnern betreut (ebd.). In der aktuellen politischen

Diskussion wird vielfach die Frage diskutiert, wie in Zukunft die Betreuung und Pflege von Menschen mit Demenz optimiert werden kann. Deshalb besteht große Notwendigkeit Pflegenden und Betroffenen zu vermitteln, dass sie in ihrer Situation nicht alleine sind und mit all ihren Sorgen und Bedürfnissen wahrgenommen werden. Die aktuellen Neuerungen innerhalb der Pflegeversicherung fokussieren diese Gruppe allerdings nur am Rande und weniger durch konkrete Unterstützungsangebote. Um das objektive und subjektive Sicherheitsbedürfnis der Zielgruppe zu adressieren ist die Möglichkeit der Ortung einer der wichtigsten Bereiche im Kontext von Demenz und Technik, da insbesondere Orientierungsschwierigkeiten in mehreren und gerade auch in frühen Stadien der Demenzerkrankung eines der Hauptsymptome darstellen.

2 Theoretischer Hintergrund

Im Folgenden werden der Stand der Forschung zur Thematik sowie eigene Vorarbeiten skizziert.

2.1 Stand der Forschung

Der hohe Bedarf seitens der Betroffenen ist seit einigen Jahren bekannt (Kinney et al., 2003; Braun et al., 2010). Der technische Fortschritt hat es möglich gemacht, Lösungen für die Privatverbraucher anzubieten. Die auf dem Markt befindlichen Produkte wurden in der Vergangenheit bereits kritisch evaluiert (z.B. Wan et al., 2014; Sapmaz et al., 2012; Sapmaz, 2012). Die drei Hauptgründe, welche für Ortungslösungen in dem Bereich sprechen, werden von Vuong und Kollegen (2015) wie folgt zusammengefasst: *„Managing wandering behavior of people with dementia (PWD) has become increasingly imperative for these reasons: its high prevalence (60%) among PWD, its negative outcomes such as falls or elopement, and its burden on caregivers.“* Für diese Zielgruppe sichere Mobilität zu ermöglichen und Monitoring Technologien zu entwickeln, stellt insgesamt ein rasch wachsendes Forschungsfeld dar. Zu diesem Schluss gelangen die Autoren Altendorf und Schreiber (2015) anhand einer durchgeführten Metaanalyse zahlreicher Studien aus diesem spezifischen Feld. Sie betonen auch: *„statistical evidence for the effectiveness of safer walking and monitoring devices in dementia care is still lacking.“*

2.2 Eigene Vorarbeiten

Unsere Forschungsgruppe befasst sich bereits seit mehreren Jahren mit der Thematik. Das von uns als wissenschaftliche Einrichtung begleitete ProVIEL-Projekt der Investitionsbank des Landes Brandenburg (Förderkennzeichen: 80153908) entwickelte 2013 in einem ersten Schritt ein Ortungssystem mit dem Namen *Digital Care Support* – DCS nahe am Anwender und dessen Bedürfnissen (Megges et al., 2013(b)). Der Fokus lag dabei auf der Softwareentwicklung. Als Hardware wurden herkömmliche Smartphones verwendet. In der sich anschließenden vierwöchigen Nutzerstudie mit achtzehn Dyaden von Menschen mit Demenz und deren pflegenden Angehörigen konnte vor allem gezeigt werden, dass die

Hardware für den Menschen mit Demenz insuffizient ist (Megges 2014 (b)). Die Software hingegen wurde im Durchschnitt trotz kleiner Problembereiche als gut eingestuft. Mittlerweile bietet der freie Markt diverse Ortungssysteme an, um diesen sicherheitsrelevanten Bereich mit einer technischen Lösung zu versorgen. Die Bandbreite reicht dabei vom handelsüblichen Smartphone mit Ortungs-App bis hin zu weitaus aufwändigeren und vor allem größeren *Devices* für das Handgelenk, den Gurt oder den Schuh (Megges et al., 2014 (a)). Die technischen Angebote geben an, sich bewusst an den speziellen Bedürfnissen des Menschen mit Demenz und dessen Angehörigen zu orientieren. Unsere Nutzerstudien identifizierten jedoch zusammengefasst drei wesentliche Herausforderungen (Megges et al. 2013 (a) u. 2014 (b)):

- zu hoher Energieverbrauch der Geräte,
- mangelhafte Benutzerfreundlichkeit (*Usability*) der Hardware sowie
- Ungenauigkeit bzw. Fehleranfälligkeit der Ortung.

Insofern besteht eine enorme Diskrepanz zwischen dem auf der einen Seite bestehenden, hohen Bedarf und der auf der anderen Seite ungenügenden Produktpalette.

2.3 Fragestellung

Abgeleitet aus den bisherigen Ergebnissen und Studien ergibt sich für das vorliegende Forschungsprojekt in einem ersten Schritt die Frage, anhand welcher Kriterien Menschen mit Demenz und deren Angehörige im häuslichen Bereich identifiziert werden können, die von *einem bestimmten Ortungssystem* profitieren? Für die praktische Anwendung soll eine Checkliste entwickelt werden, die anhand gezielter Fragen in der Praxis Tätigen mit der Zielgruppe hilft, konkrete Empfehlungen auszusprechen. Das Ziel ist es potenziellen Nutzern das Produkt mit dem antizipierten größten individuellen Nutzen vorzuschlagen.

3 Methodik

Das Vorhaben zeichnet sich durch einen multimethodalen (*mixed methods*) Ansatz aus. Da die Anwender von Ortungssystemen bei Demenz eine stark eingrenzbare Grundgesamtheit darstellen, lassen sich die spezifischen Fragen am besten in einer Kombination von qualitativen und quantitativen Methoden beantworten. Diese Vorgehensweise gilt in diesem Bereich als *Best Practice* Methode. Um die Checkliste zu erstellen, müssen verschiedene Schritte erfolgen. Zunächst wird eine standardisierte Produktrecherche im Internet durchgeführt. Die Produktrecherche fand systematisiert und mithilfe vordefinierter Kriterien statt. Um praxisnahe Ergebnisse zu erhalten, erfolgte die Suche nach personenbezogenen Ortungssystemen im Internet, mithilfe der Suchmaschine *Google*. Initial wurde für den deutschsprachigen Raum nach den Begriffen „Ortung“ und „Demenz“ gesucht. Von den

rund 15.400 Suchergebnissen wurden die als relevant eingestuften Ergebnisse¹ gesichtet und die Produkte in einer Übersicht aufgenommen. Auch Werbeanzeigen wurden dabei berücksichtigt und angezeigte Foren auf Produktnennungen hin überprüft. Anschließend wurden die o.g. Suchbegriffe mit weiteren Begriffen wie „GPS“ – *Global Positioning System* oder „Alzheimer“ kombiniert. Darüber hinaus erfolgte eine englischsprachige Suche, unter anderem nach den Begriffen „*dementia*“ und „*tracking*“. Die recherchierten Produkte wurden dabei auf bestimmte Kriterien hin untersucht, und die Ergebnisse anschließend in einem Kriterienkatalog zusammengetragen und von Experten bewertet. Die am höchsten gerankten und bereits in wissenschaftlichen Arbeiten evaluierten Produkte für die Zielgruppe wurden ausgewählt und für umfangreiche Praxistests angeschafft (Einrichtung der Ortungssysteme, Usability, etc.). Hier fanden sowohl Experten- als auch Nutzerbefragungen statt. Methodisch wurden Interviewleitfäden entwickelt sowie standardisierte Fragebögen (fünf-stufige Likertskalen) zur Produktbewertung verwendet. Außerdem werden zur besseren Beschreibung der Zielgruppe wissenschaftliche Erkenntnisse herangezogen, die auf verschiedene Krankheitsstadien mit unterschiedlichen Symptomen eingehen sowie vor allem auf die Einschränkungen der Menschen mit dem Demenz in Bezug auf Mobilität und alltagspraktische Fähigkeiten (Lawton & Brody, 1969, Bucks et al., 1996).

4 Ergebnisse

Durch die Produktrecherche wurden sieben Bereiche identifiziert, welche die wesentlichen Merkmale der am Markt befindlichen Ortungssysteme beschreiben. Die Bereiche sind: Produktmerkmale, Technik, Funktion, Regularien, Service und Informationen, Kosten und Praxistest. Darüber hinaus wurde eine abschließende Zusammenfassung verfasst. Die folgende Tabelle 1 stellt einen Auszug des Kriterienkataloges dar.

Produkt	Produktmerkmale	Technik	Funktion
Produkt 1	Anbringung am Körper	Touchscreen vorhanden	Darstellungsform der Ortung
	Gewicht	Signalgeber (LEDs) vorhanden	Notruffunktion für Menschen mit Demenz
	Sicherheitsverschluss vorhanden	Akkutechnik und Akkulaufzeit	Notrufunabhängige Ortung für Angehörige

¹ Als relevant galten diejenigen Suchergebnisse, die in der *Google*-Vorschau einen Bezug zum Untersuchungsgegenstand aufwiesen.

	Tragekomfort	Ortungstechnik- und -intervall	Geofencing-Konfiguration ²
	Verwendete Materialien	Anschlüsse	Erfahrungen bei der Nutzung

Tabelle 1: Auszug aus Kriterienkatalog

Die angebotenen Produkte unterscheiden sich in Kriterien wie der Ortungsmethode, der Interaktionsmöglichkeit zwischen Träger und Angehörigem, sowie der Anbringungsart am Körper. Aber auch bei den einmaligen und laufenden Kosten gibt es teils erhebliche Unterschiede. Im Weiteren zeigt sich, dass die Anbieter respektive Hersteller nicht immer ausschließlich den Menschen mit Demenz und dessen Angehörige als Zielgruppe im Fokus haben. Oftmals sprechen die Produkte vulnerable Zielgruppen an (Menschen mit Autismus, mit körperlichen und/oder geistigen Einschränkungen sowie Kinder) aber auch und vor allem Gegenstände (PKWs, Wertgegenstände, etc.).

5 Diskussion und Ausblick

Die Untersuchung der Produkte lässt erkennen, inwieweit die Systeme sich unterscheiden und welchen Einfluss die Gestaltung spezifischer funktionaler wie nicht funktionaler Merkmale auf die Produkteigenschaften hat. Dies übt letztlich einen großen Einfluss auf die Nutzerfreundlichkeit und somit auf das Nutzererlebnis mit dem jeweiligen Produkt aus. Im Sinne des Nutzererlebnisses wird deutlich wie wichtig es ist, beide Teile der Dyade, also sowohl den Menschen mit Demenz als auch dessen Angehörigen in alle Überlegungen hinsichtlich der Nutzung und Optimierung miteinzubeziehen. Dies bedeutet, den Erkrankten mit seinen spezifischen Bedürfnissen, seinen teils sehr unterschiedlich ausgeprägten Krankheitssymptomen, seinen individuellen Verhaltensweisen und seinen Gewohnheiten zu berücksichtigen und gar in den Vordergrund zu stellen.

In mehreren Entwicklungs- und Umsetzungsschleifen greift das Forschungsprojekt das Thema des Nutzererlebnisses insbesondere dadurch auf, dass es durch die Nähe zum Anwender von ihm lernt. Um die tatsächliche Nutzung in der Praxis zu gewährleisten, bedarf es einer angepassten Heranführungsweise. Gemeint sind damit spezielle Schulungskonzepte sowie optimierte Bedienungsanleitungen, die das Nutzererlebnis vor und während der Anwendung maßgeblich beeinflussen. In einem nächsten Schritt werden daher Schulungskonzepte entwickelt sowie Nutzertests im Alltag der Zielgruppe durchgeführt. Dafür werden verschiedene Module erstellt, die insbesondere in der Anfangsphase der

² *Geofencing* beschreibt die Funktion, einen Bereich zu markieren. Beim Verlassen oder Betreten dieses Bereiches wird ein automatisierter Alarm ausgelöst. Somit können Angehörige beispielsweise alarmiert werden, wenn der Mensch mit Demenz sich einer Gefahrenzone nähert.

Nutzung der Hilfen eine engmaschige Begleitung der Anwender gewährleisten sollen. Auch an dieser Stelle steht die Einbindung beider Akteure der Dyade im Vordergrund. Die Einbindung des Menschen mit Demenz hat trotz oder gerade wegen seiner Erkrankung einen besonderen Stellenwert für das weitere Projekt.

Im Ergebnis möchte unsere Forschungsgruppe die beschriebenen Hürden überwunden haben und das Nutzererlebnis der Menschen mit Demenz und deren Angehörigen mit technischen Hilfen nachhaltig positiv beeinflussen. Sicherheit, Unabhängigkeit und die Stärkung der Individualität der Menschen sind ein hohes Gut, welches es zu bewahren gilt.

Danksagung

Ein besonderer Dank gilt der Deutschen Alzheimergesellschaft, welche dieses Forschungsprojekt ermöglicht.

Literaturverzeichnis

- Berlin-Institut für Bevölkerung und Entwicklung (Hg.) (2011). *Demenz-Report. Wie sich die Regionen in Deutschland, Österreich und der Schweiz auf die Alterung der Gesellschaft vorbereiten können*. Gebrüder-Kopp: Köln.
- Braun, M., & Scholz, U. H. R. & M. M. (2010). Die subjektive Belastung pflegender Ehepartner von Demenzerkrankten: Hinweise zur Validität des deutschen Zarit Burden Interviews. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 43, 111–119.
- Bucks, R. S., Ashworth, D. L., Wilcock, G. K., & Siegfried, K. (1996). Assessment of Activities of Daily Living in Dementia: Development of the Bristol Activities of Daily Living Scale. *Age and Ageing*, 25(2), 113–120.
- Kinney, J. M., Kart, C. S., Murdoch, L. D., & Ziemba, T. F. (2003). Challenges in caregiving and creative solutions: Using technology to facilitate caring for a relative with dementia. *Ageing International*, 28(3), 295–313.
- Lawton, M. P., Brody, E. M. (1969). Assessment of older people: Self-maintaining and instrumental activities of daily living. *The Gerontologist*, 9(3), 179–186.
- Megges, H., Peters, O. (2014). Wo bist du? Nutzereinbindung in die Entwicklung technischer Assistenzen bei Demenz 10. *World Usability Day, Berlin*, November, 2014 (a).
- Megges, H., Jankowski, N., Geissler, L., Fasold, U.-G., Peters, O. (2014). Ein technisches Assistenzsystem auf dem Prüfstand – Ergebnisse einer Nutzerstudie mit pflegenden Angehörigen. *BMBF, VDE e.V., AAL Association, & VDE/VDE/IT (Eds.), Wohnen – Pflege – Teilhabe - Besser leben durch Technik, AAL 2014* (b).
- Megges, H., Jankowski, N., Peters, O. (2013). Caregiver needs analysis for product development of an assistive technology system in dementia care. *23th Alzheimer Europe Conference, St. Julian's, Malta*, October, 2013 (a).
- Megges, H., Geissler, L., Fasold, U.-G., Peters, O. (2013). Nutzerpartizipation in der Produktentwicklung eines technischen Assistenzsystems für Pflegende von Demenzerkrankten. *BMBF, VDE e.V., AAL Association, & VDE/VDE/IT (Eds.), Lebensqualität im Wandel von Demografie und Technik, AAL 2013* (b).

- Vuong, N.K., Chan, S., Lau, C.T. (2015). mHealth Sensors, Techniques, and Applications for Managing Wandering Behavior of People with Dementia: A Review. *Mobile Health Springer Series in Bio-/Neuroinformatics Volume 5*, 2015, pp 11-42.
- Wan, L.; Müller, C.; Wulf, V.; Randall, D. (2014). Addressing the Subtleties in Dementia Care: Pre-study & Evaluation of a GPS Monitoring System. Session: *Network of Care CHI 2014, One of a CHIInd, Toronto*, ON, Canada.
- Weinberger, N., Decker, M., Krings, B. (2013). Pflege von Menschen mit Demenz - Bedarfsorientierte Technikgestaltung, In: Schultz, T., Putze, F., Kruse, A. (Hrsg.) *Technische Unterstützung für Menschen mit Demenz KIT Scientific Publishing*: pp.61-74.
- Sapmaz, E.; Reichwaldt, N.; Haux, R. (2012). Einsatz mobiler Endgeräte im Bereich Personenortung bei dementiell erkrankten Menschen - Durchführung einer Studie zur Evaluation geeigneter mobiler Endgeräte. *Poster des Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der Technischen Universität Braunschweig und der Medizinischen Hochschule Hannover*.
- Sapmaz, E. (2012). *Einsatz mobiler Endgeräte im Bereich Personenortung bei dementiell erkrankten Menschen*. Nicht veröffentlichte Diplomarbeit vorgelegt am Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der Technischen Universität Braunschweig und der Medizinischen Hochschule Hannover.
- Schneekloth, U., & Wahl, H.-W. (Eds.) (2005). *Möglichkeiten und Grenzen selbständiger Lebensführung in privaten Haushalten (MuG III): Repräsentativbefunde und Vertiefungsstudien zu häuslichen Pflegearrangements, Demenz und professionellen Versorgungsangeboten*. München.

Kontaktinformationen

Herlind Megges, Torsten Grewe, Oliver Peters
Charité Universitätsmedizin Berlin, Klinik für Psychiatrie, Modul Altersmedizin
Lindenberger Weg 80, 13125 Berlin, Deutschland
{herlind.megges, torsten.grewe, oliver.peters}@charite.de
<http://www.psychiatrie.charite.de/klinik/module/altersmedizin/forschung/>

Unterstützungsansätze in der Versorgung mittels mobiler Geräte und Telemedizin

Natalie Jankowski, Jonas Gerstmann, Michael Wahl

Institut für Rehabilitationswissenschaft/Rehabilitationstechnik und Neue Medien, Humboldt-Universität zu Berlin

Zusammenfassung

Dieser Beitrag stellt ein aktuelles Forschungsprojekt vor, welches die Potenziale im Einsatz von mobilen Geräten und telemedizinischer Verfahren im Behandlungsprozess aus verschiedenen Perspektiven untersucht. Dabei wird die Hypothese verfolgt, dass telemedizinische Verfahren als zusätzliche Behandlungsansätze mögliche Betreuungslücken im Versorgungsprozess überbrücken könnten. In einer ersten Iterationsschleife werden mittels eines noch laufenden Online-Fragebogens folgende zwei Aspekte erhoben: a) Nutzungsbereitschaft mobiler Geräte und Telemedizin im Versorgungsprozess sowie b) Anforderungen an ein telemedizinisches Verfahren. Der Fragebogen wurde an vier Zielgruppen adressiert (Patienten, Angehörige, Ärzte und Therapeuten), um die Perspektiven aller Interessensvertreter frühzeitig zu erfassen. In diesem Beitrag wird der vorläufige Ergebnisstand aus dem bisherigen Fragebogenrücklauf der jüngeren Patienten aus der Skoliosebehandlung (n=38) vorgestellt. Die Präsentation und Diskussion der Abschlussauswertung erfolgt im Rahmen des Konferenzvortrages.

1 Hintergrund

Im Zeitalter des technologischen Fortschritts werden immer mehr Lebensbereiche durch den Einsatz von Kommunikationstechnologien und mobilen Lösungen durchdrungen, mithilfe derer Informationen und Dienstleistungen im Alltag ständig und vielerorts verfügbar sind (Manzeschke, 2014). Innerhalb der Medizin haben sich in den letzten Jahren und Jahrzehnten verschiedene Zweige, wie die Telematik und die Telemedizin entwickelt, die Informations- und Kommunikationstechnologien nutzen, um räumliche Grenzen zu überwinden (Gärtner, 2006). Die Telematik setzt sich mit der elektronischen Erfassung und Verwaltung von Patienten- und Gesundheitsdaten auseinander und ermöglicht damit die elektronische Vernetzung von Krankenhäusern, Arztpraxen, Kostenträgern und anderen Akteuren des Gesund-

heitswesens. Dagegen befasst sich die Telemedizin mit direkten Gesundheitsdienstleistungen, wie zum Beispiel einer medizinischen Überwachung erkrankter Patienten durch die Übertragung medizinischer Messwerte und Vitaldaten (Kluska, 2012). Mit Blick auf die demografische Entwicklung werden viele Hoffnungen auf die Telemedizin als neuer Versorgungsansatz gesetzt (Baumann et al., 2009; Heinze et al., 2008). Aktuelle Statistiken zufolge wird weiterhin eine Zunahme älterer Menschen erwartet. Im Jahr 2035 soll jeder dritte Mensch älter sein als 60 Jahre (Schaible et al., 2007). In diesem Zusammenhang gewinnt der private Haushalt wachsendes Interesse (Naegle, 2013). Darüber hinaus wird besonders in strukturschwachen ländlichen Regionen ein Einwohnerrückgang in den kommenden Jahren erwartet, der auch mit einer Veränderung der Alterszusammensetzung seiner Einwohner verbunden ist. In einigen Städten und Gemeinden stellen über 60-Jährige bereits heute die größte Bevölkerungsgruppe dar (Pachten et al., 2009; Ottensmeier & Jörg, 2006; Flintrop, 2009; Motel-Klingebiel, 2006). Um eine ausreichende medizinische Versorgung zu gewährleisten, sind in Zukunft neue Versorgungskonzepte erforderlich (Lohmann, 2009; Neumann et al., 2009).

2 Telemedizin

Der Begriff Telemedizin fand erstmals Mitte der 1970er Jahre Anwendung (Häcker et al., 2008). Darunter werden alle medizinischen Behandlungen verstanden, bei denen sich die Akteure nicht in einem unmittelbaren Kontakt zueinander befinden. Es geht immer um die Überwindung der räumlichen Distanz mit Hilfe eines technischen Hilfsmittels. Der Kontakt kann in Form von Text, Ton oder Bild stattfinden. Hierfür stehen zum Beispiel Telefon, Fax, E-Mail, Internettelefonie oder SMS-Nachrichten zur Verfügung. Auch die Übertragung von medizinischen Daten und Informationen, beispielsweise zum Behandlungsverlauf, wird ermöglicht (Gärtner, 2006). Zusammengefasst zielt die Telemedizin auf eine Verbesserung der Versorgungslandschaft, eine verbesserte Nutzung von Ressourcen und eine Verbesserung des Zugangs zu Gesundheitsleistungen ab (Häcker et al., 2008).

2.1 Telemedizin in der Behandlung

Unter dem Motto *move the information not the patient* werden telemedizinische Verfahren auf der personellen und zeitlichen Ebene differenziert. Die personelle Ebene meint zum einen die Kommunikation zwischen Ärzten, die sog. **Doc2Doc**-Anwendungen, wie beispielsweise in den Bereichen der Telechirurgie oder der Teleausbildung, und zum anderen **Doc2Patient**-Verfahren, die sich auf die Kommunikation zwischen Behandlern und Patienten zu Hause beziehen (Schmidt, 2009; Häcker et al., 2008).

In der Dimension Zeit lassen sich synchrone und asynchrone Verfahren unterscheiden. Ein synchrones Verfahren, ist die Kommunikation in Echtzeit, dabei können bspw. Arzt und Patient zeitgleich miteinander kommunizieren. Das asynchrone Verfahren ist nicht an Zeit gebunden. Hier kann der Arzt zeitversetzt auf die übermittelten Daten des Patienten reagieren (Marx et al., 2015).

2.2 Telemedizin in der Rehabilitation

Im Bereich der häuslichen Versorgung und Rehabilitation werden seit einiger Zeit telemedizinische Verfahren entwickelt. Eine aktuelle Studie am Institut für medizinische Soziologie belegt, dass positive Effekte der medizinischen Rehabilitation nur kurz anhalten. Die Ergebnisse zeigen, dass nur die Hälfte der Patienten nach einer Rehabilitation empfohlene Nachsorgeleistungen in Anspruch nehmen (Peschke, 2014). Forschungsprojekte, wie Stroke Back, MyRehab und EvoCare, die sich im Bereich der Orthopädie und Neurologie mit der Telemedizin in der Rehabilitation und Nachsorge beschäftigen, haben ein Telemonitoring System für Patienten zu Hause entwickelt, um die Intensität von Therapieübungen zu steigern und eine Versorgungslücke abzuwenden. Das Projekt EvoCare in der Orthopädie wurde am 08.07.2013 als erstes telemedizinisches Projekt in die kassenärztliche Regelversorgung der DRV Bayer-Süd aufgenommen wurde (Witthöft, 2014). Die Telemedizin in der Rehabilitation und Nachsorge, die sogenannte Telerehabilitation, wird demnach durch eine dritte personelle Ebene **Therapist2Patient** erweitert, also der Kommunikation zwischen dem Therapeut und dem Patienten zu Hause.

3 Methodik

Die in diesem Beitrag vorgestellte Onlinebefragung zum Einsatz mobiler Geräte und Telemedizin in der Rehabilitation und Nachsorge für die Behandlung bei Skoliose und Schlaganfall ist am 28.04.2015 gestartet und wird voraussichtlich zum 31.07.2015 beendet sein. Die Befragung wird deutschlandweit an verschiedene Zielgruppen, wie Patienten und ihre Angehörigen, sowie Ärzte und Therapeuten aus dem stationären und ambulanten Bereich der Schlaganfall und Skoliose-therapie, versendet. Wissenschaftliche Mitarbeiter des Instituts für Rehabilitationswissenschaften waren für die Planung, Umsetzung und Rekrutierung der Teilnehmer verantwortlich. Der Fragebogen wurde den Personengruppen über verschiedene Kanäle zur Verfügung gestellt. Die Patienten und Angehörigen wurden über Foren, Selbsthilfegruppen und Blogs im Bereich Schlaganfall und Skoliose kontaktiert. Für die Gruppe der Ärzte und Therapeuten wurde eine deutschlandweite Recherche von Kliniken, Zentren und ambulanten Therapeuten durchgeführt. Darüber hinaus wurden die großen Verbände um Hilfe für die Verbreitung und Weiterleitung des Onlinefragebogens gebeten.

3.3 Onlinefragebogen

Online-Befragungen erfreuen sich in den letzten Jahren stetig wachsender Beliebtheit, da immer mehr Menschen per E-Mail und das World Wide Web erreichbar sind. Der Grund für den Erfolg der Online-Methode ist, neben dem kontinuierlichen Wachstum des Nutzerkreises des Internets und der Verfügbarkeit, stetig bessere Online-Befragungssoftware. Diese Nutzerbefragung wurde mit der frei verfügbaren Online-Umfragen-Applikation *Lime Survey* konstruiert. Grundsätzlich gelten für Online-Befragungen die gleichen Regeln hinsichtlich der Item- und Fragebogenkonstruktion wie für Offline-Befragungen (Thielsch & Weltzin, 2009). Der Fragebogen enthält etwa 40 Fragen und wurde so konstruiert, dass einzelne Fragen über die Zielgruppen hinweg miteinander vergleichbar sind, vor dem Hintergrund die

Perspektive aller Interessensvertreter erfassen zu können. Die Items wurden in drei Bereiche gegliedert:

1. Techniknutzung mobiler Geräte und Internet (Machbarkeitsanalyse)
2. Nutzungsbereitschaft mobiler Geräte und Telemedizin
3. Anforderungsanalyse Telemedizin

Die Entwicklung des Fragebogens erforderte sechs Monate und ging mit einer umfangreichen Literaturrecherche, Hospitationen und Expertenbefragungen einher. Zunächst wurde das Konstrukt definiert und Fragestellungen abgeleitet. In einem zweiten Schritt wurde ein Item-Pool generiert, dem verschiedene Skalen zugeordnet wurden, die das Konstrukt messbar machen. In einem letzten Schritt wurde eine Bereinigung der relevanten Items durchgeführt. Abschließend erfolgte die Überprüfung der Augenschein-Validität in einer dreiwöchigen Pilotphase mit projektunabhängige Personen ($n=15$).

4 Aktueller Stand der Ergebnisse

Folgend werden die bis zum jetzigen Zeitpunkt vorliegenden Ergebnisse aus der Online-Befragung zusammengefasst. Diese noch vorläufigen Ergebnisse basieren auf den Antworten von $n=38$ Befragten (Kinder und Jugendliche in der Skoliosebehandlung). Unter den Kinder und Jugendlichen waren 92% Mädchen und 8% Jungen. Das durchschnittliche Alter der Befragten betrug 16 Jahre (13-20 Jahre). Die Darstellung erfolgt in der thematischen Reihenfolge des Fragebogens.

4.1 Techniknutzung

Mit dem ersten Themenbereich wird ermittelt wie Patienten und Angehörige technische Geräte zur Information und Kommunikation nutzen und wie die Nutzung des Internets in ihren Alltag eingebettet ist. Aufgrund des methodischen Vorgehens dieser Studie ist davon auszugehen, dass alle Befragten Zugang zum Internet haben. Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass Kinder und Jugendliche das Internet täglich und hauptsächlich über ihr Smartphone (97,4%) für Aktivitäten, wie Austausch und soziale Kontakte (92,1), die Schule bzw. Ausbildung (84,2%), sowie für die Informationen über ihre Gesundheit (73,7) nutzen. Allerdings kann erwartet werden, dass sich insbesondere aufgrund der jeweiligen Altersgruppe deutliche Unterschiede in der Art und Anzahl der Geräte sowie in der Nutzungsaktivität, -häufigkeit und -dauer aufzeigen. Auf Seiten der Behandler geht es darum, die Verfügbarkeit und die organisationalen Möglichkeiten zur Nutzung von Technik an ihrem Arbeitsplatz zu erheben. Dieser Überblick soll die Machbarkeit telemedizinischer Verfahren ermitteln und ableiten, welche Ressourcen und Strukturen bereitgestellt werden müssten.

4.2 Nutzungsbereitschaft

Neben der Verfügbarkeit von Technik ist die zweite wichtige Voraussetzung um die Durchführbarkeit des Vorhabens zu belegen, die Bereitschaft aller Interessenvertreter, diese auch

zu therapeutischen Behandlungszwecken einzusetzen. Der bisherige Rücklauf der Fragebögen zeigt bereits sehr deutlich, dass der überwiegende Teil der Befragten sich vorstellen können mobile Geräte in ihre Behandlung zu integrieren (79%) jedoch mit Telemedizin bislang keinerlei Erfahrungen (100%) gesammelt hat. Daher geht es in erster Linie darum, die förderlichen und hinderlichen Einflussfaktoren zu ermitteln, die aus Sicht der jeweiligen Interessengruppen die Nutzungsbereitschaft bedingen. Zusätzlich wird erfasst, ob sich die Befragten vorstellen könnten, ob ein mobiles Gerät (56%) und ein telemedizinische Verfahren (45%) die Behandlung unterstützen könnten.

4.3 Anforderungsanalyse Telemedizin

Die Anforderungsanalyse zielt darauf ab, Wünsche im Hinblick auf die Kommunikation in der Behandlung mit Hilfe eines Telemedizinsystems, aus der Sicht der Befragten, zu ermitteln. Erste Ergebnisse jüngerer Patienten deuten darauf hin, dass sie zu ihrem Behandler einen synchronen bzw. zeitgleichen Kontakt bevorzugen (75%), der überwiegend in Form von videogestützten Verfahren (58%) oder einer Telefonverbindung (50%) gewünscht wird. Auf Seiten der Patienten und Angehörigen, aber auch auf Seiten der Behandler ist eine wichtige Frage, welche Informationen und Rückmeldungen die Zielgruppen zur „erfolgreichen“ Kommunikation benötigen und wie sie diese erhalten möchten. Die ersten Ergebnisse zeigen, dass Kinder und Jugendliche über ihren Therapieverlauf informiert werden möchten (81%), darüber hinaus wünscht sich dieser Personenkreis Bewegungsübungen (68%) und Hilfestellung bei den Übungen (78%). Aber auch Lob (68%) und Kritik (65%) innerhalb der Behandlung wünschen sie sich rückgemeldet sowie die Übermittlung von spezifischen Körperparametern (65%). Am wenigsten wünschen sich die Befragten eine Aufklärung über die Erkrankung und Behandlung (24%). Das Ziel der Anforderungsanalyse ist es, erste Forderungen aus verschiedenen Nutzerperspektiven zu identifizieren und zu strukturieren sowie diese hinsichtlich der Vereinbarkeit im Gesamtsystem zu überprüfen.

5 Fazit

Viele technische Möglichkeiten für eine wirksame Verbesserung der Kommunikation und damit des Informationsflusses in der Medizin sind bereits heute gegeben. Die Aufgabe der in der Rehabilitation und Nachsorge Tätigen ist es, bestehende Strukturen zu analysieren und die tatsächlichen Anforderungen und Bedürfnisse aus der Sicht aller beteiligten Interessensvertreter zu spezifizieren. Aus den Ergebnissen dieser Online-Befragung wird hervorgehen, ob und unter welchen Bedingungen die Nutzung mobiler Geräte und telemedizinischer Verfahren durch die unterschiedlichen Zielgruppen akzeptiert wird und sie über die Möglichkeit und die Bereitschaft verfügen, diese aktiv in ihre Behandlung zu integrieren. Das nachhaltige Ziel des Forschungsprojekts besteht darin, den Zugang zu Gesundheitsleistungen zu verbessern und einen optimalen Einsatz von Ressourcen zu ermöglichen. Auf Basis der verschiedenen Nutzerperspektiven wird im nächsten Schritt ein bedürfnisorientiertes Integrationskonzept entwickelt, das die Nutzungsbereitschaft für telemedizinische Unterstützungsangebote wirkungsvoll erhöhen kann. Dieses Konzept bietet ein grundlegendes Verständnis darüber, wie therapeutischer Systeme gestaltet sein sollten, um allen Interessengruppen von Beginn an erfolgreiche und positive Nutzungserfahrungen zu vermitteln.

Danksagung

Wir danken allen Teilnehmern, die uns mit ihren Antworten unterstützt haben. Darüber hinaus gilt unser Dank den Verbänden, Verbundpartnern und Gesellschaften, die den Online-Fragebogen auf ihren Internetauftritten verbreitet haben und uns mit Expertise weitergeholfen haben. Schließlich bedanken wir uns bei den studentischen Mitarbeitern, die uns tatkräftig bei der Erstellung des Fragebogens unterstützt haben.

Literaturverzeichnis

- Baumann, C., Groß, N., Kunze, C., Rothfuss, F., Rumm, P. & Korb, H. (2009): Telemedizin in der Prävention - zukunftsweisende Ansätze in den AAL-Förderprojekten AMICA und Motivation 60+. In: Duesberg, F. (Hrsg.): *e-Health 2010. Informationstechnologien und Telematik im Gesundheitswesen, Ausgabe 2010*. Solingen: medical future Verlag. S. 173-177.
- Flintrop, J. (2009): Ärztemangel - Wenn der Nachwuchs fremdgeht. In: *Deutsches Ärzteblatt, Heft 9*, September 2009, S. 396-397.
- Gärtner, A. (2006): Medizintechnik und Informationstechnologie-Telemedizin und computerunterstützte Medizin. Köln: TÜV Media GmbH.
- Häcker, J., Reichwein, B., & Turad, N., (2008): *Telemedizin. Markt, Strategien, Unternehmensbewertung*. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH.
- Heinze R. G., Hilbert, J. (2008): *Gutachten - Vorschläge und Handlungsempfehlungen zur Erarbeitung einer kundenorientierten eHealth-Umsetzungsstrategie*, im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit, Bochum: online verfügbar unter: http://www.ruhr-uni-bochum.de/heinze/Downloads/ag7_ehealth_gutachten3it_gipfel.pdf, zuletzt aktualisiert am 16.06.2015.
- Kluska, D. (2012). *Versorgung aus der Ferne Die Arzt-Patient-Beziehung unter den Bedingungen der Telemedizin*. In: Forschung aktuell 10/2012. Online verfügbar unter: <http://www.iat.eu/forschung-aktuell/2012/fa2012-10.pdf>, zuletzt aktualisiert am 16.06.2015.
- Lohmann, H. (2009): Gesundheitswirtschaft 2020. Vision einer Zukunftsbranche. In: Goldschmidt, A. & Hilbert, J.: *Gesundheitswirtschaft in Deutschland. Die Zukunftsbranche, Band 1*. Wegscheid: WIKOM GmbH. S. 732-742.
- Marx, K., Deisz, R. (2015): Telemedizin. In: *Die Intensivmedizin*. Heidelberg: Springer Berlin. S. 119-125.
- Motel-Klingebiel, A. (2006): Materielle Lagen älterer Menschen - Verteilungen und Dynamiken in der zweiten Lebenshälfte. In: Tesch-Römer, C., Engstler, H. & Wurm, S.: *Altwerden in Deutschland. Sozialer Wandel und individuelle Entwicklung in der zweiten Lebenshälfte, 1. Auflage*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 155-230.
- Manzeschke A. (2014): *Ethische Herausforderungen technologischen Wandels*. Online verfügbar unter: www.eaberlin.de/nachlese/chronologisch-nach-jahren/2015/assistive-systeme-im-gesundheitswesen/ethische-herausforderungen-a-manzeschke.pdf, zuletzt aktualisiert am 16.06.2015.
- Naegele G. (2013): Gesundheitliche Versorgung in einer alternden Gesellschaft. In: Hüther, M. & Naegele, G. (Hrsg.) *Demografiepolitik*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Neumann T., Biermann, J., Neumann, A., Wasem, J., Ertl, G., Dietz, R & Erbel, R. (2009): *Herzinsuffizienz: Häufigster Grund für Krankenhausaufenthalte. Medizinische und ökonomische Aspekte*. In: *Deutsches Ärzteblatt*, Jg. 106, Heft 16. Köln: Verlag Deutsches Ärzteblatt, S. 269-275.

- Ottensmeier, B., Jörg, H. (2006): Kommunale Seniorenpolitik. In: Bertelsmann Stiftung (Hrsg.): *Wegweiser Demographischer Wandel 2020. Analysen und Handlungskonzepte für Städte und Gemeinden*, Verlag Bertelsmann Stiftung, Gütersloh.
- Pachten, A., Reif, S. & Kunze, H. (2009): Potentialanalyse Telemedizin. Wirtschaftliche Wachstumschancen für die Medizintechnik in Berlin-Brandenburg. In: Jäckel, A. (Hrsg.): *Telemedizinführer Deutschland, Ausgabe 2009*. Bad Nauheim, S. 30-31.
- Peschke, D. (2014): Schlaganfallbetroffene und ihre physio- und ergotherapeutische Versorgung. Online verfügbar unter: http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS_thesis_000000096670?lang=de, zuletzt aktualisiert am 16.06.2015.
- Schaible, S., Kaul, A., Lührmann, M., Wiest, B. & Breuer, P. (2007): Wirtschaftsmotor Alter. Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend, (Hrsg.). Berlin.
- Schmidt, S. (2009): Telemedizin und Lebensqualität. In: Goss, F., Middeke, M., Mengden T. & Smetak, N. (Hrsg.): *Praktische Telemedizin in Kardiologie und Hypertensiologie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.
- Thielsch, M. T., & Weltzin, S. (2009). Online-Befragungen in der Praxis. In: Brandenburg, T. & Thielsch, M. T. (Hrsg.): *Praxis der Wirtschaftspsychologie. Themen und Fallbeispiele für Studium und Praxis*. Münster: MV-Verlag. S. 69-85
- Witthöft, G. (2014): Telemedizin in der Nachsorge. Vortrag auf dem 2. Bayerischen Tag der Telemedizin am 2. April 2014.

Kontaktinformationen

Natalie Jankowski
Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Rehabilitationswissenschaften
Unter den Linden 6, 10099 Berlin, Deutschland
jankowna@hu-berlin.de

Anforderungsanalyse für die nutzergerechte Gestaltung eines Bedienkonzepts für robotergestützte Telerehabilitationssysteme in der motorischen Schlaganfallrehabilitation

Ekaterina Ivanova¹, Erik Freydank¹, Josy Achner², Jasmin Klemke², Mareike Schrader³, Sarah Wernicke³, Beatrice Bryl³, Michael Schauer⁴, Henning Schmidt⁵, Michael Jöbges², Stefan Hesse³, Jörg Krüger^{1, 5}

Forschungsgruppe Rehabilitationsrobotik (IPK/TU Berlin), Fachgebiet Industrielle Automatisierungstechnik, Technische Universität Berlin¹

Fachabteilung Neurologie, Brandenburg Klinik, Bernau bei Berlin²

Forschungsgruppe Neurologische Rehabilitation, Centrum für Schlaganfallforschung (CSB), Charité – Universitätsmedizin Berlin³

MEYTEC GmbH Informationssysteme, Werneuchen bei Berlin⁴

Forschungsgruppe Rehabilitationsrobotik (IPK/TU Berlin), Bereich Automatisierungstechnik, Fraunhofer Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik (IPK)⁵

Zusammenfassung

Die motorische Rehabilitationsbehandlung nach Schlaganfall ist sehr langwierig, eine Fortsetzung der Übungstherapiebehandlung nach Entlassung aus der Rehaklinik ist daher für jeden Patienten von großer Bedeutung für einen dauerhaften und nachhaltigen Therapieerfolg. Mangels geeigneter Möglichkeiten der häuslichen Therapiedurchführung und -unterstützung von Patienten, bestehen hierbei in der Praxis große Defizite. Eine Möglichkeit der Verbesserung dieser Situation bietet ein Telerehabilitationssystem. Dabei spielt ein intuitives Bedienkonzept, welches für den Patienten leicht verständlich und zugänglich ist, eine wichtige Rolle. In diesem Beitrag werden die Ergebnisse der therapeutischen Anforderungsanalyse an das multimodale robotergestützte System für motorische Rehabilitation nach Schlaganfall in häuslicher Umgebung dargestellt.

1 Einleitung

Der Schlaganfall ist eine der dominierenden Ursachen für erworbene Behinderungen (Heuschmann et al., 2010). Das primäre Therapieziel nach einem Schlaganfall ist das Wiedererlangen der Willkürmotorik und damit verbunden das Wiedererlernen von Alltagsbewegungen, als Basis zur Rückkehr in die Selbstständigkeit des Patienten. Der Rehabilitationsprozess dauert oft mehrere Monate. Manchmal sind sogar Jahre notwendig, um eine bedeutende motorische Erholung zu erzielen. In stationären Rehakliniken durchlaufen die Patienten jeden Tag ein intensives Rehabilitationsprogramm. Nach der Entlassung aus den Kliniken haben schwerbetroffene Patienten in der Regel ein minimales Niveau der motorischen Funktionen erreicht. Allerdings muss zur weiteren motorischen Verbesserung so oft und intensiv wie möglich weiter trainiert werden, was in der häuslichen Umgebung oft nur bedingt möglich ist. Ohne selbstständiges Rehabilitationstraining im Anschluss an die Phase der stationären Klinik ist eine Verschlechterung der ADL (Activities of Daily Living) und der motorischen Funktionen zu beobachten (Langhammer et al., 2003). Eine hochqualitative und motivierende Telerehabilitation in häuslicher Umgebung kann eine Lösung dafür sein. In der systematischen Review von Johansson und Wild (2011) wird aufgezeigt, dass Telerehabilitation eine hohe Akzeptanz und Zufriedenheit bei Patienten und Therapeuten findet.

Die meisten existierenden Telerehabilitationssysteme basieren auf der Interaktion zwischen dem Patienten und Therapeuten durch Monitoring- und Videokonferenz-Software und/oder auf den Übungen in einer virtuellen Umgebung (Johansson & Wild, 2011; Laver et al., 2013). Diese Systeme basieren oft auf dem Prinzip: Der Patient bekommt Anweisungen vom Therapeuten und folgt den vorgeschriebenen Aktivitäten während eines vorbestimmten Zeitraums. Die ausgeführten Maßnahmen werden durch ein technisches System überwacht und die Ergebnisse für die therapeutische Beurteilung dargestellt. Nur wenige Telerehasysteme beinhalten ein haptisches Therapieübungsgerät für die häusliche Anwendung (Zhang et al., 2015; Weiss et al., 2014; Linder et al., 2013), obwohl das gerätgestützte Training eine zentrale Rolle in der modernen neurologischen Rehabilitation spielt und in mehreren Studien als sehr effektiv bestätigt wurde (Hesse et al., 2008; Prange et al., 2006).

Ivanova und Kollegen (2015) haben ein Konzept sowie das Design für ein multimodales robotergestütztes Telerehabilitationssystem vorgeschlagen. Das System wird von den Therapeuten in der Klinik und von den Patienten zu Hause angewendet und soll an beide Nutzergruppen angepasst werden. Dabei spielen die Anforderungen an das Bedien- und Navigationskonzept insbesondere für die Patientenstation eine entscheidende Rolle, da der Patient mit dem System in der häuslichen Umgebung möglichst selbständig umgehen soll. In der Regel sind, aufgrund des Schlaganfalls, die kognitiven und motorischen Fähigkeiten der Patienten eingeschränkt. Daher werden die Anforderungen für beide Stationen (Patienten- und Therapeutenstation) durch den Therapeuten ermittelt. Der Fokus dieses Beitrags liegt auf der Anforderungsanalyse eines Nutzerinterfaces für das vorhandene Rehabilitationssystem.

Haptische Telerehabilitation

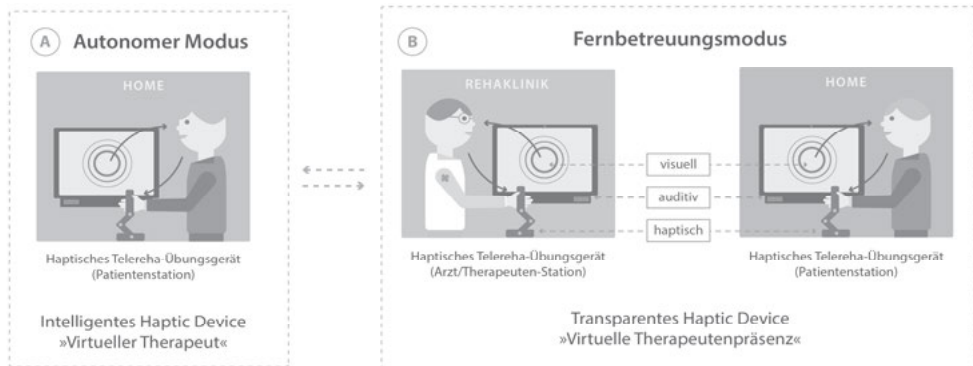


Abbildung 1: Konzept des haptischen robotergestützten Telerehabilitationssystems: A - Autonomer Modus; B - Fernbetriebsmodus

2 Multimodale Telerehabilitationssystem

Das Konzept des multimodalen robotergestützten Telerehabilitationssystems wird in Abbildung 1 veranschaulicht. Das System besteht aus der Patienten- (violett) und Therapeutenstation (grün). Jede der beiden Stationen beinhaltet ein haptisches Trainingsgerät, Anzeige- und Eingabegeräte sowie Software für eine haptische und audio-visuelle Interaktion. Für das motorische Training werden im System zwei verschiedene Therapiegeräte eingesetzt: i) Bi-Manu-Track (Hesse et al., 2003) und ii) Reha Slide (Hesse et al., 2008), beide von Fa. Reha-Stim Medtec, Berlin. Beide Geräte sind relativ kostengünstig und einfach zu bedienen, was für die häusliche Anwendung vorteilhaft ist. Die Therapeutenstation soll Software zum Monitoring des Patienten enthalten. Hierbei soll neben dem Therapiefortschritt und der Übungskonfiguration die Verwaltung der elektronischen Patientenakten implementiert werden. Die Patientenstation soll Spiele bzw. Übungen des Rehabilitationstraining und Feedback zur Trainingsleistung umfassen.

Das System kann vom Patienten im *Autonomen Modus* (Abbildung 1, links) oder in 1:1-Interaktion mit dem Therapeuten oder Arzt im *Fernbetriebsmodus* (Abbildung 1, rechts) verwendet werden. Da der Patient im Autonomen Modus zu Hause allein übt, ist es wichtig, dass neben einem benutzerfreundlichen Interface die Fähigkeiten des Patienten vom System erkannt und automatisiert adaptiv an seinen Lernfortschritt angepasst werden. Im Fernbetriebsmodus liegt der Fokus auf der transparenten Interaktion zwischen dem Patienten und dem Therapeuten. Durch eine haptische Echtzeit-Kopplung kann der Therapeut direkt mit dem Patienten üben, ihm die Bewegungen vorgeben und dabei „spüren“, wie die Bewegungen des Patienten ablaufen.

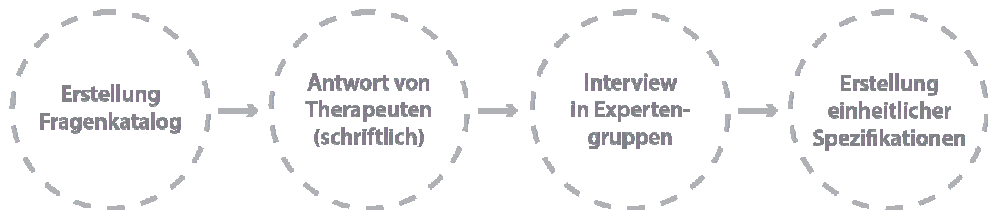


Abbildung 2: Methodische Vorgehensweise bei der Anforderungsanalyse

3 Methode

Das Konzept des beschriebenen Telerehabilitationssystems basiert auf den Vorarbeiten von Fraunhofer IPK und TU Berlin (Steingraber et al., 2013) und der Firma MEYTEC (Vogiatzaki et al., 2014) in den Bereichen Rehabilitationsrobotik und Telemedizin. Beide Systeme wurden im ersten Schritt analysiert, um anschließend ein Konzept zur Erfassung der therapeutischen Anforderungen zu entwickeln. Daraus entstand ein Zustandsdiagramm der jeweiligen Patienten- und Therapeutenstation, welches die Struktur des Systems, mögliche Zustände des Interfaces und Übergänge beschreibt. Um das System aus therapeutischer Sicht zu spezifizieren, wurden methodisch ein qualitatives, teilstandardisiertes Experten-Interview, sowie eine schriftliche Befragung gewählt. Die Vorgehensweise ist in Abbildung 2 schematisch zusammengefasst. Zunächst wurde ein Fragenkatalog mit offenen Antwortmöglichkeiten entwickelt, welcher alle Zustände und Funktionen des Zustandsdiagramms umfasst. Die Fragen aus dem Katalog wurden von fünf Therapeuten aus zwei Rehabilitationskliniken in schriftlicher Form beantwortet. Um die Ergebnisse möglichst genau zu erörtern und Missverständnisse zu vermeiden, wurden anschließend mündliche Interviews in zwei Experten-Gruppen (jeweils zwei bzw. drei Personen pro Gruppe) durchgeführt. Während der Befragung wurden die Antworten unter den Therapeuten der jeweiligen Gruppe diskutiert mit dem Ziel, einen Konsens zu erreichen. Die Ergebnisse beider Interviews wurden protokolliert und in einer Spezifikation zusammengefasst.

4 Ergebnisse der Anforderungsanalyse

4.1 Patientenstation

Grundsätzlich ist es bei der Patientenstation wichtig, die Navigation und Bedienung so einfach und verständlich wie möglich zu halten. Das System soll sich an die Fähigkeiten des Patienten adaptiv anpassen. Darüber hinaus soll die Parametrisierung und Kalibrierung des Systems automatisch erfolgen. Die Bedienung erfolgt durch Tasten oder über einen Touchscreen. Dabei besteht die Anforderung, die Bedienelemente und Schriftgrößen so darzustellen, dass auch Patienten mit Sehschwäche und motorischen Beeinträchtigungen das Interface problemlos

bedienen können. Zudem soll die Anzahl der Bedienelemente auf ein Minimum reduziert werden.

Die Patientenstation ist im autonomen Modus hauptsächlich darauf ausgelegt, den Patienten beim Training zu unterstützen. Vor jeder Übungseinheit wird eine Kalibrierung durchgeführt. Mit den erfassten Daten passt sich das System an den Leistungsstand des Patienten an und übermittelt zur weiteren Auswertung die Daten an den Therapeuten. Im Anschluss an den Test kann der Patient zwischen vordefinierten Übungen wählen. Als Instruktion folgt eine kurze Animation, welche die Übung beschreibt.

Während der Übung soll der Patient ein multimodales Feedback zu seiner Leistung erhalten, um das motorische Lernen zu fördern, die Motivation zu steigern und um falsche Körperhaltungen vorzubeugen. Während der Übung wird der Patient haptisch vom Rehabilitationsgerät unterstützt und erhält zusätzlich eine Leistungsrückmeldung, sowie visuelles Feedback durch eine Bewegungsvisualisierung.

Weiterhin soll dem Patienten eine mögliche fehlerhafte Körperhaltung aufgezeigt werden. Dabei ist es wichtig, das Feedback so zu gestalten, dass es für den Patienten zu keiner Verwirrung kommt. Nach dem Training soll es zur längerfristigen Motivation eine Rückmeldung (z.B. Sterne, Smileys) geben, welche die Patientenleistung abstrakt abbildet. Darüber hinaus gibt es eine Übungsstatistik, welche die Leistung der Patienten über mehrere Zeitabschnitte widerspiegelt.

Im Fernbetriebsmodus ist zunächst nur die Erinnerung an den nächsten Onlinetermin zu sehen. Um die Privatsphäre des Patienten zu schützen, hat nur dieser die Möglichkeit den Therapeuten anzurufen. Während der Onlinesession befindet sich auf der Bedienoberfläche neben der Bewegungsvisualisierung ein Fenster für die Videokommunikation mit dem Therapeuten.

4.2 Therapeutenstation

Die Therapeuten-Bedienoberfläche sollte so gestaltet sein, dass der Therapeut zunächst eine Übersicht auf die Patientendaten, sowie die bereits vereinbarten Onlinetermine erhält.

Beim Anlegen eines Datenbankeintrags für einen neuen Patienten wird eine neue Patientenakte schrittweise ausgefüllt. Neben personenbezogenen Daten werden Diagnosen, Zielsetzungen und klinische Tests in das System eingetragen. Dabei wählt der Therapeut aus vordefinierten Listen aus, um die Patientenakte in kurzer Zeit und mit geringem Aufwand anzulegen. Nicht vordefinierte Informationen (beispielsweise Nebendiagnosen) lassen sich durch freie Textfelder in das System integrieren. Anschließend wird der Therapieplan erstellt und Trainingseinheiten konfiguriert, welche das System ebenfalls automatisiert vordefiniert. Der Therapeut hat jederzeit die Möglichkeit diese Übungen anhand der Parameter: Level, Einheiten, Anzahl und Kraft individuell zu gestalten.

Aus den Trainingseinheiten der Patienten werden Daten erhoben und analysiert. Erfasst werden: Bewegungsausmaß, Anzahl der Bewegungen, Kraft, Aktivität, Tempo, Symmetrie und Genauigkeit, welche in grafischer Form (z.B. Balkengramm) ausgegeben werden. Daraus sol-

len Mittelwerte gebildet werden, welche auf der Zeitachse skalierbar sind. Somit gelangt der Therapeut von der Wochenansicht über die Tagesansicht bis hin zur einzelnen Übung, um das Training des Patienten genau zu analysieren.

Im Fernbetreuungsmodus steht der Therapeut in audio-visueller, sowie haptischer Interaktion zum Patienten. Die Bedienoberfläche sollte modular aufgebaut sein, sodass der Therapeut das Videobild, die Patientenakte, die Statistikansicht, sowie den Übungskonfigurator in getrennten in getrennten Ansichten auf seinem Bildschirm verfügbar hat. Diese Fenster lassen sich Ein- und Ausblenden, damit trotz der Informationsfülle eine Übersichtlichkeit gewährleistet wird.

5 Zusammenfassung

In diesem Beitrag wurde ein Konzept für die Telerehabilitation nach Schlaganfall dargestellt und die therapeutischen Anforderungen, Struktur eines Interfaces sowie die Bedienung und Navigation des Gesamtsystems, bestehend aus Patienten- und Therapeutenstation, zusammengefasst. Anforderungen wurden durch Einbeziehung zukünftiger Nutzer spezifisch für das dargestellte Konzept definiert. Das Vorgehen und die erstellte Spezifikation geben sowohl eine Struktur als auch allgemeine Leitlinien zur Gestaltung ähnlicher Systeme im Bereich der Telemedizin vor. Nach der Festlegung von Anforderungen werden zur Entwicklung des Interfaces im nächsten Schritt Klick-Prototypen erstellt, die frühzeitig sowohl mit klinischen Experten als auch mit Patienten als Endnutzern getestet werden.

Literaturverzeichnis

- Hesse, S., Mehrholz, J., Werner, C. (2008). Roboter und gerätegestützte Rehabilitation nach Schlaganfall. *Deutsches Ärzteblatt*, 18, 330–336.
- Hesse, S., Schulte-Tigges, G., Konrad, M., Bardeleben, A., Werner, C. (2003). Robot-assisted arm trainer for the passive and active practice of bilateral forearm and wrist movements in hemiparetic subjects. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 84(6), 915–920.
- Hesse, S., Werner, C., Pohl, M., Mehrholz, J., Puzich, U., Krebs, H.I. (2008). Mechanical arm trainer for the treatment of the severely affected arm after a stroke: a single-blinded randomized trial in two centers. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 87(10), 779–788.
- Heuschmann, P.U., Busse, O., Wagner, M., Endres, M., Villringer, A., Röther, J., Berger, K. (2010). Schlaganfallhäufigkeit und Versorgung von Schlaganfallpatienten in Deutschland. *Aktuelle Neurologie*, 37(07), 333–340.
- Ivanova, E., Steingraber, R., Schmid, S., Schmidt, H., Hesse, S., Krüger, J. (2015). Design and Concept of a Haptic Robotic Telerehabilitation System for Upper Limb Movement Training after Stroke. *Rehabilitation Robotics (ICORR), 2015 IEEE International Conference on*, (in press).
- Johansson, T., Wild, C. (2011). Telerehabilitation in stroke care - a systematic review. *Journal of telemedicine and telecare*, 17.1, 1-6.
- Langhammer, B., Stanghelle, J.K. (2003). Bobath or Motor Relearning Programme? A follow-up one and four years post stroke. *Clinical Rehabilitation*, 17(7), 731 – 734.

- Laver, K. E., Schoene, D., Crotty, M., George, S., Lannin, N. A., Sherrington, C. (2013). Telerehabilitation services for stroke. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 12.
- Linder, S. M., Reiss, A., Buchanan, S., Sahu, K., Rosenfeldt, A. B., Clark, C., Alberts, J. L. (2013). Incorporating robotic-assisted telerehabilitation in a home program to improve arm function following stroke: a case study. *Journal of neurologic physical therapy: JNPT*, 37(3), 125-132.
- Prange, G.B., Jannink, M. J., Groothuis-Oudshoorn, C.G., Hermens, H.J., Ijzerman, M. J. (2006). Systematic review of the effect of robot-aided therapy on recovery of the hemiparetic arm after stroke. *Journal of rehabilitation research and development*, 43(2), 171-184.
- Steingraber, R., Schmidt, H., Kruger, J. (2012). Optimal torque adaptation in bimanual assisted rehabilitation. *Humanoid Robots (Humanoids)*, 2012 12th IEEE-RAS International Conference on IEEE, 84-89.
- Vogiatzaki, E., Gravezas, Y., Dalezios, N., Biswas, D., Cranny, A., Ortmann, S., Langendorfer, P., Lamprinos, I., Giannakopoulou, G., Achner, J., Klemke, J., Jost, H. (2014). Telemedicine system for game-based rehabilitation of stroke patients in the FP7-“StrokeBack” project. *Networks and Communications (EuCNC)*, 2014 European Conference on, 1-5.
- Weiss, P., Heldmann, M., Gabrecht, A., Schweikard, A., Münte, T. M., Maehle, E. (2014). A low cost tele-rehabilitation device for training of wrist and finger functions after stroke. *Proceedings of the 8th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare*, 422-425.
- Zhang, S., Guo, S., Gao, B., Hirata, H., Ishihara, H. (2015). Design of a Novel Telerehabilitation System with a Force-Sensing Mechanism. *Sensors*, 15(5), 11511-11527.

Kontaktinformationen

Ekatarina Ivanova

Technische Universität Berlin, Fachgebiet Industrielle Automatisierungstechnik

Pascalstr. 8-9, Sekr. PTZ 5, 10587 Berlin, Deutschland

ivanova@iwf.tu-berlin.de

Auf dem Weg zu nutzergerechten internetbasierten Interventionen: Welche Bedürfnisse haben unsere Patienten¹?

Annika Gieselmann

Abteilung Klinische Psychologie, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Zusammenfassung

Internetbasierte Gesundheitsinterventionen können traditionelle Psychotherapie nur dann sinnvoll ergänzen, wenn diese von den Patienten auch angenommen werden. Befragt man jedoch Patienten und Wartelistenkandidaten nach ihren Bedürfnissen, so berichten diese ein geringeres Interesse als eine gesunde Kontrollgruppe. Auch nennen beide Patientengruppen seltener einen Wunsch nach anonymer, niedrigschwelliger Unterstützung und sorgen sich stattdessen häufiger, dass Missverständnisse auftreten könnten. Diesen Befürchtungen könnte durch die explizite Integration menschlichen Kontakts, eine sorgsame Beachtung und Kommunikation datenschutzrechtlicher Belange und der Möglichkeit zu verbindlichen, längerfristigen Betreuungen entsprochen werden.

1 Relative Skepsis der Patienten

Im Rahmen eines Querschnittsdesigns wurden die Erwartungen und Befürchtungen von Psychotherapiepatienten vor ($n = 54$) und während einer ambulanten Psychotherapie ($n = 58$) erhoben und mit einer gematchten, gesunden Kontrollgruppe ohne Therapiewunsch ($n = 50$) verglichen. Die Datenerhebung erfolgte mit Hilfe einer Papierversion in einer verhaltenstherapeutischen Ambulanz, einer tiefenpsychologischen ambulanten Praxis, im privaten Umfeld beteiligter Studierender sowie als html-Formular in Internetforen über psychische Störungen (Gieselmann, Böckermann & Pietrowsky, im Druck). Sowohl Patienten in

¹ Zur besseren Lesbarkeit wird hier die männliche Form verwendet. Selbstverständlich sind beide Geschlechter gleichermaßen angesprochen.

Behandlung als auch Wartelistenkandidaten vor einer Behandlung sahen in einer Teilnahme an internetbasierten Interventionen weniger Vorteile als die Kontrollgruppe, $F(2, 150) = 4.70$, $p = .011$, $\eta^2 = 0.06$. Insbesondere die größere Anonymität wurde von beiden Patientengruppen seltener als Vorteil wahrgenommen als von der Kontrollgruppe, $\chi^2(2) = 7.94$, $p = .019$. Weiterhin sahen die Befragten der Warteliste im niedrigschwelligen Zugang seltener einen Vorteil als die Kontrollgruppe $\chi^2(2) = 9.65$, $p = .008$. Hingegen sorgten sich sowohl die Patienten als auch die Wartelistenkandidaten häufiger darum, dass das Geschriebene falsch interpretiert werden könnte, $\chi^2(2) = 26.77$, $p < .001$ (s. Tabelle 1; Vorteile und Grenzen entnommen aus Bauer & Kordy [2008]).

Häufigkeit der Zustimmung (%)				
	K	P	W	Post-hoc-Tests
Gesenkte Hemmschwelle, um Hilfe aufzusuchen	74	53	44	K = P > W
Anonymität	66	40	57	K > P = W
Flexibilität (von Zeit und Ort)	42	42	44	
Bequemlichkeit	27	23	26	
kein Druck, sofort reagieren zu müssen; Zeit zum Nachdenken	24	19	15	
durch Archivierung Zurückverfolgung jederzeit möglich	17	24	20	
aktive Teilnahme des Patienten notwendig	10	12	6	
Psychoedukation hat wichtigen Stellenwert	10	6	5	
Passgenaue störungsspezifische Therapiemanuale	3	10	2	
Fehlen nonverbaler Signale	38	41	35	
Professionalität des Anbieters intransparenter	32	26	31	
Zweifel um Datenschutz und Datensicherheit	29	38	28	
keine angemessene und schnellen Reaktionen in Krisensituationen möglich	28	37	37	
wichtige Aspekte der Krankheit könnten verheimlicht werden (z. B. Alkoholprobleme)	28	29	19	
Schwierige Themen könnten leichter vermieden werden	23	27	26	
Missbrauch möglich, z. B. durch Annahme falscher Identität	22	21	19	
mögliche Schwierigkeiten, sich schriftlich adäquat auszudrücken	17	30	19	
Falschinterpretation des Geschriebenen möglich	16	34	64	K < P < W
Abhängigkeit von Elektrizität und fragiler Technik	13	17	18	
nur ein Störungsbild kann zum jeweiligen Zeitpunkt bearbeitet werden	11	11	8	
Schreiben ist zeitaufwändiger als Sprechen	10	11	16	
K: Kontrollgruppe, P: Psychotherapiepatienten, W: Wartelistenkandidaten. Häufigkeit der Zustimmung in %. Statistiken s. Text. Post-hoc-Tests mit Bonferoni-Korrektur.				

Tabelle 1: Teststatistiken bedeutsamer Unterschiede in den empfundenen Vorteilen und Grenzen

2 Schlussfolgerungen

Im Rahmen einer Verbesserung bestehender Angebote zur internetbasierten Versorgung erscheint es daher wichtig, der Sorge, falsch verstanden zu werden, zu begegnen. Hierzu sollte gerade zu Beginn einer Psychotherapie oder Beratung Wert auf die Etablierung einer vertrauensvollen Arbeitsbeziehung gelegt werden. Zwar weist die Forschung darauf hin, dass sich auch internetbasiert eine therapeutische Beziehung etablieren kann, wir bezweifeln jedoch eine Vergleichbarkeit, da die Evaluation der Beziehung internetbasiert und von Angesicht zu Angesicht, auf der Basis unterschiedlicher Informationen entsteht (vgl. Gieselmann & Pietrowsky, under revision). Es wird daher empfohlen, bei Fragen, Unklarheiten oder Irritationen jederzeit eine Kontaktaufnahme zu einem am Projekt beteiligten Therapeuten zu ermöglichen. Dies könnte durch eine persönliche Kontaktaufnahme vor Ort, aber auch mit Hilfe von Videokonferenzen umgesetzt werden. Auch durch eine sorgsame Beachtung und Kommunikation datenschutzrechtlicher Belange könnte sich das Vertrauen verbessern. Offenbar scheinen viele Patienten weniger Wert auf eine niederschwellige, anonyme Hilfe, sondern auf eine verbindliche Begleitung zu legen. Da viele Therapien und Beratungen auf einen kurzen Zeitraum ausgelegt sind, sollte auch die Bereitstellung von Angeboten zur längerfristigen Unterstützung nicht vernachlässigt werden.

Literaturverzeichnis

- Bauer, S. & Kordy, H. (2008). Computervermittelte Kommunikation in der psychosozialen Versorgung. In S. Bauer & H. Kordy (Hrsg.), *E-Mental-Health: Neue Medien in der psychosozialen Versorgung*. Heidelberg: Springer. S. 3-12.
- Gieselmann, A., Böckermann, M. & Pietrowsky, R. (im Druck). Internetbasierte Gesundheitsinterventionen: Eine Evaluation aus der Perspektive von Patienten vor und während ambulanter Psychotherapie. *Psychotherapeut*. doi: 10.1007/s00278-015-0038-3.
- Gieselmann, A. & Pietrowsky, R. (under revision). Treating procrastination chat-based versus face-to-face: The role of self-disclosure and perceived counselor's characteristics. *Computers in Human Behavior*.

Kontaktinformationen

Annika Gieselmann
Heinrich-Heine-Universität, Abteilung Klinische Psychologie
Universitätsstraße 1, 40225 Düsseldorf, Deutschland
annika.gieselmann@uni-duesseldorf.de

Service Design für Telemedizin: Herausforderungen und Lösungen

Jessica Jung¹, Silke Steinbach¹, Bettina Zippel-Schultz², Thomas Luiz¹

Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering (IESE)¹
Deutsche Stiftung für chronisch Kranke²

Zusammenfassung

Der Beitrag beschreibt die Nutzung von Service Design zur Gestaltung von Telemedizin als Dienstleistung. Mehrere Untersuchungen (Usability-Walkthrough, Stakeholder-Interviews, Bedarfserhebung bei Ärzten, Patientenbefragung, Analyse der Nutzungsprobleme) während der Umsetzung eines Versorgungskonzeptes (*E.He.R.*) zur telemedizinischen Betreuung von 100 Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz zeigen die enge Verflechtung von Arbeits- und Kommunikationsprozessen der verschiedenen Akteure mit der telemedizinischen System- und Gerätegestaltung. Für den nachhaltigen und erfolgreichen Transfer des Versorgungskonzepts in andere Regionen wird in einem weiteren Umsetzungsprojekt (*EHeR-versorgt*) die Methodik der Service Blueprints eingesetzt.

1 Hintergrund

Das Projekt *E.He.R.*¹ hatte das Ziel, in der Region Westpfalz eine telemedizinische Betreuung für Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz (CHF) einzurichten. In dem Projekt wurden 100 Patienten mit externen Geräten (Blutdruckmessgerät, Körperwaage) ausgestattet und in dem 6-monatigen Studienzeitraum in ihrer heimischen Umgebung durch das Telemedizinzentrum des regionalen Klinikums (TMZ) und das Telemedizinische Service Center eines überregionalen Telemedizin-Dienstleisters (TSC) rund um die Uhr, 7 Tage die Woche, betreut. Die begleitende klinische Studie zeigt einen positiven Einfluss des Telemonitoring auf die Symptome (z.B. Atemnot) und die Lebensqualität der Patienten (Zippel-Schultz et. al., 2014). Parallel zeigen Untersuchungen zur Technikakzeptanz und Gebrauchstauglichkeit der eingesetzten Systeme die Herausforderungen hinsichtlich Gestaltung der Prozessabläufe von Telemedizin und Verbesserungspotential in der Konzeption der notwendigen Infrastruktur

¹ Das Ministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Demografie Rheinland-Pfalz in der Initiative Gesundheitswirtschaft förderte *E.He.R.* von 06/2012-12/2014 und fördert *EHeR-versorgt* von 05/2015-04/2016.

auf. Telemedizin erweitert das Dienstleistungsspektrum innerhalb der medizinischen Versorgung. An der Bereitstellung der Dienstleistung für *E.He.R.* und im Projekt *EHeR-versorgt* sind verschiedene Akteure beteiligt, die in diversen Sektoren des Gesundheitswesens tätig sind. Diese Rollen müssen in einen integrierten Dienstleistungsansatz eingebunden werden.

2 Erfahrungen und Herausforderungen im Pilotprojekt

Die Herausforderungen des Pilotprojekts *E.He.R.* lagen in der Vielfalt der Stakeholder, in der Anzahl und unterschiedlich ausgeprägten Komplexität der Benutzerschnittstellen der telemedizinischen Infrastruktur, sowie in der erforderlichen Integration telemedizinischer Prozesse in bestehende Arbeitsabläufe und Kommunikationswege von Kliniken und betreuenden (Haus-)Ärzten bzw. Kardiologen (vgl. Taylor, 2013). Zu den Stakeholdern in *E.He.R.* gehören (1) der Patient, der sich in erster Linie sicher fühlen möchte und mit möglichst wenig, leicht bedienbarer und zuverlässiger Technik ausgestattet werden möchte, (2) die Study Nurses und Kardiologen im TMZ, die sich schnell einen Überblick über den Status der Patienten verschaffen möchten, (3) die Call-Center Agents im TSC, die ebenfalls den Patientenstatus sofort einsehen müssen, (4) der behandelnde Hausarzt sowie (5) der niedergelassene Kardiologe, die für einen Patienten eine Dokumentation des Krankheitsverlaufs erwarten, und (6) der Anbieter telemetriefähiger Hard- und Software, der eine zuverlässige technische Versorgung bereitstellen muss. Die in *E.He.R.* durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass gerade das Ineinandergreifen der Arbeits- und Kommunikationsprozesse mit der System- sowie Gerätegestaltung in ein integriertes Service Design (vgl. www.servicedesigntools.org), überführt werden müssen, damit Telemedizin nachhaltig in weitere Regionen transferiert werden kann. Dies erfolgt im nun angelaufenen Projekt *EHeR-versorgt*.

3 Lösungsansatz in „EHeR-versorgt“

Zur Professionalisierung der Dienstleistung Telemedizin und um ein positives Erleben der Telemedizin für den Patienten zu erreichen, haben wir die Dienstleistungsprozesse mit Hilfe eines Service Blueprint, ausgehend von der Sicht des Kunden, im Fall von *E.He.R.* des Patienten, analysiert und visualisiert. Dies ermöglicht letztlich die Optimierung der Prozesse. Ein Service Blueprint als Referenzmodell ist hilfreich, um die verschiedenen Handlungsebenen und Interaktionsformen der Akteure untereinander und mit dem Patienten, darzustellen (Bitner et al., 2008). Abbildung 1 zeigt den vereinfachten Aufbau des Referenzmodells zur Dienstleistungsstruktur von *E.He.R.* als Grundlage für *EHeR-versorgt*. Die Interaktionslinie trennt die Aktivitäten des Patienten, die er im Laufe des Versorgungsprogramms ausführt, von den Aktivitäten der Behandler in den beteiligten Praxen oder Krankenhäusern und im Telemedizinzentrum. Unterhalb der Sichtbarkeitslinie sind alle Prozesse und Aktivitäten dargestellt, welche die beteiligten Akteure ausführen müssen, um die Dienstleistungsschritte anbieten zu können. Die Aktivitäten selbst sind für den Patienten unsichtbar. Unterhalb der internen Interaktionslinie finden sich die unterstützenden Maßnahmen, die direkt oder indirekt zur erfolgreichen Umsetzung der Dienstleistung in dem jeweiligen Kontext (z.B. Markt,

Organisation, Region) beitragen. Es stellt sich die Überlegung, ob in der Telemedizin die Rolle „Patient“ das Service Design dominiert oder ob die weiteren identifizierten Stakeholder als interne Kunden für ein Service Blueprint anzusehen sind und so die weitere Professionalisierung des Versorgungskonzeptes daran auszurichten ist.

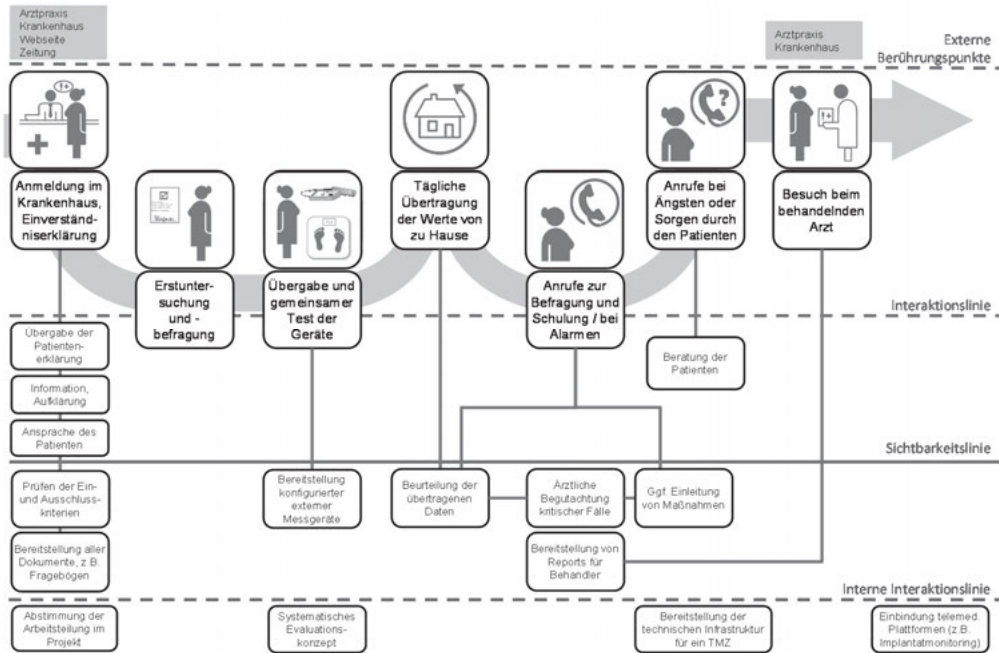


Abbildung 1: Referenzmodell der telemedizinischen Betreuung aus Sicht des Patienten als Service Blueprint

Literaturverzeichnis

<http://www.servicedesigntools.org/tools/35> [zuletzt abgerufen am 15.Juni 2015]

Bitner, M., Ostrom, A. & Morgan, F. (2008). Service Blueprinting: A Practical Technique for Service Innovation. *California Management Review*, vol.50, no.3, 2008, S.66-94.

Taylor, P.R. (2013). An approach to designing viable and sustainable telehealth services. In: Grain, H., & Schaper, L.K. (Hrsg.). *Health Informatics: Digital Health Service Delivery-The Future is Now!*: HIC 2013, vol. 188, S. 108. IOS Press.

Zippel-Schultz, B., Steinbach, S., Jung, J., Wenzelburger, F., Schneider, M., Erchinger, R., van de Ree, S., Luiz, T., Schumacher, B., Helms, T. M. (2014). „E.He.R.“ erkannt, besser versorgt – Effekte der telemedizinisch unterstützten Versorgung von Patienten mit Herzinsuffizienz und Herzrhythmusstörungen in der Westpfalz. In: Duesberg, F.: *e-Health 2015*, Solingen, S.210-213.

Kontaktinformationen

Jessica Jung

Fraunhofer IESE, Fraunhofer-Platz 1, 67663 Kaiserslautern, Deutschland

jessica.jung@iese.fraunhofer.de

Nutzerzentrierte Gestaltung von VR-Systemen für die motorische Neurorehabilitation

Otto Hans-Martin Lutz¹, Henning Schmidt², Jörg Krüger¹²

Forschungsgruppe Rehabilitationsrobotik (IPK/TUB),
Fachgebiet Industrielle Automatisierungstechnik, Technische Universität Berlin¹
Fraunhofer Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik (IPK)²

Zusammenfassung

Anhand eines Systems zur motorischen Neurorehabilitation nach Schlaganfall, das darauf abzielt, die Vorteile von Virtueller Realität für therapeutische Zwecke nutzbar zu machen, werden die Herausforderungen der nutzerzentrierten Gestaltung von Therapiesystemen mit Virtueller Realität an sich und im besonderen Maße bei der Einbeziehung von Patienten mit verschiedenen motorischen und perzeptiv-kognitiven Einschränkungen skizziert. Der Entwicklungsprozess erfolgt mehrstufig, wobei Methoden des nutzerzentrierten Designs auf Kompatibilität mit Einschränkungen von Patienten geprüft werden.

1 Virtuelle Realität und nutzerzentrierte Gestaltung

Die Nutzung von Virtueller Realität (VR) ist in Therapiesystemen für die motorische Rehabilitation besonders geeignet, da motorisches Lernen auf Wiederholung, Feedback und Motivation beruht (Holden, 2005). Diese Aspekte können innerhalb einer immersiven virtuellen Umgebung, z.B. über die Darstellung in einem Head Mounted Display, besonders wirksam umgesetzt werden, da der Nutzer Präsenz, d.h. das Gefühl der Gegenwärtigkeit innerhalb einer virtuellen Umgebung, erlebt, bei der die Rollen der Technologie und der oft monotonen Therapieübungen in den Hintergrund treten. Jedoch ist die Evidenzlage in kontrollierten klinischen Studien zur Anwendung und Wirksamkeit bzw. Vorteilen von VR im Rehabilitationsprozess eher als heterogen zu beurteilen (Rizzo, Wiederhold, & Buckwalter, 1998). Ein wesentlicher Grund hierfür liegt im Auftreten von Simulator Sickness (Kolasinski, 1995), welche maßgeblich durch eine latenzbedingte Diskrepanz zwischen propriozeptiver und visueller Wahrnehmung ausgelöst wird (Patterson, Winterbottom, & Pierce, 2006). Bei VR-Systemen für die Neurorehabilitation ist auf Grund

des zumeist höheren Lebensalters der Betroffenen davon auszugehen, dass ein Großteil der potentiellen Nutzer noch keine Erfahrungen mit VR besitzt. Daher können Anforderungen aus Nutzerperspektive oft erst während oder nach dem Umgang mit einem solchen System konkret verbalisiert werden. Durch geeignete Instrumente muss sichergestellt werden, dass die Bewertung der Darstellung an sich, Immersionsgrad, mögliche Effekte durch Simulator Sickness, Ergonomie-Aspekte und moderierende Faktoren wie Neuartigkeit des Systems getrennt werden können. Hierbei ist zu beachten, dass durch explizites Abfragen bestimmter Effekte die Aufmerksamkeit der Nutzer auf genau diese Effekte fokussiert wird und sie dadurch teils als ausgeprägter angegeben werden als in der Kontrollbedingung (Young, Adelstein, & Ellis, 2006).

2 Umsetzung für Spiegeltherapie nach Schlaganfall

Für neurologische Patienten mit Hemiparese, oft infolge eines Schlaganfalls, ist die Spiegeltherapie ein wirksamer Ansatz, um durch Stimulation der cerebralen Neuroplastizität die Willkürmotorik wiederzuerlangen (Dohle, Morkisch, Lommack, & Kadow, 2011). Diese Therapieform wird aktuell in einer VR-Umgebung umgesetzt, um die Vorteile von VR für therapeutische Zwecke nutzbar zu machen, die Therapiemitarbeit (Compliance) zu fördern und Therapeuten zu entlasten. Neben den technologischen Herausforderungen bei der Verringerung von Faktoren, die Simulator Sickness auslösen, muss die Gestaltung eines solchen Systems auch konkret an die Bedürfnisse der Nutzer, der Therapeuten und Patienten, angepasst werden. Hierbei ist zu beachten, dass bei Patienten abhängig von Alter und Krankheitsbild eine Vielzahl individueller Kombinationen perzeptiver, kognitiver und motorischer Einschränkungen auftreten können. Hierzu gehören Aufmerksamkeit, Informationsverarbeitungsprozesse, Sprachverständnis und -produktion, sensorische Wahrnehmung sowie motorische Planung und Ausführung (Wade, 1992). Zusätzlich müssen der Grad der Eigenständigkeit, die Motivation zur Therapiemitarbeit sowie der generelle psychische Zustand der Patienten berücksichtigt werden. Dies erfordert zum einen, dass das VR-Therapiesystem in vielen Aspekten an die Nutzer adaptierbar gestaltet sein muss und zum anderen, dass beim Einsatz von Methoden der nutzerzentrierten Gestaltung die verschiedenartigen Einschränkungen, insbesondere auf perzeptiv-kognitiver Seite, besonders berücksichtigt und Methoden teilweise angepasst bzw. modifiziert werden müssen. Mittels eines mehrstufigen partizipativen Entwicklungsprozesses in Anlehnung an bestehende Vorgehensweisen (De Vito Dabbs et al., 2009; Gabbard, Hix, & Swan, 1999; Ma, Wu, & Chang, 2007) wird die Einbindung von Therapeuten und Patienten in die nutzergerechte Gestaltung von VR-Therapiesystemen vorgestellt. Herausforderungen bei der Erfassung von Anforderungen der Therapeuten (z.B. Therapie-Monitoring und Dokumentation) und Patienten (z.B. Ergonomieanforderungen, Eigenständigkeit, individuelle Einschränkungen, Verwendung von Head-Mounted Displays, Brillenträger) sowie die Problematik der Akzeptanzneuartiger Technologien durch beide Nutzergruppen werden beleuchtet. Methoden des nutzerzentrierten Designs werden verschiedenen Fragestellungen und Stufen des VR-Entwicklungsprozesses zugeordnet und auf Praktikabilität (vgl. Vredenburg, Mao, Smith, & Carey, 2002) und Kompatibilität mit möglichen Einschränkungen der Patienten geprüft. Dies

dient als Grundlage zur Diskussion der Eignung von Methoden zur gezielten Identifikation von Anforderungen und potentiellen Hürden bei der Interaktion zwischen Patient, Therapeut und VR-Therapiesystem.

Literaturverzeichnis

- De Vito Dabbs, A., Myers, B. A., Mc Curry, K. R., Dunbar-Jacob, J., Hawkins, R. P., Begey, A., & Dew, M. A. (2009). User-centered design and interactive health technologies for patients. *Computers Informatics Nursing*, 27(3), 1–16.
- Dohle, C., Morkisch, N., Lommack, R., & Kadow, L. (2011). Spiegeltherapie. *Neuroreha*, 4, 184–190.
- Gabbard, J. L., Hix, D., & Swan, J. E. (1999). User-centered design and evaluation of virtual environments. *Computer Graphics and Applications*, 19(6), 2–10.
- Holden, M. K. (2005). Virtual environments for motor rehabilitation: review. *Cyberpsychology & Behavior: The Impact of the Internet, Multimedia and Virtual Reality on Behavior and Society*, 8(3), 187–211; discussion 212–219.
- Kolasinski, E. M. (1995). Simulator Sickness in Virtual Environments. *Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences*. Alexandria, VA.
- Ma, M.-Y., Wu, F.-G., & Chang, R.-H. (2007). A new design approach of user-centered design on a personal assistive bathing device for hemiplegia. *Disability and Rehabilitation*, 29(14), 1077–1089.
- Patterson, R., Winterbottom, M. D., & Pierce, B. J. (2006). Perceptual issues in the use of head-mounted visual displays. *Human Factors*, 48(3), 555–573.
- Rizzo, A. A., Wiederhold, M., & Buckwalter, J. G. (1998). Basic issues in the use of virtual environments for mental health applications. *Studies in Health Technology and Informatics*, 58, 21–42.
- Vredenburg, K., Mao, J.-Y., Smith, P. W., & Carey, T. (2002). A survey of user-centered design practice. *Proc. SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, (1), 471.
- Wade, D. T. (1992). Measurement in neurological rehabilitation. *Current Opinion in Neurology and Neurosurgery*, 5(5), 682–686.
- Young, S. D., Adelstein, B. D., & Ellis, S. R. (2006). Demand characteristics of a questionnaire used to assess motion sickness in a virtual environment. *Proceedings - IEEE Virtual Reality*, 2006, 13.

Kontaktinformationen

Otto Hans-Martin Lutz
 Technische Universität Berlin, Fachgebiet Industrielle Automatisierungstechnik
 Pascalstr. 8-9, Sekr. PTZ 5, 10587 Berlin, Deutschland
 lutz@tu-berlin.de

Henning Schmidt, Jörg Krüger
 Fraunhofer Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik (IPK)
 Pascalstraße 8-9, 10587 Berlin, Deutschland
 {henning.schmidt; joerg.krueger}@ipk.fraunhofer.de

Formative Evaluation of Smartwatch Exergaming

Nicola Marsden¹, Thomas Wollmann², Britta Lohmann², Gerrit Meixner²

H-Infam Heilbronn Institute for Applied Market Research, Heilbronn University¹
UniTyLab, Heilbronn University²

Abstract

Exergaming for adolescents is a promising field of design. Going beyond console-based exergames, smartwatches can utilize the pervasive nature afforded by modern ubiquitous devices and use physical body movement and changes of location as the basis for gameplay. In a formative study of PokéWatch, a mobile location-aware exergame based on the game Pokémon we explore how this approach can be used with adolescent children.

1 Designing for Adolescents' Physical Activity

Gamification has been used in many areas to enhance activities that are not immanently motivating. One application is exergaming, i.e. using game mechanics to increase physical activity. Reviews of studies on physical activity from exergames have shown positive outcomes (Dunwell, Torrens, Clarke, & Doukianou, 2014) but also raised concerns about whether the results are ecologically valid, i.e. whether the physical activity shown in the laboratory would translate into exergames resulting in heightened physical activity under natural circumstances. Incorporation of innovations in games in general, of research on gamification, and new technology (e.g. sensors, location-based service) could further enhance the potential of exergames to increase physical activity regarding ecological validity (Baranowski, 2015). Smartwatches as a new development with a major focus on physical activity from the beginning offer novel ways to facilitate physical activity.

Adolescents typically go through a dramatic downturn in physical activity around the age of twelve years. But only few exergames are explicitly taking the specific needs and demands of this age group into consideration (Macvean & Robertson, 2012) although adolescents are a prime target of physical activity interventions. With adolescents' high propensity to accept new technology – coupled with behavioral changes and the need for orientation and encouragement, this developmental phase enables research of novel interaction possibilities with real world impact (Fitton & Bell, 2014). In order to develop effective systems that are based

on the newest technology and research on gamification, and are adapted to the adolescent users, a formative approach of research is needed.

2 Exploratory Study of Location-Aware Exergame

Generally, formative evaluation is still an undervalued part of exergame development (DeSmet et al., 2015). Formative aspects are even more relevant when exploring the use of a new technology, and the use of smartwatches to enhance physical activity through gamification is an important challenge in this nascent field of study. To study the potential of the pervasive nature afforded by modern ubiquitous devices for exergaming, we are planning a field study to understand how a mobile location-aware exergame can efficiently be used with adolescent children.

We will evaluate PokéWatch, a mobile location-aware exergame we are designing for adolescent children. While up to now, exergames for youth have typically been indoor activities, this design takes a new approach: Using location-based information, it motivates adolescents to move around outside. Based on the widely played game Pokémon it encourages physical activity based on the game's narrative and uses body movement as the basis for gameplay. With the smartwatch connected to the smartphone and using its GPS to detect players' activities, the interactions with the Pokémons are converted into actions within the game, e.g. meeting a "water type Pokémon" is only possible close to bodies of water in the physical world. The exploratory research study will investigate adolescents' motivation and adoption of PokéWatch. Using a mixed methods approach we will leverage log data analysis of the smartwatch and interview methods to investigate acceptability of the exergame, thus facilitating implementation and sustainability while gaining further insight in designing UX for health applications.

References

- Baranowski, Tom. (2015). Are active video games useful to combat obesity? *The American journal of clinical nutrition*, 101, 1107-1108.
- DeSmet, Ann, Palmeira, António, Beltran, Alicia, Brand, Leah, Fernandes Davies, Vanessa, & Thompson, Debbe. (2015). The Yin and Yang of Formative Research in Designing Serious (Exer-) games. *Games for Health Journal*.
- Dunwell, Ian, Torrens, Kate, Clarke, Samantha, & Doukianou, Stella. (2014). Game-based lifestyle interventions for adolescents: An evidence-based approach. Paper presented at the Interactive Mobile Communication Technologies and Learning (IMCL).
- Fitton, Daniel, & Bell, Beth. (2014). Working with Teenagers within HCI Research: Understanding Teen-Computer Interaction. *Proceedings of the 28th International BCS Human Computer Interaction Conference on HCI 2014-Sand, Sea and Sky-Holiday HCI*.
- Macvean, Andrew, & Robertson, Judy. (2012). iFitQuest: a school based study of a mobile location-aware exergame for adolescents. *Proceedings of the 14th international conference on Human-computer interaction with mobile devices and services*.

„Mein Coach für Wohlbefinden und Gesundheit“. User Experience von E-Health-Technologien

Jasmin Niess, Sarah Diefenbach

Department Psychologie, Ludwig-Maximilians-Universität München

Zusammenfassung

E-Health-Technologien können das individuelle Gesundheitsverhalten unterstützen und fördern. Doch es bedarf einer Integration von psychologischem und technischem Wissen, um dieses Potential auszuschöpfen. Ein wichtiger Aspekt ist hierbei der kurative Dialog zwischen Produkt/ Coach und Nutzer/ Klient. Anhand einer qualitativen Nutzerbefragung untersucht der Beitrag die Wahrnehmung der Interaktion und Kommunikation von und mit E-Health-Technologien und skizziert Aufgaben zukünftiger Forschung.

1 Einleitung

E-Health-Technologien (z.B. Smartphone-Apps wie OptimizeMe, Fitness-Gadgets wie Fitbit) bieten neue Potenziale für die Unterstützung von gesundheitsförderlichem Verhalten (Conroy et al., 2013). Das Produkt wird zum Coach, der Möglichkeiten zur Verhaltensoptimierung aufzeigt, in Bereichen wie z.B. Gewichtsreduktion, Stressmanagement, Schlafverhalten. Es fehlen jedoch noch adäquate Modelle für die Konzeption von E-Health-Interventionen, welche psychologisches Wissen zu Veränderungsprozessen und das Potential interaktiver Technologien kombinieren (Free et al., 2013). Auch das Erleben des Nutzers (User Experience, UX) und relevante Faktoren für Motivation und Nutzungserfolg sind noch nicht ausreichend erforscht. Ein wichtiger Aspekt scheint hier der Dialog zwischen Produkt/Coach und Nutzer/Klient. Er gilt in der traditionellen Therapie als wesentlich für den Veränderungserfolg (z.B. Lutz, 2010). Im Fall von interaktiven Produkten könnten relevante Elemente des Dialogs und Kommunikationsstils z.B. die Art von Feedback und Verbesserungshinweisen sein. Ziel unserer Forschung ist es die Wahrnehmung der Interaktion und Kommunikation zwischen Nutzer und Produkt zu untersuchen. Hierdurch wollen wir bestehendes Wissen zur User Experience von E-Health-Technologien erweitern und Hinweise für die Gestaltung ableiten.

2 Interviews mit Nutzern von E-Health-Technologien

In einer ersten explorativen Studie führten wir 14 Interviews mit Nutzern von E-Health-Technologien (im Sinne eines erweiterten Gesundheits-Begriffs verstehen wir hierunter interaktive Produkte zur Veränderungsunterstützung bezüglich psychischer und physischer Gesundheit). Das Hauptaugenmerk lag auf der Interaktion und der Kommunikation zwischen den Nutzern und „ihrem“ Produkt. Die Interviews wurden transkribiert und die berichteten Charaktermerkmale und Kommunikationsstile in Anlehnung an Schulz von Thun (1989) analysiert. Hierbei zeigte sich, dass Nutzer den Kommunikationsstil „ihres“ Produkts (z.B. belehrend, kooperativ-helfend) wahrnehmen und differenziert beschreiben können. Auch zeigen sich Tendenzen für einen Zusammenhang der Kommunikationsart und Nutzungsdauer. Beispielsweise beschrieben Langzeitnutzer (3 Monate bis 2 Jahre) den Kommunikationsstil eher als neutral und rational („Zurückhaltend, relativ neutral/ ich hätte sie nicht so lange genutzt, wenn sie mir quasi nicht, im übertragenen Sinn, sympathisch gewesen wäre.“). Als wenig motivierend wurde ein belehrender Kommunikationsstil empfunden („...ich fände es ziemlich nervig, wenn mir eine App sagen würde: „Jetzt hast du schon wieder so viel gegessen“; oder „du bist über deinem Kalorienlevel“. Ich weiß nicht, das fände ich ein bisschen komisch, wenn der so vorwurfsvoll kommen würde.“).

3 Diskussion und Ausblick

Basierend auf diesen Einsichten wollen wir in zukünftigen Studien tiefgehendes Wissen zur Relevanz von Interaktion und Kommunikation zwischen Menschen und Selbstverbesserungstools generieren und hierdurch auch konkrete Empfehlungen für die Gestaltung von E-Health-Technologien zur optimalen Unterstützung der User Experience schaffen.

Literaturverzeichnis

- Conroy, D. E., Yang, C. H., & Maher, J. P. (2014). Behavior change techniques in top-ranked mobile apps for physical activity. *American journal of preventive medicine*, 46(6), 649-652.
- Free, C., Phillips, G., Galli, L., Watson, L., Felix, L., Edwards, P. & Haines, A. (2013). The effectiveness of mobile-health technology-based health behaviour change or disease management interventions for health care consumers: a systematic review. *PLoSmedicine*, 10(1), e1001362
- Schulz von Thun, F. (1989). *Miteinander reden 2: Stile, Werte und Persönlichkeitsentwicklung—Differentielle Psychologie der Kommunikation*. Reinbek: Rowohlt.
- Lutz, W. (Ed.). (2010). *Lehrbuch Psychotherapie*. Huber.

Kontaktinformationen

Jasmin Niess, Sarah Diefenbach
Ludwig-Maximilians-Universität München, Department Psychologie
Leopoldstraße 13, 80802 München, Deutschland
{jasmin.niess; sarah.diefenbach}@psy.lmu.de

Nutzerzentrierte Gestaltung einer Applikation im Diabetes-Kontext

Jorinde Wittkugel^{1,2}, Nils Backhaus¹

Kognitionspsychologie und Kognitive Ergonomie, Technische Universität Berlin¹
Projekt UseTree, Berliner Kompetenzzentrum für Usability Maßnahmen²

Zusammenfassung

Typ-1-Diabetes stellt nicht nur gesamtgesellschaftlich ein großes Problem dar, sondern ist auch für einzelne Betroffene durch vielfältige Aufgaben und Regeln eine starke Belastung. Um Ursachen für Blutzuckerschwankungen zu erkennen, ist eine umfangreiche Dokumentation diabetesbezogener Werte, wie z.B. Blutzucker oder Mahlzeiten, nötig. Oft mangelt es Betroffenen an Motivation, diese Dokumentation kontinuierlich durchzuführen. Um Betroffene zu unterstützen und durch positive Anreize zur Dokumentation zu motivieren, wird der Prototyp einer Smartphone-Applikation vorgestellt. Unter Berücksichtigung des nutzerzentrierten Designs wurden aufbauend auf Erkenntnissen positiver Psychologie Konzepte für den Prototyp herausgearbeitet. Dieser wurde durch Experten und Typ-1-Diabetiker im Hinblick auf motivierende Elemente und Usability evaluiert. Es zeigt sich, dass Betroffene durch die Applikation sinnvoll im Umgang mit der Erkrankung unterstützt werden.

1 Problemstellung

Die Dokumentation diabetesbezogener Werte ist für die Identifikation von Ursachen für Blutzuckerschwankungen und damit für eine erfolgreiche Therapie und Wohlbefinden der Betroffenen von großer Bedeutung. Der damit verbundene Aufwand erfordert jedoch ein hohes Maß an Selbstdisziplin und Motivation. Viele Diabetiker dokumentieren daher ihre diabetesbezogenen Werte oft nur unzureichend (vgl. Rose, König, & Wiesbauer, 2013). Um diesem Problem entgegenzuwirken soll eine Applikation für das Smartphone aufbauend auf Erkenntnissen *positiver Psychologie* (Seligman & Csikszentmihalyi, 2000), *positiver Technologien* (Riva et al., 2012), sowie *Gamification*-Ansätzen (Zichermann & Cunningham, 2011) entwickelt werden. Bei der Entwicklung sollen potentielle Nutzer im Rahmen der nutzerzentrierten Gestaltung (*User Centered Design*) mit einbezogen werden und deren Bedürfnisse und Ziele im Fokus der Entwicklung stehen, so dass ein gebrauchstaugliches und von den Nutzern wertgeschätztes Produkt entsteht (vgl. DIN EN ISO 9241-210, 2010).

2 Phasen der Nutzerzentrierten Entwicklung

Angelehnt an den Prozess nutzerzentrierter Gestaltung umfasst das Vorgehen bei der Entwicklung der Applikation vier Phasen: Bei der *Analyse des Nutzungskontextes* werden die Nutzungsspezifika mittels Personas, systematischer Marktanalyse bestehender Diabetes- und Motivations-Applikationen sowie einer kontextsensitiven Erhebung von Bedürfnissen mit Diabetikern (mit der Smartphone-Applikation iRequire, vgl. Seyff et al., 2010) erhoben. Für die *Anforderungsanalyse* werden diese Ergebnisse konsolidiert und priorisiert. Aus den Anforderungen werden für die *Konzeption eines Prototyps* abstrakte Konzepte entwickelt, die iterativ von Konzeptideen über Papier-Prototypen in einen funktionalen Software-Prototyp (Axure) überführt werden. Der Prototyp wird in einer *Nutzerzentrierten Evaluation* iterativ evaluiert. Zunächst wird er in einer Expertenevaluation auf Usability-Probleme untersucht (Heuristische Evaluation, vgl. Nielsen, 1994). In einem zweiten Schritt wird der verbesserte Prototyp in einer Nutzerstudie mit Typ-1-Diabetikern auf Usability und Nutzererleben überprüft. Zusätzlich wird das Konzept im Hinblick auf die motivationale Aspekte betrachtet.

3 Ergebnisse und Diskussion

Das ausgewählte Konzept soll durch selbst gesetzte Ziele und Belohnungen, die dem Nutzer persönlich von Bedeutung sind, zu einer besseren Diabetes-Dokumentation motivieren. Zusätzlich zu Eingabemöglichkeiten für die Dokumentation relevanter Werte werden unterstützende Funktionen, wie Informationen zu Nährwertangaben oder eine Analyse der eingegebenen Werte, angeboten.

Das nutzerzentrierte Vorgehen erwies sich als geeignet um eine Applikation für die spezifischen Anforderungen von Diabetikern zu entwickeln. Es zeigt sich, dass die Applikation Diabetiker zielführend zu einem besseren Diabetes-Management motivieren und bei dessen Umsetzung unterstützen kann. In der Expertenevaluation konnten vielfältige Usability-Probleme gefunden und behoben werden. In der Nutzerstudie zeigte sich, dass der Prototyp von der Zielgruppe sehr positiv aufgenommen und bewertet wurde. Lediglich hinsichtlich positiver Emotionen besteht Verbesserungspotenzial. Im Sinne eines positiven Nutzererlebens sollten zukünftige Applikationen im Bereich Healthcare auf positives, individualisiertes Feedback zurückgreifen (Hancock, Pepe, & Murphy, 2005). Bezüglich des Einflusses auf das diabetesrelevante Verhalten sind Langzeitstudien hilfreich, die Therapieerfolg und Wohlbefinden der Nutzer längerfristig beobachten.

Die im Rahmen der Entwicklung gesammelten Erkenntnisse über die Methodik und den Einsatz von motivierenden Elementen können genutzt werden, um zukünftig Healthcare-Applikationen zu entwickeln, die sich an den Bedürfnissen der Nutzer orientieren und diese gezielt im Alltag unterstützen. Die zunehmende Verbreitung von *Wearables*, Internet der Dinge oder *Quantified-Self*-Aspekten (vgl. Swan, 2012) zeigt auf, dass derartige Applikationen zukünftig noch stärker an Bedeutung gewinnen werden.

Literaturverzeichnis

- Desmet, P. M. A., & Dijkhuis, E. (2002). A Wheelchair can be Fun: A Case of Emotion-driven Design. In *DPPI '03 Proceedings of the 2003 international conference on Designing pleasurable products and interfaces* (pp. 22–27).
- DIN EN ISO 9241-210 (2010). *Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme*. Berlin: Beuth Verlag.
- Hancock, P. A., Pepe, A. A., & Murphy, L. L. (2005). Hedonomics: The Power of Positive and Pleasurable Ergonomics. *Ergonomics in Design*, 13(1), 8–14.
- Nielsen, J. (1994a). Heuristic evaluation. In J. Nielsen & R. L. Mack (Eds.), *Usability inspection methods*. New York: Wiley.
- Riva, G., Baños, R. M., Botella, C., Wiederhold, B. K., & Gaggioli, A. (2012). Positive Technology: Using Interactive Technologies to Promote Positive Functioning. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 15(2), 69–77. <http://doi.org/10.1089/cyber.2011.0139>
- Rose, K. J., König, M., & Wiesbauer, F. (2013, May). *Evaluating Success for Behavioral Change in Diabetes via Mhealth and Gamification: Mysugr's Keys to Retention and Patient Engagement*. Posterpräsentation presented at the Diabetes Technology & Therapeutics. Retrieved March 2, 2015, from <http://online.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/dia.2012.1221>
- Seligman, M. E. P., & Csikszentmihalyi, M. (2000). Positive psychology: An introduction. *American Psychologist*, 55(1), 5–14. <http://doi.org/10.1037//0003-066X.55.1.5>
- Seyff, N., Graf, F., & Maiden, N. (2010). Using Mobile RE Tools to Give End-Users Their Own Voice (pp. 37–46). 18th IEEE International Requirements Engineering Conference. <http://doi.org/10.1109/RE.2010.15>
- Swan, M. (2012). Sensor Mania! The Internet of Things, Wearable Computing, Objective Metrics, and the Quantified Self 2.0. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 1(3), 217–253.
- Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.

Kontaktinformationen

Jorinde Wittkugel, Nils Backhaus

Technische Universität Berlin, Fachgebiet Kognitionspsychologie und Kognitive Ergonomie

Marchstr. 23, Sekr. MAR 3-2, 10587 Berlin, Deutschland

{jorinde.wittkugel; nils.backhaus}@tu-berlin.de

Smart Factories:
Mitarbeiter-zentrierte
Informationssysteme für die
Zusammenarbeit der Zukunft

Smart Factories: Mitarbeiter-zentrierte Informationssysteme für die Zusammenarbeit der Zukunft

Alexander Stocker¹, Andrea Denger¹, Martin Wifling¹, Johannes Fritz¹, Christian Kaiser¹, Christian Kittl², Alexander Richter³

Information & Process Management, Virtual Vehicle Research Center¹
evolaris next level GmbH²
Department of Informatics, University of Zurich³

Zusammenfassung

In Unternehmen mit komplexen Produkten und Dienstleistungen wachsen Anforderungen, welche an Kommunikation, Koordination und Zusammenarbeit zwischen Informations- und Wissensarbeitern gestellt werden, stetig. Dieser Workshop will vor dem Hintergrund des durch die Initiatoren im *Factory of the Future* Programm gestarteten EU-Projects FACTS4WORKERS eine nachhaltige Plattform schaffen, um aktuelle und zukünftige Fragestellungen rund um den Einsatz neuer, nutzerzentrierter Informationssysteme und -technologien in Industrieunternehmen interdisziplinär zu diskutieren. Der Workshop baut auf eine ganze Reihe vorangegangener Workshops auf, welche das Thema soziale Interaktion in Organisationen aus unterschiedlichen Gesichtspunkten beleuchtet haben. Er spricht daher auch Praktiker und Wissenschaftler an, die in den letzten Jahren an diesen Workshops teilgenommen haben und möchte diese Community und die betrachteten Fragestellungen erweitern.

1 Einleitung

Ausgehend vom namensgleichen Workshop im Rahmen der Mensch und Computer 2014 knüpft die diesjährige Ausgabe nahtlos an den damals aufgebrachten Themen an: Smart Factory, Industrie 4.0, Mensch-Maschinen-Kollaboration und weitere. Die Entwicklung komplexer Produkte und Services (cyber-physikalische Systeme bzw. Smart Connected Products (Porter und Heppelmann, 2014)) bedarf einer idealen Systemumgebung. Das bedingt ein optimales Zusammenspiel zwischen Mensch, Prozess, Kultur und Technologie. Für den *Menschen* ergeben sich aus der fortschreitenden Entwicklung zu Prosumer bzw. Intrapreneuren völlig neue Anforderungen an betriebliche Informationssysteme, wie aktuelle

Arbeiten zeigen, z.B. Spath et al. (2014), Richter (2014), Stocker und Tochtermann (2012), Denger et al. (2012), oder Denger et al. (2014)).

Auch die Wirtschaftsinformatik (WI) hat diese Entwicklungen in der Zwischenzeit berücksichtigt: Gemäß einer aktuelleren WI-Definition von Hansen und Neumann (2009) besteht ein Informationssystem aus Menschen und Maschinen, die Informationen erzeugen und/oder benutzen und die durch Kommunikationsbeziehungen miteinander verbunden sind. Aus einem Informationssystem ist der Faktor Mensch somit nicht mehr wegzudenken. Neben der Erstellung von Inhalten spielt gerade eine optimale Kommunikation zwischen Menschen eine wesentliche Rolle in der betrieblichen Leistungserstellung. Es lässt sich auch von Ebenen der sozialen Interaktion sprechen, wenn beispielsweise wie im 3K Modell (Teufel 1995), Kommunikation, Koordination und Kooperation unterschieden werden. Moderne Informationssysteme sollen auch in der Lage sein, die unterschiedliche Ebenen der sozialen Interaktion in Smart Factories zu unterstützen. Aus Sicht von CSCW steht das sozio-technische Systemverständnis seit jeher im Vordergrund.

In der Projektpraxis am Virtual Vehicle Research Center hat sich gezeigt, dass gerade in technologieorientierten Unternehmen der Automobilindustrie vor dem Hintergrund großer Produkt- und Variantenvielfalt immense Herausforderungen an die Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen Wissensarbeitern gestellt werden. Lösungen werden zwar oft in der Automatisierung gesucht, doch auch in Bewegungen wie der von Deutschland ausgehenden *Industrie 4.0* (Spath et al. 2013) wird der Mensch künftig eine wesentliche Rolle spielen. Mit *Industrie 4.0* werden die unterschiedlichsten Trends rund um die Weiterentwicklung von Produktionsstätten zusammengefasst. Mit dem Einzug des Internet in die Produktion und seiner zahlreichen Facetten (Internet of Data, Services, and Things) soll ein viertes industrielles Zeitalter anbrechen, das durch die zunehmende *Informatisierung* nicht nur einzelner Fabriken sondern ganzer Produktionswertschöpfungsnetzwerke zur Schaffung von Mehrwert und Arbeitsplätzen führt. Ein Großteil dieser Entwicklungen wird durch die Player der IKT-Industrie forciert, und Industrie 4.0 benennt damit oft *nur* die fortlaufende *Informatisierung* klassischer Fabriken (Stocker et al, 2014). Doch viele Experten, die Organisatoren dieses Workshops inkludiert, sind der Ansicht, dass gerade der Mensch in Zukunft als Wissensarbeiter der Produktion eine wesentliche Drehscheibe darstellen wird.

Mitarbeiterzentrierung in Smart Factories ist auch das zentrale Thema des, im Horizon 2020 Programm *Factory of the Future* durch die Initiatoren gemeinsam mit renommierten Produktionsbetrieben und anderen wissenschaftlichen Partnern eingereichten, EU-Projektes *FACTS4WORKERS: Worker-Centric Workplaces in Smart Factories*, welches nach der Förderzusage durch die Europäische Kommission Ende 2014 erfolgreich gestartet worden ist. In FACTS4WORKERS werden entlang der vier Anwendungsfälle *Assistierter Bediener*, *Produktions-Wissensmanagement*, *Selbstlernender Arbeitsplatz* und *Mobiles Lernen in der Produktion* innovative und nutzer-nahe Informationssysteme entwickelt. Dabei steht nicht nur die bloße Steigerung von Qualität und Produktivität im Vordergrund. Vielmehr geht es darum, soziale Aspekte wie Zufriedenheit, Motivation und Innovationsfähigkeit von Mitarbeitenden in der Produktion und damit die Attraktivität der Produktionsarbeit insgesamt zu erhöhen. Es gilt damit systematisch zu hinterfragen, wie Menschen heute arbeiten und lernen, wie sie mit

neuen Informationstechnologien interagieren und wie sie an einem attraktiven und fordernden Produktionsarbeitsplatz einen Mehrwert für die Industrie erzeugen können.

2 Zentrale Fragestellungen des Workshops

In Bezug auf die Unterstützung von Kommunikation und Zusammenarbeit in Smart Factories durch neuartige Informationssysteme lassen sich wesentliche Fragestellungen definieren und nach den Teilsystemen, Mensch, Organisation und Technologie strukturieren:

Aus Sicht von Menschen, z.B.

- Wie unterscheiden sich Ansprüche von Ingenieuren oder Produktionsmitarbeitenden an Informationssysteme zur Unterstützung sozialer Interaktion?
- Wie können Ingenieure oder Produktionsmitarbeitenden motiviert werden, neuartige Informationssysteme in Smart Factories einzusetzen?
- Welche Anwendungsfälle können neue mitarbeiterzentrierte Informationssysteme in Smart Factories überhaupt unterstützen?

Aus Sicht der Organisation, z.B.

- Wie können neue mitarbeiterzentrierte Informationssysteme in bestehende Prozesse und Kulturen – und insbesondere in Produktionsumgebungen – eingebettet werden?
- Welche organisationalen Rahmenbedingungen befürworten/verhindern derzeit die Aneignung mitarbeiterzentrierter Informationssysteme in Smart Factories?
- Wie können optimale Organisations- und Informationsstrukturen für Smart Factories ausgestaltet sein?

Aus Sicht der Technologie, z.B.

- Welche technologischen Ansätze wurden bisher entwickelt, um Kommunikation und Zusammenarbeit in Smart Factories zu unterstützen?
- Wie wirken sich in diesem Zusammenhang insbesondere neuartige Technologien, die unter dem Begriff *Wearable Devices* zusammengefasst werden, aus?
- Wie setzen Industriebetriebe Wissensmanagement-Systeme, Social Software, Enterprise Search und Co-Creation insb. in der Produktion ein – und was sind Lessons Learned?

Themen des Workshops: Speziell von Interesse sind Beiträge zu den folgenden Themen:

- Methoden, Modelle und Technologien für Wissens- und Informationsmanagement mit Social Software in Smart Factories
- Prozeduren und Praktiken für effektives Wissensmanagement mit Social Software in Smart Factories

- Evaluation des Einsatzes von Social Software in Smart Factories (z.B. mit Hilfe von Mixed-Method-Ansätzen)
- Neue Ansätze zur Informations- und Wissensvernetzung, sowie zur Informations- und Wissensvisualisierung in Smart Factories
- Ansätze zum Einsatz von Enterprise Search in Smart Factories
- Empirische Studien mit explorativem, deskriptivem oder erklärendem Charakter

3 Akzeptierte Beiträge

Es wurden die folgenden Beiträge zur Veröffentlichung und zur Präsentation im Workshop angenommen. Alle Beiträge wurden durch jeweils drei Gutachter begutachtet, denen wir an dieser Stelle herzlich für ihren Einsatz danken.

Gestaltung gebrauchstauglicher Assistenzsysteme für Industrie 4.0

Michael Wächter, Angelika C. Bullinger

Die Entwicklung mobiler Assistenzsysteme für die Instandhaltung stellt hinsichtlich der späteren Akzeptanz durch den Anwender eine große Herausforderung dar. Dieser Artikel stellt ein Konzept zur kollaborativen Entwicklung eines mobilen Assistenzsystems für Instandhalter vor. Die Anwender erhalten dabei durch die Verwendung von Hardware-Prototyping schon in frühen Phasen der Produktgestaltung die Möglichkeit, Kriterien der Gebrauchstauglichkeit zu bewerten und mit zu gestalten. Unter Verwendung verschiedener Methoden der Produktergonomie und Designtechnik werden die einzelnen Phasen der Produktentwicklung von der Anforderungsanalyse bis zum Funktionsprototyp konzeptionell aufgezeigt.

Kollaborative Systemkonzipierung im interaktiven Entwicklungslabor

Roman Dumitrescu, Christian Tschirner, Alexander A. Albers, Lukas Bretz

In diesem Beitrag wird das Systems Engineering LIVE LAB zur Unterstützung einer erfolgreichen interdisziplinären Entwicklung mechatronischer Systeme vorgestellt. Der Bedarf für das SE LIVE LAB wurde in der Studie „Systems Engineering in der industriellen Praxis“ hergeleitet (Gausemeier et al. 2013) und wird nun von der Fraunhofer-Projektgruppe Entwurfstechnik Mechatronik realisiert. Zwar liegt für Unternehmen der Nutzen von SE auf der Hand. Dennoch stellt sich häufig die Frage, wie Systems Engineering wirksam und ohne zu viel Mehrarbeit in die eigenen Prozesse integriert werden kann. Genau hier setzt das Konzept des SE LIVE LAB an. Im Beitrag werden das Konzept, die Infrastruktur sowie einige beispielhafte Nutzungsmöglichkeiten des SE LIVE LAB beschrieben. Das SE LIVE LAB liefert einen wesentlichen Beitrag zur intelligenten Fabrik, insbesondere bei der integrativen Produkt- und Produktionssystementwicklung.

Job-Based Usability Testing to Enhance Tool-Prototyping

Stefan Rössler, Manfred Rosenberger, Markus Pirker, Daniela Gadanji, Andrea Denger, Alexander Stocker

In software development, it has long been understood that usability testing is a prerequisite to intuitive and usable user interfaces. But there is still no known method to integrate usability tests early into the development process of software, especially if it is meant to be used by specific users. The literature describes several specialist techniques to measure the usability and to set up usability experiments, but all of these involve recruiting specific users for testing, and thus risking a shortcoming of usability tests throughout the development process. This work introduces a new usability testing technique, that allows early and continuous usability testing, without the need to recruit expert users. The approach of job-based usability testing is to iteratively test and improve prototypes for software that is meant to be used by specific users to perform specific tasks and achieve specific goals, and still can be tested with average users. This new approach is expected to dramatically reduce the cost of recruiting participants for testing throughout software development projects, and hence make continuous usability testing viable.

A System Architecture for Knowledge Exchange in the Industrial Domain

Fabian Quint, Jörn Kreutel, Frieder Loch, Magnus Volkmer, Peter Pollmanns

Exchange and documentation of knowledge is vital in the industrial environment. The access to knowledge of colleagues can be essential for fulfilling several tasks. Just as well, workers can make experiences that are valuable for others. Within the project AmbiWise a collaboration system including adaptive and multimodal user interfaces for mobile interaction is developed to make knowledge easier accessible in companies. This paper presents the conception and implementation of the developed system architecture.

Multimodale Interaktion in der Produktionsstätte der Zukunft

Hermann Fürntratt, Ferdinand Fuhrmann

In diesem Beitrag stellen wir ein neuartiges multimodales Interaktionskonzept für die Produktionsstätte der Zukunft vor. Ziel ist es den Beschäftigten in seiner Interaktion mit Menschen und Geräten sowohl physisch als auch kognitiv bestmöglich zu unterstützen. Ausgehend von Kontrollräumen, mit ihren besonderen Anforderungen an die Operatoren, erweitern wir unser Interaktionskonzept auf die gesamte Produktionshalle und zeigen anhand eines umgesetzten Prototyps die technische Machbarkeit. Probleme und Herausforderungen bei der Umsetzung, sowie Verbesserungsmöglichkeiten werden im Anschluss diskutiert.

Using Smart Glasses to Document Maintenance Processes

Fabian Quint, Frieder Loch

Videos are an intuitive and maintainable way to document and transfer knowledge. Smart glasses allow to record videos hands-free from the ego-perspective with little effort. This makes them suitable devices for documenting maintenance procedures in industrial

environments. Within the project AmbiWise mobile collaboration systems are developed to make knowledge easier accessible in companies. This paper presents an application that documents knowledge about maintenance processes using videos. A promising proof-of-concept was implemented on Google Glass. It showed the feasibility and the use of the concept and will be evaluated under real conditions in the field within the AmbiWise project.

Visual PLM - Integrating 3D data in PLM

Reiner Schlenker, Patrick Müller, Giacomo d'Antonio

Factory floor employees need various kinds of PLM data like CAD drawings, status information, BOMs. If they have direct and easy access to the PDM/PLM software the production process can be improved in terms of efficiency and quality while the support effort for other departments decreases. To navigate and access the desired information can become a hard task for inexperienced users because the software is often quite complex to handle and the relevant information objects reside in different parts of the system. These user groups ask for an easier and visual access to the product information. The visual artifacts are created in the CAD departments and visualizing the products in the past has mainly been realized by a loose integration of 3rd party viewers or basic previews of the documents. The viewers can interpret native CAD formats and are capable of many specialized CAD features. While this improved the user experience in some scenarios there is still a gap of a complete visual access to product information. Our paper shows a different and new approach with a tighter and user-friendly integration of the 3D Viewer where the 3D model is displayed in a CAD neutral format. This allows the support of new ways of interaction and navigation within the PLM system adding value to PLM users without CAD know-how and installed CAD software.

Sichere Vernetzung von Geräten in Smart Factories mit MQTT

Martin Maritsch, Christian Kittl, Thomas Ebner

Smart Factories sind Produktionsstandorte, welche in der Lage sind, sich weitestgehend ohne menschliches Zutun zu organisieren. Dies soll durch verstärkte Kommunikation der Maschinen untereinander ermöglicht werden. Dabei spielt das Internet of Things (IoT), also die Vernetzung von Geräten, eine große Rolle um eine zentrale Datenauswertung durchzuführen. Da mitunter sensible Daten übertragen werden, ist es wichtig, auf eine geeignete Sicherung der Übertragung zu achten. Wir präsentieren das MQTT (Message Queue Telemetry Transport) -Protokoll, welches sich hierfür sehr gut eignet. Neben einigen Features, die für IoT-Anwendungen von Relevanz sind, ist es auch mit vergleichsweise geringem Aufwand möglich, die Datenübertragung zu sichern.

Mobiles Wissensmanagement in der Industrie 4.0

Peter Brandl, Helmut Aschbacher, Sabine Hösch

Wissensmanagement gewinnt in der Industrie zunehmend an Bedeutung. Informationen sollen schichtübergreifend verfügbar sein, Mitarbeiter effizient für neue Tätigkeiten qualifiziert und Wissen über Generationen hinweg vermittelt werden. Der Beitrag zeigt hierzu Konzepte und konkrete Umsetzungen basierend auf mobilen Technologien auf, die im Rahmen des Förderprojekts Assist 4.0 entwickelt und evaluiert werden.

Kompetenzvernetzung für Wertschöpfungschampions

Steffen Kinkel, Ralph Lichtner, Brita Schemmann, Andreas P. Schmidt, Sebastian Behrendt, Michael Koch, Christine Kunzmann, Alexander Richter

Unternehmen, die über eine hohe Wertschöpfungstiefe im Wettbewerb erfolgreich sind (im Folgenden als Wertschöpfungschampions bezeichnet), müssen ein breiteres Set von Kompetenzen beherrschen als weniger integrierte Betriebe. Ein zentraler Erfolgsfaktor hierfür ist das Überblicks- und Integrationswissen erfahrener Beschäftigter, das aber im Zuge des demographischen Wandels zusehends zu erodieren beginnt. Im Projekt ChampNet soll daher ein spezifisches Konzept für die Kompetenzvernetzung und Personalentwicklung und ein dazu geeignetes System einer sozialen Medienumgebung entwickelt werden. Es soll Wertschöpfungschampions ermöglichen, die für sie zentralen Integrations- und Netzwerkkompetenzen zu identifizieren und bei einer breiten Gruppe von Beschäftigten zu verankern. Dieses soll durch attraktive Inhalte und einfache Zugänge hohe Anwendungsanreize zur Bereitstellung und Teilung individueller Kernkompetenzen gewährleisten und so Nutzungsbarrieren bei den Beschäftigten minimieren. Die Lösungen werden iterativ erprobt und umfassend evaluiert.

Worker-Driven Improvement of Processes in Smart Factories

Udo Kannengiesser, Matthias Neubauer, Chiara Di Francescomarino, Mauro Dragoni, Chiara Ghidini, Richard Heiningner

This paper describes an approach to collaboratively improving processes in smart factories. It is based on the idea of a meta-process for continuous improvement that involves all stakeholders. The participation of human workers is seen as vital and is fostered using a set of technologies including wiki-based social software and the S-BPM approach to process management. The paper shows how these technologies have been incorporated in a tool developed in the ongoing Factories of the Future project SO-PC-Pro.

Zehn Jahre Wissensaustausch und Communities in References+

Johannes Müller, Jaren Krchnavi, Christina Moser, Anita Weihermann-Kollar, Heiko Jahr, Nils Hennig, Morten Torchalla, Martin Amacher, Rubén André Lorenzo

References+ ist eine Web-2.0-Anwendung und Community-Plattform zum unternehmensweiten Austausch von Wissen, Erfahrungen und Best Practices innerhalb des Siemens-Intranets. Ganz im Sinne von Social Networking möchte References+ alle Siemens-Mitarbeitende über organisatorische, hierarchische und geographische Grenzen hinweg miteinander vernetzen und diese zur direkten Kommunikation untereinander animieren. Die Plattform ist seit 2005 im Einsatz. Inzwischen sind etwa 13.000 Mitarbeitende aus über 80 Ländern und von allen Siemens-Divisionen in References+ registriert. References+ beinhaltet mehrere, für alle Teilnehmer offene Communities, welche in diesem Beitrag detailliert beschrieben werden. Der zugrunde liegende Web-2.0-Ansatz ist nicht auf bestimmte Domänen oder Berufsgruppen beschränkt und kann daher ebenso im Kontext von Smart Manufacturing, Smart Factories und Industrie 4.0 zum Einsatz kommen.

Unified Information Access for Knowledge Workers via a Federated Recommender System

Heimo Gursch, Hermann Ziak, Roman Kern

The objective of the EEXCESS (Enhancing Europe's eXchange in Cultural Educational and Scientific reSources) project is to develop a system that can automatically recommend helpful and novel content to knowledge workers. The EEXCESS system can be integrated into existing software user interfaces as plugins which will extract topics and suggest the relevant material automatically. This recommendation process simplifies the information gathering of knowledge workers. Recommendations can also be triggered manually via web frontends. EEXCESS hides the potentially large number of knowledge sources by semi or fully automatically providing content suggestions. Hence, users only have to be able to in use the EEXCESS system and not all sources individually. For each user, relevant sources can be set or auto-selected individually. EEXCESS offers open interfaces, making it easy to connect additional sources and user program plugins.

Informationsvernetzungs-technologien im Bereich Automotive Engineering

Michael Spitzer, Markus Zoier, Bernd Fachbach

In der Fahrzeugentwicklung werden diverse Tools, Daten und Informationen verwendet und generiert. Auch in der Produktion (Smart Factory) werden immer größere Datenmengen verarbeitet. Um die anfallenden Daten und Informationen effizient zur Verfügung zu stellen, hat sich das Forschungsprojekt FIND zum Ziel gesetzt, einen flexiblen und effizienten Zugriff auf diese heterogenen Daten und Informationen zu ermöglichen. Es zeigte sich, dass im Automotive-Umfeld bereits verschiedene Suchtechnologien eingesetzt werden, die Qualität und Zufriedenheit mit diesen Technologien jedoch begrenzt ist. Nach intensiver Vorbereitung und Erfassung der Use Cases wurden unter Berücksichtigung zur Verfügung gestellter Beispieldaten der Projektpartner verschiedene Architekturen und Technologien evaluiert. Vielversprechende Technologien wurden in Folge in einem Prototyp implementiert. Hierbei wurde großen Wert auf Flexibilität und Austauschbarkeit der ausgewählten Technologien gelegt und auf eine saubere Trennung der einzelnen Komponenten geachtet. Das Frontend wurde unter besonderer Berücksichtigung der Schnittstelle Mensch – Computer angepasst und ermöglicht eine domänenspezifische Sicht auf die verfügbaren Daten. Der Prototyp befindet sich derzeit in der Review Phase bei den jeweiligen Projektpartnern.

Smart Engineering for Smart Factories: How OSLC Could Enable Plug & Play Tool Integration

Christian Kaiser, Beate Herbst

In this paper OSLC (Open Services for Lifecycle Collaboration) is proposed as key element in an approach for tool integration. OSLC enables data exchange and resource linking across tools within smart engineering, assisting thereby factories in behaving smart. According to OSLC's description, a core specification and several domain specifications assist software developers in implementing standardized interfaces for information exchange, which allow low-cost exchangeability of tools providing the same type of data. Due to the resource linking

approach of OSLC (instead of data synchronization), the typical integration challenges of traceability, data consistency and data interoperability across the whole lifecycle process are appropriately managed and therefore assist collaboration, reuse and integration. Traceability across engineering tools can be a key enabler for smart factories. However, applied to the whole engineering process of a smart production lifecycle, which is in this approach based on the V-model, advantages and challenges yet to be solved of this approach arise, which is why this paper focuses engineering to be able to assist smart factories in future.

Literaturverzeichnis

- Denger, A., Stocker, A., Schmeja, M. (2012): Future Workplace – Eine Untersuchung sozio-technischer Einflüsse auf den Arbeitsplatz der Zukunft. Shaker Verlag, Aachen.
- Denger, A., Fritz, J.; Denger, D.; Priller, P.; Kaiser, C.; Stocker, A. (2014): Organisationaler Wandel durch die Emergenz Cyber-Physikalischer Systeme: Die Fallstudie AVL List GmbH, HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, Heft 300.
- Hansen, H.R., Neumann, G. (2009): Wirtschaftsinformatik 1. Grundlagen und Anwendungen, Lucius und Lucius Verlagsgesellschaft.
- Porter, M.; Heppelmann, J.E. (2014): How Smart, Connected Products are Transforming Competition, Harvard Business Review.
- Richter, A. (2014): Vernetzte Organisation. Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Richter, A., Bullinger, A. (2010): Enterprise 2.0 - Gegenwart und Zukunft, Vorschlag einer Forschungsagenda, Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI).
- Spath, D., Ganschar, O., Gerlach, S., Hämmerle, M., Krause, T., Schlund, S. (2014). Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0, Studie von Fraunhofer IAO.
- Stocker, A.; Brandl, P.; Michalczuk, R.; Rosenberger, M. (2014): Mensch-zentrierte IKT-Lösungen in einer Smart Factory, e & i Elektrotechnik und Informationstechnik, Volume 131, Issue 7.
- Stocker, A., Tochtermann, K. (2012): Wissenstransfer mit Wikis und Weblogs. Fallstudien für den erfolgreichen Einsatz von Web 2.0 in Unternehmen, Gabler Research, 2. Auflage.
- Teufel, S., u. a.: Computerunterstützung für die Gruppenarbeit. Bonn 1995.

Kontaktinformationen

Dr. Alexander Stocker, Information & Process Management, Virtual Vehicle Research Center, Graz

DI (FH) Andrea Denger, Information & Process Management, Virtual Vehicle Research Center, Graz

Martin Wifling, Projektleitung FACTS4WORKERS, Virtual Vehicle Research Center, Graz

DI Johannes Fritz, BSc, Information & Process Management, Virtual Vehicle Research Center, Graz

DI Christian Kaiser, Information & Process Management, Virtual Vehicle Research Center, Graz

Dr. Christian Kittl, Geschäftsführung, evolaris next level gmbh, Graz

Dr. Alexander Richter, Department of Informatics, University of Zurich, Zurich

Gestaltung gebrauchstauglicher Assistenzsysteme für Industrie 4.0

Michael Wächter, Angelika C. Bullinger

Professur Arbeitswissenschaft und Innovationsmanagement, TU Chemnitz

Zusammenfassung

Die Entwicklung mobiler Assistenzsysteme für die Instandhaltung stellt hinsichtlich der späteren Akzeptanz durch den Anwender eine große Herausforderung dar. Dieser Artikel stellt ein Konzept zur kollaborativen Entwicklung eines mobilen Assistenzsystems für Instandhalter vor. Die Anwender erhalten dabei durch die Verwendung von Hardware-Prototyping schon in frühen Phasen der Produktgestaltung die Möglichkeit, Kriterien der Gebrauchstauglichkeit zu bewerten und mit zu gestalten. Unter Verwendung verschiedener Methoden der Produktergonomie und Designtechnik werden die einzelnen Phasen der Produktentwicklung von der Anforderungsanalyse bis zum Funktionsprototyp konzeptionell aufgezeigt.

1 Einleitung

Industrie 4.0 steht für die intelligente Vernetzung der gesamten Wertschöpfungskette. Cyberphysische Produktionssysteme stimmen ihre Aufträge, benötigtes Material und Informationen in Selbstorganisation untereinander ab und koordinieren mit Hilfe permanent verfügbaren Statusinformationen Inspektionen, Wartungen und Instandhaltungsmaßnahmen (BITKOM 2014; acatech 2014). Die kontinuierlich bereitgestellten Informationen der Maschinen und Anlagen sollen genutzt werden, um neben der Bereitstellung anwenderspezifischer Informationen auch den Produktionsprozess zu optimieren (Bilek et al. 2012; BMWi 2014). Instandhalter sollen zukünftig z.B. über ein mobiles Assistenzsystem alle relevanten Informationen, Dokumentationen und Anleitungen erhalten. Dies dient in erster Linie der effizienten Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen (Scheer 2013). Aktuell beschränkt sich der Einsatz von mobilen Endgeräten im Produktionsbereich auf wenige Anwendungsfälle, wird aber künftig in Folge der großen Datenverfügbarkeit an Bedeutung gewinnen (Fraunhofer IAO 2014). Im Mittelpunkt der Entwicklung stehen dabei die Gestaltung der Benutzeroberfläche (Software-Usability) und einer geeigneten Hardware (Hardware-Usability). Während in der Softwareentwicklung eine Vielzahl an Methoden und Leitfäden zur Gestaltung gebrauchstauglicher Oberflächen existieren, besteht im Bereich der Hardware-Usability noch

kaum genutztes Potential bei der kontextspezifischen Mensch-Computer Interaktion (Gerhard 2009).

Die in diesem Beitrag vorgestellte Konzeptidee zeigt zur Schließung dieser Lücke auf, wie die Hardware eines mobilen Assistenzsystems für Instandhalter kollaborativ mit zukünftigen Anwendern entwickelt werden kann.

2 Methodische Vorgehensweise

Um die Anforderungen des Instandhaltungspersonals an ein mobiles Assistenzsystem zu erforschen, wurde eine detaillierte Anforderungs- und Nutzerkontextanalyse in Unternehmen der Automobilindustrie, der Automobil-Zulieferindustrie sowie der Windkraftbranche durchgeführt. Mittels Expertenbefragungen, Prozessbeobachtungen und der Erstellung von Use-Cases wurden die Anforderungen an Dateninhalte, -komplexität sowie Hard- und Software erfasst. In den folgenden Betrachtungen liegt der Fokus auf den Anforderungen der Anwender an die Hardware eines mobilen Assistenzsystems und der methodischen Vorgehensweise bei der ergonomischen Gestaltung der Hardwareelemente.

2.1 Anforderungsanalyse

Trotz der steigenden Verfügbarkeit verschiedener mobiler Endgeräte wie Datenbrillen, Smartphones oder Smartwatches, halten die mittels leitfadengestützten Experteninterview befragten Instandhalter (n=18) den Einsatz eines Tablets mit einer Displaydiagonalen von acht bis zehn Zoll zur Anzeige von Dateninhalten wie z.B. Zeichnungen für effektiv. Die Möglichkeit zur Eingabe von Informationen über eine physische Tastatur, die Robustheit für den industriellen Einsatz und eine einfache, intuitive Bedienung stellen die nichtfunktionalen Anforderungen als Ergebnis der Anforderungsanalyse dar. Im Zuge der Nutzerkontextanalyse ergaben sich durch die Betrachtung verschiedener Use-Cases folgende funktionale Anforderungen:

- Transportmöglichkeit
- Bedienung mittels Touchscreen und physischer Tasten, Joystick oder Touchpad
- Funktion zum Hinstellen auf ebenen Flächen
- Funktion zum Anheften an Maschinen und Anlagen während der Montage

Die ermittelten funktionalen und nichtfunktionalen Anforderungen bilden die Basis für die hardwaretechnische Entwicklung des mobilen Assistenzsystems.

2.2 Rapid Prototyping

Um die Anwender schon zu einem frühen Zeitpunkt in die Produktentwicklung einbeziehen zu können, eignet sich die Anfertigung von hardwaretechnischen Prototypen. Die späteren

Nutzer erhalten so die Möglichkeit, die gewünschten Anforderungen an die Funktion des Produktes aber auch an die ergonomische Gestaltung, die Haptik und die Optik zu bewerten und dem Entwickler schon in den frühen Phasen der Produktentstehung Feedback hinsichtlich der subjektiv wahrgenommenen Usability zurück zu spiegeln. Rapid Prototyping verfolgt das Ziel, ein möglichst realitätsnahes, greifbares Abbild des Produktes zur Verfügung zu stellen, das die Eigenschaften so gut wie möglich darstellt (Bertsche & Bullinger 2007).

Prototypen werden hinsichtlich ihres Umfanges unterschieden. Ein *Konzeptmodell* umfasst die Form und Beschaffenheit der Oberflächen und beinhaltet keine mechanischen Eigenschaften des Endproduktes. Im *Geometrieprototyp* nähert sich der Entwickler der definierten Produktform exakt an und kann anschließend die Ergonomie und Haptik des Produktes testen sowie evaluieren. Ein *Funktionsprototyp* repräsentiert den Großteil der späteren Produkteigenschaften und dient Versuchen in der späteren Anwendungsumgebung (Bonten 2003).

2.3 Ideation, Design und Prototyping

Zur Erstellung eines Konzeptmodells wird zunächst eine *Fokusgruppe* mit mehreren Probanden durchgeführt. Um in dieser Phase möglichst viele Ideen zu generieren, können auch Nicht-Anwender an der Fokusgruppe teilnehmen. Dafür werden die Teilnehmer einer praktischen Übung zum nutzerzentrierten Entwicklungsprozess in fünf Gruppen mit mindestens drei Personen eingeteilt. Um die Ausgangssituation zur Gestaltung der *Konzeptmodelle* zu vereinheitlichen, erhalten die Probanden als Grundlage die funktionalen und nichtfunktionalen Produkteigenschaften aus der Anforderungs- und Nutzerkontextanalyse. Die Phase der Ideenfindung verwendet die Methoden des *Design-Thinking* (Meinel et al. 2009). Die Ideengenerierung erfolgt dabei mittels Brainstorming. Anschließend haben die einzelnen Gruppen die Möglichkeit, einen Designentwurf mit Hilfe von Modelliermasse anzufertigen und vor den anderen Gruppen zu präsentieren. Am Ende dieser Phase stehen somit fünf Konzeptmodelle zur Verfügung, die in einem Workshop mit Experten der Produktergonomie hinsichtlich der Erfüllung der Usability-Kriterien bewertet und in ein einheitliches Konzeptmodell übertragen werden.

Dieses Konzeptmodell wird anschließend mittels 3D-Scanner digitalisiert und dient als Grundlage für den *Geometrieprototyp*. Unter Verwendung digitaler Menschmodelle erfolgt eine Untersuchung des Konzeptmodells hinsichtlich anthropometrischer Variablen. Dabei werden die Greifräume und Greifarten des 5. Perzentil der Frau und 95. Perzentil des Mannes nach DIN 33402 (2005) analysiert und in einen primären, sekundären und tertiären Greifraum sowie den Kontaktbereich unterteilt. Mit Hilfe dieser Analyse können die Maße der Griffe und die Anordnung der Tasten, Joysticks und anderer physischer Bedienelemente sowie die Erreichbarkeit des Touchscreens angepasst und weiterentwickelt werden. Im nächsten Schritt wird der erarbeitete Geometrieprototyp mittels FDM – Verfahren gedruckt und in einem Workshop mit den späteren Anwendern diskutiert und bewertet. Diese Phase wird nach Bedarf iterativ durchgeführt.

Nach der erfolgreichen Gestaltung des Konzeptmodells erfolgt die Entwicklung eines *Funktionsprototyps*. Während der Touchscreen bis zu diesem Stadium nur durch eine Plexiglas-

platte angedeutet wird, ist dieses Bedienelement inklusive einer Testanwendung im Funktionsprototyp verbaut. Mit Hilfe des Funktionsprototyps erfolgt die Evaluation des entwickelten mobilen Assistenzsystems anhand der aufgenommenen Use-Cases.

3 Diskussion und Ausblick

Die hier beschriebene Konzeptidee folgt dem Forschungsansatz des Design Science Research. Dabei bedient sich die Methodik an bestehenden Modellen (User-Centered Design, Participatory Design, Design Thinking) und adaptiert diese an die Anforderungen der Produktentwicklung, speziell im Bereich Hardware. Der Einsatz von digitalen Menschmodellen zur Berücksichtigung anthropometrischer Faktoren und die digitale Modellierung der Konzeptmodelle sichert schon in den frühen Phasen der Entwicklung eine hohe Qualität der Prototypen. Durch die iterative Anpassung der Geometrieprototypen im Austausch mit den Anwendern lassen sich Anregungen und Verbesserungen sofort umsetzen und zurückspeiegeln. Die gewonnen Erkenntnisse bilden eine solide Basis für die Umsetzung des Funktionsprototyps und die erfolgreiche Evaluation. Die kontinuierliche Einbeziehung der Anwender soll die Akzeptanz sichern zu einem hohen Nutzungsgrad beitragen.

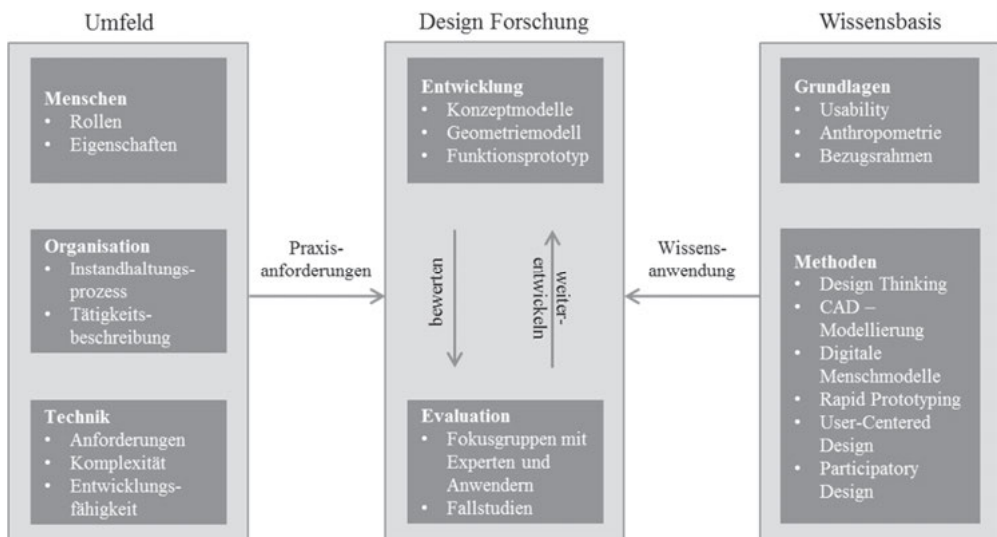


Abbildung 1: Methodischer Forschungsansatz nach Hevner et al. (2004)

Die vorgestellte Vorgehensweise ist Teil eines Promotionsvorhabens und soll nach erfolgreicher Entwicklung des mobilen Assistenzsystems für Instandhalter in eine Methodenbeschreibung überführt werden.

Danksagung

Dieser Beitrag entstand im Rahmen des Projekts „Ressourcen-Cockpit für Sozio-Cyber-Physische Systeme“. Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen“ gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Literaturverzeichnis

- Acatech (2012). *agendaCPS: Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems*. Geisberger, E.; Broy, M. (Hrsg.). acatech STUDIE.
- Bilek, E., Busch, F., Hartung, J., Scheele, C., Thomas, C., Deuse, J. & Kuhlenkötter, B. (2012). Intelligente Erstellung und Nutzung von Maschinendokumentation. *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* 107, S. 652-656.
- Bertsche, B. & Bullinger, H. J. (2007). *Entwicklung und Erprobung innovativer Produkte-Rapid Prototyping*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- BITKOM (2014). *Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland*. Fraunhofer IAO (Hrsg.).
- BMWi (2014). *Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0*. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.).
- Bonten, C. (2003). *Kunststofftechnik für Designer*. München, Wien: Carl Hanser Verlag.
- DIN 33402 (2005). *Ergonomie – Körpermaße des Menschen*. Beuth, Berlin.
- DIN EN ISO 9241-210 (2011). *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion –Teil 210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme*. Beuth, Berlin.
- Fraunhofer IAO (2014). *Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0*. Fraunhofer Verlag.
- Gerhard, M. (2009). Akzeptanz mobiler räumlicher Assistenzsysteme. In Großmann, U. (Hrsg.): *Innovative mobile Technologien.*, Berlin: LIT Verlag, S. 39-50.
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., Ram, S. (2004). Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly* 28, S. 75–105.
- Meinel, H., Weinberg, C. & Plattner, U. (2009). *Design Thinking*. Hasso Plattner Institut.
- Scheer, A.-W. (2013). *Industrie 4.0 - Wie sehen Produktionsprozesse im Jahr 2020 aus?*. IMC AG.

Kontaktinformationen

Michael Wächter
Technische Universität Chemnitz
09107 Chemnitz
E-mail: michael.waechter@mb.tu-chemnitz.de

Kollaborative Systemkonzipierung im interaktiven Entwicklungslabor

Roman Dumitrescu, Christian Tschirner, Alexander A. Albers,
Lukas Bretz

Produktentstehung, Fraunhofer IPT Projektgruppe Entwurfstechnik Mechatronik

Zusammenfassung

In diesem Beitrag wird das Systems Engineering LIVE LAB zur Unterstützung einer erfolgreichen interdisziplinären Entwicklung mechatronischer Systeme vorgestellt. Der Bedarf für das SE LIVE LAB wurde in der Studie „Systems Engineering in der industriellen Praxis“ hergeleitet (Gausemeier et al. 2013) und wird nun von der Fraunhofer-Projektgruppe Entwurfstechnik Mechatronik realisiert. Zwar liegt für Unternehmen der Nutzen von SE auf der Hand. Dennoch stellt sich häufig die Frage, wie Systems Engineering wirksam und ohne zu viel Mehrarbeit in die eigenen Prozesse integriert werden kann. Genau hier setzt das Konzept des SE LIVE LAB an. Im Beitrag werden das Konzept, die Infrastruktur sowie einige beispielhafte Nutzungsmöglichkeiten des SE LIVE LAB beschrieben. Das SE LIVE LAB liefert einen wesentlichen Beitrag zur intelligenten Fabrik, insbesondere bei der integrativen Produkt- und Produktionssystementwicklung.

1 Problematik und Zielsetzung

Die Entwicklung mechatronischer Produkte ist geprägt durch hohe Kundenanforderungen, kurze Entwicklungszyklen und insb. die enorme Interdisziplinarität des Produkts selbst. Seine erfolgreiche Entwicklung bindet zahlreiche Spezialisten einzelner Fachdisziplinen und erzeugt komplexe Prozesse zur Orchestrierung ihrer Aktivitäten. Innerhalb der einzelnen Disziplinen (z.B. Mechanik, Elektrotechnik und Softwaretechnik) entwickelten sich in der Vergangenheit spezialisierte Entwicklungstools, z.B. CAE- oder CASE-Tools (Weisberg 2008) – die interdisziplinäre Zusammenarbeit kann mit diesen Softwaretools jedoch kaum erfolgreich unterstützt werden (INCOSE 2007). Allgemein erfüllen bestehende disziplinspezifische Entwicklungsansätze nicht die Anforderungen eines interdisziplinären Projekts.

Aus diesem Grund kommt ein zunehmendes Interesse an Systems Engineering (SE) und insbesondere am Model-Based Systems Engineering (MBSE) auf (Gausemeier et al. 2013). SE ist ein in der Luftfahrt- und Rüstungsindustrie weit verbreiteter interdisziplinärer Ansatz zur ganzheitlichen Systementwicklung (INCOSE 2012). MBSE erweitert dieses Paradigma um

das Systemmodell: Ein für alle beteiligten Disziplinen verständliches semiformales, grafisches Modell mit disziplinübergreifend relevanten Systeminformationen (Friedenthal et al. 2011). Es ist die Basis für Kommunikation, Kollaboration und die Ausarbeitung in den Fachdisziplinen (Kaiser et al. 2013). Im Prinzip kann MBSE bereits mit einfachsten Mitteln Nutzen stiften, da es auf der Idee des Systemdenkens und der Modelltheorie aufbaut, z.B. in Kleingruppenworkshops am Whiteboard. Die volle Leistung kann jedoch erst durch die Nutzung formaler digitaler Modelle ausgeschöpft werden (Tschirner et al. 2015), die die Grundlage für eine vollständige Virtualisierung der Produktentstehung sind.

Im Gegensatz zu den weit verbreiteten CAE und CASE-Tools sind MBSE-Tools in Unternehmen kaum im produktiven Einsatz. Wenn, dann handelt es sich bei diesen Tools meist um angepasste UML-Tools, welche für die Softwareentwicklung und nicht zur Unterstützung einer interdisziplinären Zusammenarbeit mehrerer Fachdisziplinen ausgelegt sind. Im industriellen Einsatz von SE werden stattdessen oft Grafikeditoren wie z.B. MS Visio verwendet oder einfache Zeichnungen nachträglich digitalisiert. Solche Modelle lassen sich allerdings schlecht oder gar nicht erweitern, auf Konsistenz prüfen oder wiederverwenden. Dadurch sinkt die Akzeptanz für MBSE bei den Anwendern, obwohl ihm generell ein großes Potential zugeschrieben wird. Allerdings kommt bei der rein softwaregestützten Modellierung im MBSE ein wesentlicher Erfolgsfaktor der interdisziplinären Zusammenarbeit in den frühen Projektphasen zu kurz: die kreative Arbeit in Gruppen bei der Konzipierung und Spezifikation. Diese interdisziplinäre Zusammenarbeit ist von zunehmender Bedeutung desto komplexer das zu entwickelnde System ist. Bei der Entwicklung solcher Systeme muss eine Vielzahl von Abhängigkeiten beachtet werden, z.B. zwischen verschiedenen Disziplinen und zwischen Produkt und Produktionssystem (Gausemeier et al. 2012). Es besteht daher ein dringender Bedarf zur Koppelung der richtigen Soft- und Hardware zur effektiven und effizienten Nutzung bestehender MBSE-Ansätze. Erkenntnisse aus dem Bereich Computer-Supported Collaborative Work müssen dabei berücksichtigt werden.

Ziel des hier vorgestellten SE LIVE LAB ist die Kombination der Vorteile digitaler Modelle und klassischer Workshopmethoden. Im Gegensatz zu Konzepten wie z.B. Visualisierungszentren wird das SE LIVE LAB nicht nur im Rahmen von Reviews genutzt, sondern insb. auch für die Konzipierung und Spezifikation. So können im SE LIVE LAB Produkt und Produktionssystem integrativ entwickelt werden. Zu diesem Zweck sind die Möglichkeit einer direkten Manipulation von Modellen und eine gute Usability notwendig.

2 Das SE LIVE LAB

Das SE LIVE LAB in Paderborn ist ein Transfer- und Forschungszentrum in dem aktuelle Methoden und Werkzeuge des Systems Engineerings für die interdisziplinäre Konzipierung mechatronischer Systeme erprobt, verglichen und angewendet werden. Industrie und Forschung kommen hier zusammen. Dabei steht der strukturierte Aufbau von SE-Kompetenz im Vordergrund. Das SE LIVE LAB dient zudem als neutrale Plattform zwischen Industrie und SE-Tool Vendors. Aktuell befindet sich das Labor in der Testphase, wobei ein Großteil der Hardware und einige SE-Tools bereits installiert wurden.

2.1 Laborkonzept

Mit dem Ziel ein Transfer- und Forschungszentrum für Systems Engineering zu schaffen wurde ein modularer Ansatz entwickelt, der dem Qualifikationsdreischritt *Verstehen – Anwenden – Beherrschen* folgt und die drei Bereiche *Research, Education und Practice* adressiert (Abb. 1). Je nach Zielgruppe wurden auf Basis von Forschungs- und Industrieprojekten Konzepte erarbeitet, die bei der Überwindung der mit MBSE verbundenen Hürden zielgerichtet unterstützen. So unterteilt sich bspw. der Bereich *Practice* sowohl in Angebote für das Management als auch für Fachexperten.

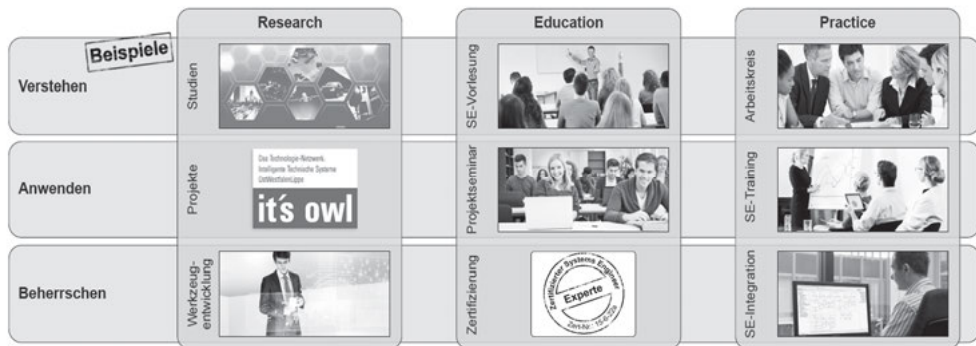


Abbildung 1: Der modulare Ansatz des SE LIVE LAB (eigene Darstellung)

Auf der ersten Qualifikationsstufe *Verstehen* können beispielsweise Geschäftsführer, Manager, Entwickler, Projektleiter und Einkäufer grundlegende SE-Ansätze und -Methoden kennenlernen. Ziel ist es, den Kern und den Nutzen des SE zu verstehen und Anknüpfungspunkte im eigenen Unternehmen zu identifizieren. Dafür werden z.B. im Rahmen von Kamingesprächen die aktuellen Herausforderungen im Unternehmen diskutiert und gemeinsam analysiert, wie das ganzheitliche Konzept des Systems Engineerings unterstützen kann.

Die zweite Qualifikationsstufe *Anwenden* hat das Ziel, das Erlernte zu vertiefen und unter Anleitung sicher anzuwenden – ein plakativer Vergleich ist das „Begleitete Fahren“ beim Führerschein mit 17 Jahren. So wird den Teilnehmern die angeleitete Konzipierung und Spezifikation eigener Produkte mit MBSE in Schulungen und Pilotprojekten ermöglicht. Zielgruppe sind die Entwickler der Fachdisziplinen, aber insb. Projektleiter, Produktmanager und Systemarchitekten, die sich intensiv mit Systems Engineering auseinandersetzen müssen. Die Teilnehmer wenden im SE LIVE LAB Entwicklungsmethoden und Spezifikationstechniken an und sammeln wertvolle Erfahrungen für den Einsatz von MBSE im eigenen Unternehmen. Dabei wird bspw. die Spezifikationstechnik CONSENS (Gausemeier et al. 2014) genauso angewendet wie die verbreitete SysML (Friedenthal et al. 2011). Erfolgsfaktor ist die Anwendung eines Vorgehensmodells zur Spezifikation, das in Abhängigkeit der Aufgabe, der Vorkenntnisse der Schulungsteilnehmer und der allgemeinen Rahmenbedingungen individuell angepasst werden kann. Gerade für die initiale mechatronischen Systembeschreibungen ist zudem noch die Integration von Kreativitätstechniken ein Erfolgsfaktor, um alle notwendigen

Aspekte bei der Spezifikation ins Kalkül zu ziehen. Derartige Ansätze kommen in den meist rein technisch getriebenen Herangehensweisen des MBSE zu kurz. Stattdessen fokussieren sie häufig zu stark die reine Software-Anwendung.

Die höchste Qualifikationsstufe *Beherrschen* befähigt, Aufgaben und Herausforderungen im Unternehmensumfeld selbstständig mit den Ansätzen des Systems Engineerings zu lösen. Hierbei stehen Vorgehensweisen zur Integration von SE und MBSE in die eigenen Wertschöpfungsprozesse im Vordergrund. Das notwendige breite SE-Wissen wurde in den vorangegangenen Stufen strukturiert aufgebaut. Die Teilnehmer sollen schließlich im Projektalltag eigenständig entscheiden können, welche Herangehensweisen, Methoden und Werkzeuge geeignet sind, das Projekt zum Erfolg zu bringen.

2.2 Laborkonfiguration

Das SE LIVE LAB ist mit fortschrittlicher Hard- und Software zur kollaborativen virtuellen Konzipierung von komplexen Systemen ausgestattet. Das Setup besteht im Wesentlichen aus zwei Arbeitsbereichen mit unterschiedlichem Virtualisierungsgrad (Abb. 2).

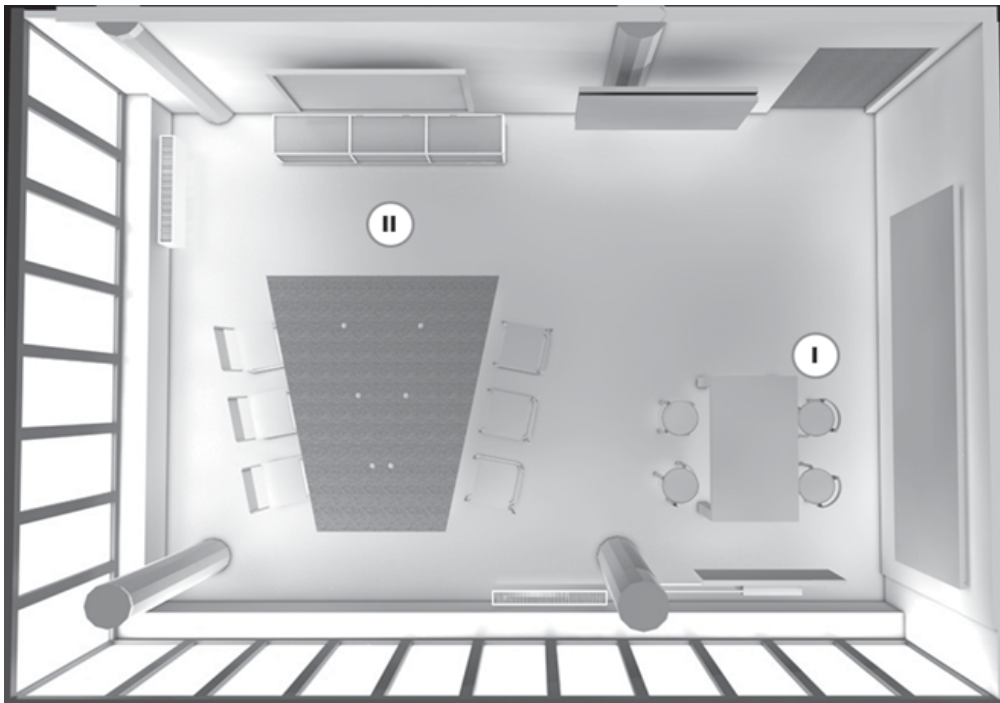


Abbildung 2: Layout des SE LIVE LAB (eigene Darstellung)

Arbeitsbereich I besteht aus einem 3,5 m breiten hybriden Whiteboard und einem Stand-up-Meeting-Bereich mit Monitor. Auf dem hybriden Whiteboard kann mit handelsüblichen Boardmakern und Metaplankarten gearbeitet werden. Bestehende Modelle können über

mehrere Ultrakurzdistanzprojektoren auf das Whiteboard projiziert werden und für die weitere Arbeit genutzt werden. Damit werden die o.g. Unzulänglichkeiten der Grafikeditoren für den Einsatz bei der Gruppenarbeit im Ansatz behoben. Ein fest installiertes Kamerasystem hält die neuen Arbeitsergebnisse fest. Die Fotos sollen in Zukunft mit Hilfe einer Bilderkennungssoftware in bearbeitbare digitale Modelle überführt werden, z.B. in MS Visio.

Arbeitsbereich II zeichnet sich durch eine vollständige Virtualisierung aus und ist im Prinzip ein Demonstrator für den Arbeitsplatz der Zukunft. Der Bereich besteht aus einem ergonomischen Trapez Tisch mit sechs Arbeitsplätzen, die durch ein 84 Zoll Smartboard inkl. Videokonferenzanlage ergänzt werden. Während bspw. das Smartboard das gesamte Modell zeigt, arbeiten die Anwender an den Arbeitsplätzen nur an dem für sie relevanten Modell.

Im Zusammenspiel ermöglichen die beiden Arbeitsbereiche somit einen Produktentstehungsprozess im Zeitraffer: Zunächst werden gemeinschaftlich die Anforderungen an ein Produkt identifiziert und mit Methoden des SE, diverser Kreativitätstechniken und insb. Systemdenken die zentralen Aufgaben der frühen Projektphasen unterstützt, bspw. eine Umfeldanalyse und eine Risikoanalyse. Mit dem ersten digitalisierten Systemmodell geht es dann im Arbeitsbereich II weiter: Hier gilt es die fortlaufende Spezifikation und Zusammenarbeit mit MBSE zu vertiefen und bspw. auch Aspekte der über Zeitzeonen verteilten Arbeit zu beleuchten. Gemeinsame Reviews finden dann entweder über das Smartboard statt oder im Rahmen von Stand-Up Meetings im Arbeitsbereich I. Im SE LIVE LAB gilt es also zu erkennen, wie wichtig die enge Zusammenarbeit in der frühen Phase für ein erfolgreiches Produkt ist und wie die Ansätze des MBSE hierbei unterschiedlich unterstützen können.

3 Beispielhafte Anwendungen im SE LIVE LAB

Auf Basis des modularen Konzepts ergeben sich zahlreiche Anwendungen im SE LIVE LAB. Im Folgenden wird die Nutzung des SE LIVE LAB anhand von zwei Beispielen dargestellt: Das Projektseminar ist dem Bereich *Education* zuzuordnen, das Beispiel der teilautomatisierten Fertigungsinsel dem Bereich *Practice*.

3.1 Projektseminar für Studierende: Getränkeabfüllanlage

Das Projektseminar Systems Engineering schließt die Lücke zwischen Vorlesung und praktischer Anwendung. Im Rahmen des Projektseminars *Verstehen* die Studierenden relevante Methoden und Techniken des SE und können das gewonnene Wissen anhand eines konkreten Beispiels im SE LIVE LAB *Anwenden*. Ein Beispielsystem ist die Abfüllanlage eines mittelständischen Getränkeherstellers. Die Abläufe in der betrachteten Anlage waren von manuellen Verarbeitungsschritten geprägt. Aufgrund steigender Absatzmengen musste die Abfüllung automatisiert werden. Zu diesem Zweck wurde im Rahmen des Projektseminars eine neue Abfüllanlage konzipiert.

Im Rahmen der Konzipierung führten die Studierenden zunächst eine Umfeldanalyse in Arbeitsbereich I des SE LIVE LAB durch. Hierbei nutzen sie die Spezifikationstechnik CONSENS. Da der Getränkehersteller eine gewisse Erfahrung mit System Engineering hat, konnte auf ein Umfeldmodell der Anlage zurückgegriffen werden. Dieses Modell wurde mit Hilfe der Projektoren am hybriden Whiteboard visualisiert und im Workshop an die neue Umfeldsituation angepasst. Durch die Wiederverwendung bestehender Modelle konnte bei der Analyse erheblich Zeit gespart werden. Das SE LIVE LAB ermöglicht die Kombination der Vorteile der Wiederverwendung mit einem einfachen Vorgehen auf Basis der üblichen Metaplantchnik. Zur Erarbeitung der Wirkstruktur entschieden sich die Studierenden direkt in Arbeitsbereich II am Smartboard zu modellieren. In der Gruppenarbeit wurde das Touch-Interface genutzt um die Wirkstruktur direkt mit MS Visio zu manipulieren und anzupassen. Dieses Vorgehen spart bei geübten Workshopteams die nachträgliche Digitalisierung der Modelle und verkürzt so die Bearbeitungszeit. Nach Abschluss des Projektseminars lagen die Analyse der Ausgangssituation sowie ein dokumentiertes Konzept der neuen Abfüllanlage in Form von Umfeldmodell und Wirkstruktur vor.

3.2 Verbesserung einer teilautomatisierten Fertigungsinsel

Das abgeschlossene Projekt mit einem mittelständischen Unternehmen der Region OstWestfalenLippe kann im Bereich *Practice* der Qualifikationsstufe *Anwendung* eingeordnet werden. Zielsetzung war die Erhöhung der Ausbringungsmenge einer Fertigungsinsel. Hierzu sollte die bereits teilautomatisierte Fertigungsinsel weiter automatisiert werden und möglichst sämtliche manuelle Arbeitsschritte zu vermeiden. Dazu musste die aktuelle Fertigungsinsel ganzheitlich analysiert werden, um entsprechendes Optimierungspotential abzuleiten. Das interdisziplinäre Projektteam bestand im Wesentlichen aus Produktmanager, Entwicklungsleitern für Elektrotechnik/Elektronik, Maschinebau und Software, Produktionsplaner sowie dem Projektmanager, der auch die Aufgaben des Systems Engineers übernommen hat. Alle Veranstaltungen im SE LIVE LAB wurden von einem externen Moderator begleitet.

Zu Projektbeginn wurde im Rahmen mehrerer Workshops in Arbeitsbereich I der Ist-Stand der Fertigungsinsel mit der Spezifikationstechnik CONSENS (Gausemeier et al. 2014) am hybriden Whiteboard (Abb. 3) aufgenommen. Mit Hilfe von CONSENS wurden Wechselwirkungen innerhalb des betrachteten Systems sowie zu seinem Umfeld identifiziert und in Umfeldmodell und Wirkstruktur dargestellt. Anhand dieses Systemmodells wurden anschließend mittels diverser Kreativitätstechniken mögliche Optimierungspotentiale identifiziert und in Verbindung mit weiteren existierenden Anforderungen in einer weiteren Workshopreihe in Arbeitsbereich I ein initiales Systemmodell des verbesserten Systems erarbeitet. Dabei wurden System- und Umfeldelemente mit Hilfe magnetischer Metaplankarten am Whiteboard modelliert; die Wirkbeziehungen wie Stoff-, Energie-, oder Informationsbeziehungen und insb. die Störeinflüsse wurden mittels üblicher Boardmarker dargestellt. Eine Farbsyntax ermöglicht die Unterscheidung verschiedener Merkmale, z.B. der Art des Elements (System- oder Umfeldelement), des Elementtyps (Energiewandler, informationsverarbeitendes Element, etc.) oder des Typs der Wirkbeziehung (Kaiser et al. 2013). Im Laufe der Workshops wurde das Modell detailliert und iterativ entwickelt. Das Modell wurde zu diesem Zweck nach jedem Workshop manuell digitalisiert und beim nächsten Workshop mithilfe der Projektoren auf das

hybride Whiteboard projiziert. Auf dem Whiteboard konnten weitere Elemente und Flüsse mit Hilfe von Metaplankarten und Boardmarkern eingefügt und ungewollte Elemente gestrichen werden. Nach Abschluss der Modellierung in Arbeitsbereich I lagen ein Systemmodell bestehend aus Umfeldmodell und Wirkstruktur des aktuellen sowie des geplanten Systems vor. Der herausragende Vorteil der Modellierung am hybriden Whiteboard war die geringe Hemmschwelle der Teilnehmer zur aktiven Beteiligung im Workshop, obwohl die Methodik bislang vollkommen unbekannt war.

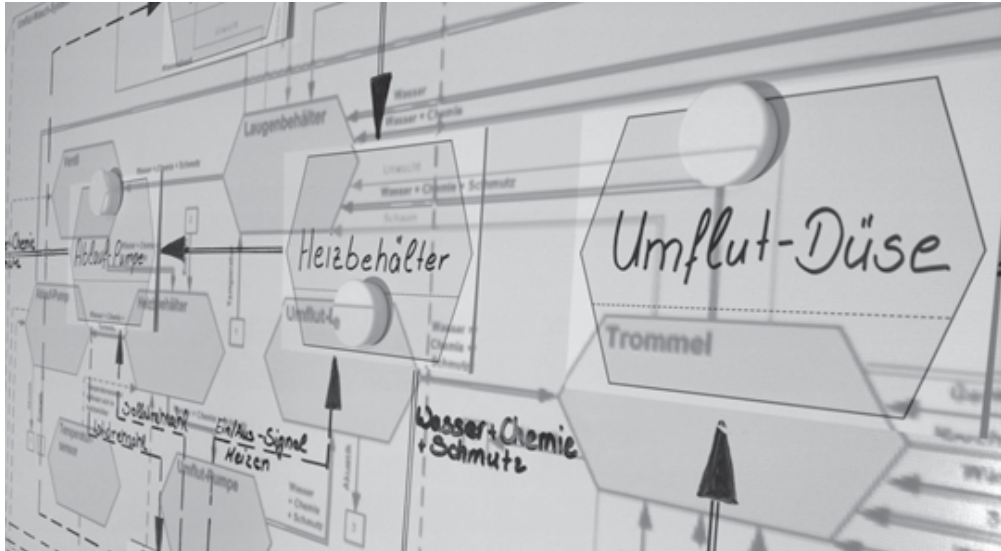


Abbildung 3: Hybrides Whiteboard (eigene Darstellung)

In einem zweiten Schritt wurde das entwickelte Systemmodell in weiteren Workshops in Arbeitsbereich II kontinuierlich detailliert. Zu diesem Zweck wurden gezielt Teilnehmer mit Expertenwissen zu einzelnen Modulen eingeladen. Die Infrastruktur des Arbeitsbereichs II bietet die Möglichkeit für individuelle als auch kooperative Arbeit am Systemmodell. Bei Bedarf können weitere Teilnehmer über ein Videokonferenzsystem zugeschaltet werden. Das Ergebnis dieses Schritts war ein durch das interdisziplinäre Projektteam konsolidiertes Systemmodell. Dieses umfasst den logischen Aufbau des Systems und seiner Sub-Systeme sowie die dazugehörigen Wirkbeziehungen und war die Basis für die nachfolgende Entwicklung in den Fachdisziplinen. Das Systemmodell wurde dabei als Spezifikation und Kommunikationsgrundlage genutzt. Das beschriebene Vorgehen führte zum erfolgreichen Projektabschluss. Die optimierte Fertigungsinsel ist heute erfolgreich im Einsatz. Die Modellierung im Sinne des MBSE wurde durch das SE LIVE LAB optimal unterstützt; die hohe Usability erhöhte die Akzeptanz des Ansatzes bei den Anwendern.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Wie anhand der Beispiele in Kapitel 3 gezeigt wurde, bietet das SE LIVE LAB vielfältige Nutzungsmöglichkeiten für Forschung, Praxis und Lehre. Diese Möglichkeiten des SE LIVE LAB werden in Zukunft weiter ausgebaut: So werden z.B. im Rahmen von Pilot- und Transferprojektenprojekten des BMBF-geförderten Spitzencluster Intelligente Technische Systeme (it's OWL) nicht nur die Spezifikation im Vordergrund stehen, sondern Anwendungen wie etwa Machbarkeitsstudien. Ferner wurde jüngst ein Schulungsbaukasten für Schulungen im SE LIVE LAB entwickelt. Zurzeit bilden sich bereits erste Konsortien zur gemeinsamen Nutzung der Infrastruktur des Labors.

Literaturverzeichnis

- Friedenthal, S., Moore, A. & Steiner, R. (2011). *A Practical Guide to SysML*. Second Edition. Waltham: Morgan Kaufmann
- Gausemeier, J., Czaja, A., Wiederkehr, O., Dumitrescu, R., Tschirner, C. & Steffen, D. (2013). *Studie: Systems Engineering in der industriellen Praxis*. In: Maurer, M. & Schulze, S. (Hrsg.): Tag des Systems Engineering 2013, München: Carl Hanser Verlag, S. 113-122
- Gausemeier, J., Trächtler, A. & Schäfer, W. (2014). *Semantische Technologien im Entwurf mechatronischer Systeme – Effektiver Austausch von Lösungswissen in Branchenwertschöpfungsketten*. München: Carl Hanser Verlag
- Gausemeier, J., Lanza, G. & Lindemann, U. (2012). *Produkte und Produktionssysteme integrativ konzipieren*. München: Carl Hanser Verlag
- INCOSE (International Council on Systems Engineering) (2007). *Systems Engineering Vision 2020*, Online: http://www.incose.org/ProductsPubs/pdf/SEVision2020_20071003_v2_03.pdf, abgerufen am 18.10.2012
- INCOSE (International Council on Systems Engineering) (2012). *INCOSE Systems Engineering Handbuch*, deutsche Übersetzung, GfSE
- Kaiser, L. Dumitrescu, R., Holtmann, J. & Meyer, M. (2013). Automatic verification of modeling rules in Systems Engineering for mechatronic systems. In: *Proceedings of the ASME 2013 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference IDETC/CIE*, Portland, Oregon, USA
- Tschirner, C., Bansmann, M., Dumitrescu, R. & Gausemeier, J. (2015). *Tailoring Model-Based Systems Engineering*. In: Proceedings of the 9th Annual IEEE International Systems Conference, Vancouver, Canada, pp. 69-76
- Weisberg, D. (2008). *The Engineering Design Revolution*, Online: <http://www.cadhistory.net/>, abgerufen am 15.04.2015
- Higgins, J. M. & Wiese, G. G. (1996). *Innovationsmanagement. Kreativitätstechniken für den unternehmerischen Erfolg*, Berlin: Springer

Kontaktinformationen

Alexander A. Albers
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT
Projektgruppe Entwurfstechnik Mechatronik, Produktentstehung
Zukunftsmeile 1
33102 Paderborn
alexander.albers@ipt.fraunhofer.de

Job-Based Usability Testing to Enhance Tool-Prototyping

Stefan Rössler¹, Manfred Rosenberger², Markus Pirker¹, Daniela Gadanji²,
Andrea Denger², Alexander Stocker²

Simplease OG¹

Information & Process Management, Virtual Vehicle Research Center²

Abstract

In software development, it is long been understood that usability testing is a prerequisite to intuitive and usable user interfaces. But there is still no known method to integrate usability tests early into the development process of software, especially if it is meant to be used by specific users. The literature describes several specialist techniques to measure the usability and to set up usability experiments, but all of these involve recruiting specific users for testing, and thus risking a shortcoming of usability tests throughout the development process. This work introduce a new usability testing technique, that allows early and continuous usability testing, without the need to recruit expert users. The approach of job-based usability testing is to iteratively test and improve prototypes for software that is meant to be used by specific users to perform specific tasks and achieve specific goals, and still can be tested with average users. This new approach is expected to dramatically reduce the cost of recruiting participants for testing throughout software development projects, and hence make continuous usability testing viable.

1 Introduction

Software and tools are supposed to assist humans in the production process. Therefore usability is a key success factor. Appropriate usage of software and tools includes intuitiveness, no matter if the user is an expert or if it is his first contact with the topic. History shows that software is never perfect, usability problems are an ongoing research topic and it is a continuous task to find and fix these issues. Performing usability tests in the development process try to improve usability cost efficiently (Krug 2010). Within the approach to separate the user interface from the underlying business logic, job-based usability testing provides the opportunity to test early and iteratively without the need of expert users for testing. According to Davis (Davis 1986), the technology acceptance model (TAM) has *perceived usefulness* and *perceived ease of use* as key dimensions. Input for the

dimension of *perceived ease of use* can also be delivered by non-experts. Furthermore *perceived ease of use* has two perspectives: first, the *ease of learning* for beginners and domain experts who rarely use the tool and secondly, the *effective and efficient use* or achievement by experts in the domain and the tool. Usability testing leads to effective software that is more efficient and satisfying to use than software that has not been tested. Tool developers are too much involved into tool details and can not be aware of all usability problems to test their own software. Recruiting people from the target audience (e.g. domain experts) is not always possible and therefore many development teams lose track of usability testing. Instead of skipping usability tests, job-based usability testing, described in chapter 2, tries to involve non-expert users as much as possible, so that expert users are needed for fine adjustment only.

2 Job-based Usability Testing

As shown in Figure 1, a person (worker) who handles a task interacts with tools and the environment (Richter & Flückiger 2010). Based on this key role of the person, design decisions should be based on user research. User interviews and questionnaires have both proven to be effective research methods and they can provide that kind of information needed for design, development, and usability testing.

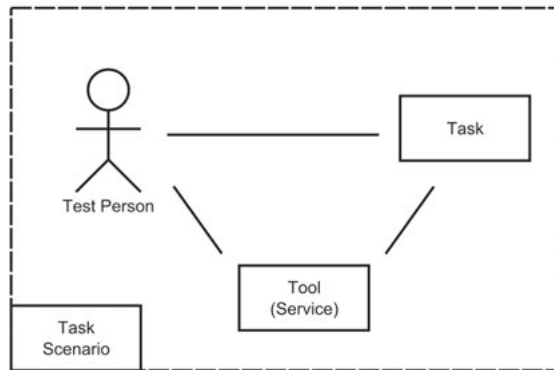


Figure 1: Job-Based Usability Testing according to man-computer-system at the workplace according to Richter & Flückiger (2010)

In agile software development *personas* and *scenarios* help each team member, either visualize the best product behaviour or see why the recommended design is useful. Personas and context scenarios are derived from research data (interviews, questionnaires, etc.). *Personas* are archetypes or typical representative of a category of potential users. A persona encapsulates and explains the most critical behavioural data in a way that designers and stakeholders can understand, remember, and relate to. *Scenarios* are plausible descriptions of the future based on a coherent set of assumptions. Their use ranges from developing

requirements to ensure that a design accounts for the full range of possible interactions. (Goodwin 2009)

In case of usability testing, scenarios help a non-expert to imagine how an expert would interact with the software or the system. Architecture of software products can be separated into three layers: presentation, business logic and persistence. This gives the opportunity to develop and test each of them separately. As the presentation layer is the interface to the user, this is the point where job-based usability testing enhances prototyping and building the user interface.

2.1 Approach

Job-based usability testing aims to provide a framework to test (almost) any kind of tools (software) with (almost) anyone. The basic need at the beginning of job-based usability testing is to understand, what people can do or should do with the tool. The focus on different functions allows developers and designers to test their creations in a straightforward manner by writing appropriate and correct task scenarios.

With job-based usability testing it is possible to discover which features and functions of tools and software lacks and which redesign is necessary to make them *useable*. Not in scope of job-based usability testing is to discover whether these features are *useful* or not - this is part of requirement elicitation and should be done prior to product design. Regarding to the V-Model (Boehm 1979) acceptance tests happen after implementing features as one of the later verification steps. Figure 2 shows *acceptance test* on the right side of the V-Model. Job-based usability testing shift this acceptance test as an early acceptance test to the right side of the V-Model.

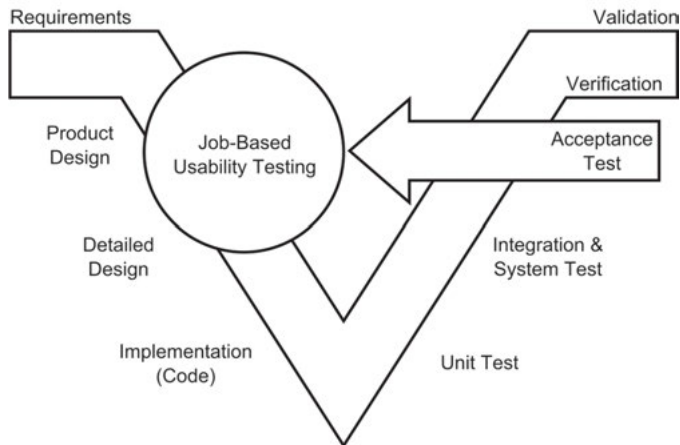


Figure 2: Job-Based Usability Testing as early Acceptance Test in the V-Model

Usability tests test the tool, the software or the system and not the user. In this case and in case of intuitive use of a tool, it is not that important which level of expertise the person has

who is doing the test. This enables developers and designers to test their applications with colleagues, friends and even family members. This gives the opportunity to integrate usability testing into their existing workflows and primarily start testing as early and often as possible.

2.2 Usability Testing and Improvement of the Prototype

Testing usability based on jobs to be done, a *testable prototype (tool or service)*, a *test person* and a *description of the job* in form of a task scenario as a summary of *tasks* is required, as shown in Figure 1. To explain these three components, they are illustrated here by an example of an online shop for smoking supplies.

The *testable prototype* is one prior condition to job-based usability testing and is already built in earlier phases of the project. Prototypes can be anything from simple click prototypes to HTML prototypes or fully working software applications. Nevertheless the term *prototype* indicates that usability testing should be done before an application is fully (functional) implemented.

Task scenarios describe the context of a realistic situation (e.g. context scenario) in which a tool will be used. The underlying information to create task scenarios is gathered in a previous phase of the development process. A key factor of successful task scenarios is keeping them independent to the test participants. In some cases test participants cannot relate to the scenarios, but they are able to imagine and to interact like described in the scenario.

Example: Imagine one of your co-workers is a heavy smoker and you are starting to get annoyed by his constant cigarette smell. Since you do not want to offend him, you decided to buy some electronic cigarettes as a present for his birthday in 2 weeks.

In case of the example above it is not necessary to recruit e.g. only smokers to test with.

Test persons are the main actors in job-based usability testing. They will be exposed to the prototype (tool or software) and were asked to perform the tasks like described in the task scenario. In some cases it might be necessary to take a specific view on the tasks in perspective of a persona.

Example: Go ahead and find a product you can imagine giving to your co-worker and try to find out if it can be delivered to you on time and how much you would have to pay in total.

Observing the test participants during their interaction with the tool while executing the given tasks gives an idea about intuitiveness of the tested prototype and shows which perceived features are not available or could not be found as expected. The prototype, the test scenarios and the test results influence each other. Improve them iteratively brings higher quality in intuitive use of the tool.

3 Case Study

As part of a research project that examines gender¹ aspects on the engineering workplace, a prototypical software demonstrator will be created to show the information flow within the product development process in an intuitive way. The way people socialise, approach work and how they use technology is influenced by a number of factors (Denger et al. 2014). This makes an impact in different perceptions and behaviour of use to the provided systems, as shown in Figure 3.

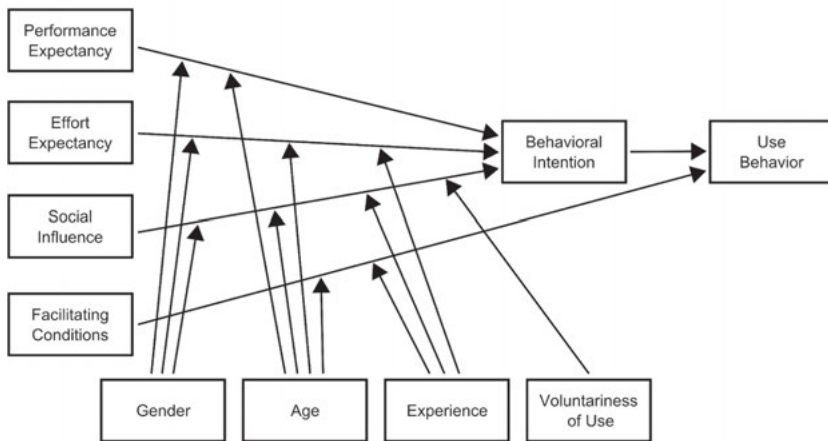


Figure 3: Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (Venkatesh et al. 2003).

In the first phase of the project, the requirement phase, interviews and a survey gave an overview on the current situation on the engineering workplace at the project partners. Together 40 people, each 20 men and women, were part of this first research phase. Based on these results, *personas* and *context scenarios* including the *main tasks* were derived. Personas and context scenarios built the bridge between the research and the design phase. They clarified the view on the engineers work and workplace and were the base to build a first prototype of the user interface in form of a paper prototype.

The scope of functionality scope of the prototype in this project is the user interface. This interface shall demonstrate a design, that cares on the difference of people and provide them a usable and intuitive interface. Regarding to the three layers of software architecture (presentation, business logic and persistence) only the presentation layer is in focus.

¹ To raise the awareness and point out the benefits of male and female collaboration, also in the STEM fields (academic fields of science, technology, engineering, and mathematics), the feminist technology research addresses the gender differences in the development and use of technology.

In the next steps the prototype of the user interface and also the job descriptions for the usability tests will be improved iteratively by job-based usability testing. In case of unavailability of domain experts from the project partners, the first test persons will be random users. In this phase of the project the most severe usability problems will be fixed. Usability tests will be continued with domain experts from the project partners, to make sure the revised solution will work for them.

4 Summary and Discussion

Usability including intuitiveness is a key success factor in software and also in tools and services that assist humans in the production process. Job-based usability testing discovers required redesign in the user interface. Separating the user interface from business logic gives the opportunity to test and improve the user interface separately. Task scenarios help understanding the actual jobs people will do. The first tested prototype of the user interface can be a paper prototype and there is no need to recruit experts for testing throughout the whole project. By iterating tests together with improvements of the prototype the most severe usability problems can be fixed before tests are continued with domain experts.

Job-based usability testing can also help in existing projects, where business logic is flawed or unknown, to create a concept for a redesign. Job-based usability testing enables testing early and often. This raises the quality of tools and services and saves money by testing with non-experts.

Acknowledgement

The work reported in this paper was partially funded by the Federal Ministry for Transport, Innovation and Technology (bmvit) of Austria within the TALENTE program, by the COMET K2 - Competence Centres for Excellent Technologies Programme of the Austrian Federal Ministry for Transport, Innovation and Technology (bmvit), the Austrian Federal Ministry of Science, Research and Economy (bmwfw), the Austrian Research Promotion Agency (FFG), the Province of Styria and the Styrian Business Promotion Agency (SFG).

Literature

- Boehm, B. (1979). Guidelines for verifying and validating software requirements and design specifications. In: Samet, A.P. (Hrsg.), *EURO IFIP 79*, Amsterdam: North-Holland Publishing, 711–719.
- Davis, F. D. (1986). *A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results*. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, Sloan School of Management.
- Denger, A., Stocker, A., Rosenberger, M., Alb, M., Schretter, V. & Pirker, M. (2014). Der Engineering-Arbeitsplatz: Ein genderrelevanter Disziplinenmix? In: Butz, A., Koch, M. & Schlichter, J. (Hrsg.), *Mensch & Computer 2014 - Workshopband*. Berlin: De Gruyter Oldenbourg, 305–311.

- Goodwin, K. (2009). *Designing for the Digital Age: How to Create Human-Centered Products and Services*. Indianapolis: Wiley Publishing.
- Krug, S. (2010). *Rocket Surgery Made Easy The Do-It-Yourself Guide to Finding and Fixing Usability Problems*. Berkley: New Riders.
- Richter, M. & Flückiger, M. (2010). *Usability Engineering kompakt: Benutzbare Software gezielt entwickeln*. 2. Auflage, Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Venkatesh, V., Morris, M.G., Davis, F.D. & Davis, G.B. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. In: *MIS Quarterly* (Vol. 27) 3, 425-478.

Kontaktinformationen

Stefan Rössler
Simplease OG
Wielandgasse 56
8010 Graz
stefan@simplease.at
<http://simplease.at/>

Manfred Rosenberger
Virtual Vehicle Research Center
Department information- & process management
Inffeldgasse 21a
8010 Graz
manfred.rosenberger@v2c2.at
<http://www.v2c2.at>

A System Architecture for Knowledge Exchange in the Industrial Domain

Fabian Quint¹, Jörn Kreutel², Frieder Loch¹, Magnus Volkmer³, Peter Pollmanns⁴

Innovative Factory Systems, German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI)¹
Department of Informatics and Media, Beuth University of Applied Sciences Berlin²
Business Development & Innovation, Infoman AG³
Software and Project Development, SemanticEdge GmbH⁴

Abstract

Exchange and documentation of knowledge is vital in the industrial environment. The access to knowledge of colleagues can be essential for fulfilling several tasks. Just as well, workers can make experiences that are valuable for others. Within the project AmbiWise a collaboration system including adaptive and multimodal user interfaces for mobile interaction is developed to make knowledge easier accessible in companies. This paper presents the conception and implementation of the developed system architecture.

1 Introduction and Motivation

In daily work life several situations arise, where colleagues require knowledge of other colleagues to successfully fulfill their tasks, or made experiences by themselves informative and valuable for the colleagues. Especially, experts' knowledge of complex technical tasks is a valuable resource of today's companies and the documentation and exchange of this knowledge needs to be possible in an easy, seamless and non-disruptive manner. Within the project AmbiWise, new assistance and collaboration systems are developed which allow a culture of exchange and participation in companies. The technological basis for an improved accessibility to knowledge resources is formed by intuitive, adaptive and multimodal user interfaces (UI) which are developed for a mobile and context-sensitive interaction. This paper presents the concept of such a system, the requirements towards it and the resulting system architecture.

In the production domain the knowledge of standardized, planned processes is formally documented. Nevertheless the groundbreaking, situational knowledge is usually situated in the heads of the employees (Thom & Sollberger 2008). Especially, implicit knowledge, as described by (Polanyi 1985), which is gained by longtime employment is hard to verbalize

and is hence often missed capturing by traditional tools. For a general exchange of knowledge between employees, collaborative platforms based on Web 2.0 technologies have proved to be of value in several application scenarios (Stocker & Tochtermann 2011). Nevertheless, they have only shown limited success externalizing implicit knowledge, although this is from special interest for several scenarios (Probst et al. 2010). Allowing this kind of knowledge exchange in a production environment requires mobile, context-sensitive and bidirectional access to knowledge to provide on spot assistance to the worker. By using appropriate assistance modalities, production workers can have immediate access to companies' and colleagues' knowledge and transfer knowledge to the system by themselves.

2 Application Scenarios

A comprehensive requirement analysis is necessary as the basis to design an appropriate system. This analysis should involve all substantial stakeholders and their real working environment. The conducted analysis is described by (Weber et al. 2014). Two main scenarios were identified where the system should be applied to. These scenarios given by the industrial end users Daimler and Schaeffler, are described in section 3.1 and 3.2.

2.1 Assembly Processes

For Daimler the AmbiWise system is used to manage standardized procedures in assembly processes. The first task is to support audits of production stations based on these standards. These audits of production stations are conducted in a mobile way. At the beginning, the relevant documents are retrieved based on context information or manual selection. Then, the audit is conducted and deviations from the standard are identified, discussed and stored in the system. The second task is to provide mobile access to the latest production standards for qualification. This allows the personnel to examine standards and check if their knowledge is up to date or if they have to improve their knowledge. Learn instructors who manage individual qualification can use these documents to conduct training on spot. The third task is to adapt production standards. This happens, for example, when improvements were identified during an audit. These adaptations (e.g., editing text, updating pictures or adding videos) are created and transferred to the system on spot. Thereby, the editorial effort is minimized compared to handling these tasks on stationary computers.

2.2 Maintenance

For Schaeffler the AmbiWise system is used to document maintenance processes in a global production environment. The exchange and conservation of knowledge of maintenance standards is facilitated over different production sites. Primarily, experts' knowledge of complex maintenance tasks should be gathered to establish an extensive knowledge repository. Video recording is applied to document this knowledge. Maintenance personnel are thus able to document and explain procedures at the point of action with the least possible distraction from the actual work. To achieve this, the documented task is

automatically sent to the knowledge repository and processed there. Furthermore, the externalization of implicit knowledge is enabled, since it directly affects the adaption of the standard.

3 Concept

An overall concept was developed at the beginning of the project. The concept abstracts from the concrete scenarios and the results of the requirements analysis. The concept, as shown in figure 1, illustrates how an UI which is adapted to the available context (e.g. user, location, role, etc.) is used to retrieve or store knowledge from or to a knowledge repository. This repository also integrates existing sources, not yet enabled for collaboration and exchange in a production environment. The UI offers different modalities like speech, multi-touch, videos and pictures, to represent the knowledge in an appropriate form.

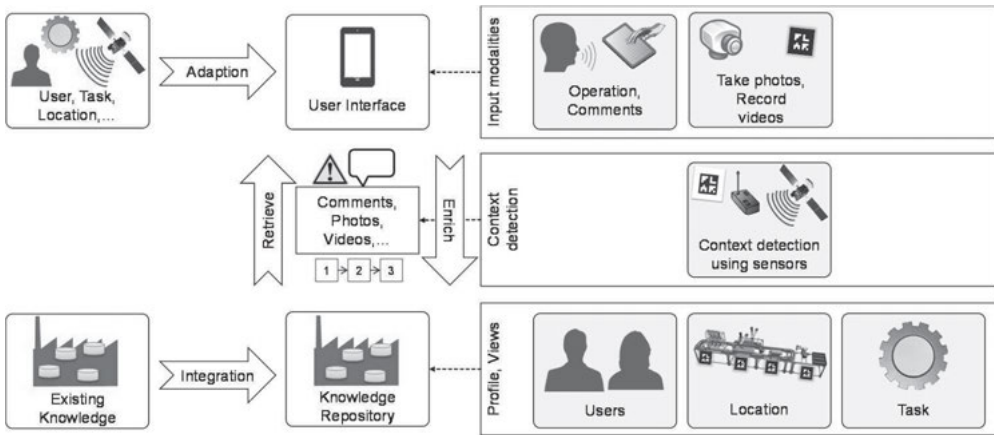


Figure 1: Concept

Information about the context is essential to access and store knowledge effectively. Several technologies are available which need to be chosen and adapted towards the respective scenarios. The variety of available sensors of mobile devices provides many possibilities to detect the context (e.g. camera for recording videos, scanning barcodes, microphone for speech recognition and recording). These technical capabilities allow both knowledge and context to be gathered immediately on spot. The presented concept supports different hardware platforms comprising for example tablets and glasses with different operating systems. Besides choosing the appropriate hardware, the software components which enable the different in and output modalities need to be designed according to the requirements as well. These software components are encapsulated, so they can be aggregated for different variants. Thereby, both scenarios can be covered with one system design although they have different requirements and task perspectives. The requirement and design of these encapsulated services is described in the following chapter.

4 System Design

Based on the overall concept a system design is developed hereafter. The considered requirements are discussed in section 4.1 to be met by the system architecture shown in section 4.2.

4.1 Requirements

The system design comprises a functional decomposition to address the requirements of the industry stakeholders and the projects' objective of creating a reusable and extensible system architecture. The system functionality is decomposed into particular, yet abstract functions that form the core of the system and address the requirements of the application scenarios. The architecture uses primary functions which are complemented by secondary functions that address cross-cutting concerns relevant for all primary functions. As shown in figure 2, primary functions include read and write access to the particular content, content search, and functions that allow communication between users (e.g. providing a workflow to all stakeholders that participate in the process of creating and releasing content). Secondary functions include for example context detection and speech recognition. A common foundation to all functions is provided by a shared model of the respective application scenario that is based on generic concepts of the production domain. It serves as the basis for content creation and content access, for context detection and for the recognition and interpretation of spoken input.

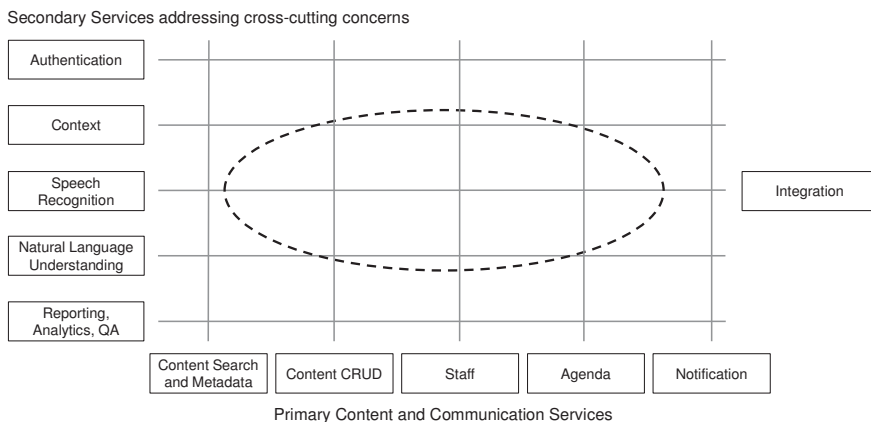


Figure 2: Decomposition of system functionality into primary services for content and communication (bottom) and services that address cross-cutting concerns (left)

Another requirement is to address a wide range of target platforms for running the mobile UI. Platforms range from legacy Windows 7 tablet computers with stylus input to mobile devices based on Windows 8. Hence, development of a single native mobile application for the most recent Windows platform version would neither meet the requirement to access the AmbiWise system from less recent devices, nor would it allow the seamless portability of the UI to alternative mobile platforms like Android or iOS.

4.2 Service Architecture

The software architecture adheres to the proposed decomposition of system functionality. Each functional aspect described above is modeled as a service for which a particular service interface can be identified. Service interfaces hide the actual implementation of a service from its users and allow to realize the overall system based on smaller functional units. These may be operated in a distributed way over various locations, rather than being assembled to a single monolithic runtime system. Interface design adheres to the principles of RESTful service interfaces (Fielding 2000). As for the overall service architecture, recently the paradigm of microservices (Fowler & Lewis 2014) has been positioned as an evolution of the last decade's paradigm of Services Oriented Architecture (SOA) (Arsanjani 2004) for realizing distributed systems. With regard to this distinction, the system employs a vertical decomposition of system functionality as proposed by the microservices approach, differentiating services that make up the primary system functionality. However, while aiming at minimizing dependencies between services, it assumes that an integration service acts as an orchestration layer that provides the functionality of the specified service interfaces to the layer of the UI. The integration service mediates between the UI and an underlying layer of more basic services that implement the actual backend functionality, e.g. using a particular enterprise content management system like Microsoft Sharepoint (Microsoft). This way, the UI components stay agnostic with respect to the particular backend systems which are employed in a particular deployment of the AmbiWise solution. Thus the project's idea of providing a reusable system architecture that can be integrated flexibly into various IT infrastructures is addressed.

All service interactions are mediated by a component that can be seen as a lightweight realization of what was foreseen as a "Service Broker" in SOA. It provides bindings of descriptions of the services to be called to particular service endpoints. Service description comprises, among others, a unique identifier of the abstract service interface and optional additional information regarding, e.g. the tenant for which the service is called. Service bindings contain, most importantly, the URL of the service endpoint and may include information regarding whether service calls require authentication or not. In the AmbiWise project the two industry partners Daimler and Schaeffler are modelled as tenants, where each tenant provides individual endpoints for the primary system functions to a centralized integration service. Once a service binding is available for a given service description, the actual service interaction will then be carried out directly between the service consumer and the given endpoint as a service provider, rather than using a centralized, yet usually heavy weight, enterprise service bus (ESB, see (Chappell 2004)) for communication.¹

Given the idea of a distributed system architecture and the fact that content provided by the AmbiWise industry partners must be treated as confidential, one crucial issue for the system design is how service interaction can be secured. This should be realized in a generic way

¹ In a certain way, however, the mediation role of the integration service may be seen as functionally comparable to an ESB.

without each service having to implement its own mechanism for authenticating and authorizing users. Therefore, AmbiWise draws upon the OAuth 2.0 standard (Hardt 2012) that is widely used in consumer applications for “outsourcing” the authentication task to social network authentication services, like the ones of Facebook, Twitter or Google. In AmbiWise, authentication and authorization is realized by the cloud-based OAuth service of Microsoft Azure (Microsoft). There, access rights for both end users and services that may act in the name of an end user are managed. At runtime, each service call requires obtaining an access token from the authentication service. This is either done on the basis of the token that was received on end user authentication or using a token that was issued to a previous service call and that encodes the information about the actual end user. Access to an actual backend system involves a chain of such delegated authentication steps, starting at the UI, and allows the backend to finally verify whether the end user actually has the permission to access some content item or not.

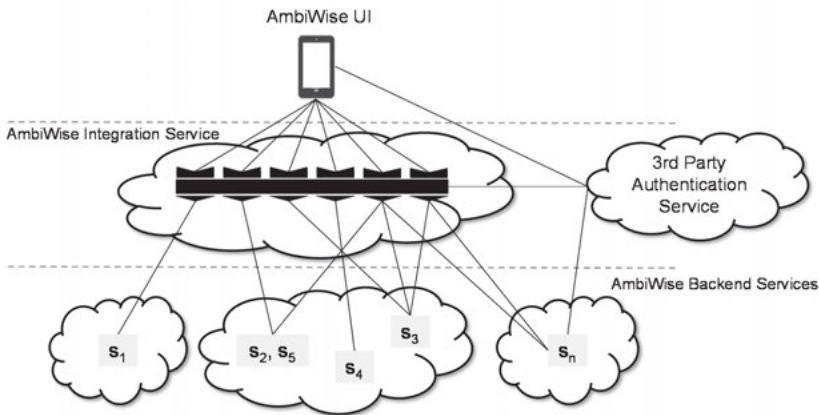


Figure 3: Overview of the AmbiWise system architecture using an integration service as mediator between UI and backend services and a 3rd party service for authentication and authorization

The decomposition of system functionality supports various deployment scenarios, ranging from on-premise solutions to mere cloud-based solutions and including hybrid variants in between. It does not only prove convenient for the organization of development activities, but also allows to address infrastructure circumstances and requirements of a wide range of potential application scenarios beyond the particular scope of the project.

4.3 User Interface Architecture

The realization of the UI has to take into account that various devices may be employed. For that reason the architecture foresees a two-layered approach where the core functionality of the UI is realized as a “fat client” web application that uses the system’s integration service for accessing backend functions. This application can be run on any recent browser including the versions of Microsoft Internet Explorer that are available for the legacy Windows 7 platform. It supports realizing all tasks of the different scenarios the system is designed for. For addressing the advanced UI functions, including context detection and speech

recognition and interpretation, this web application is wrapped into a native application for the Windows 8 platform, which supports the respective UI functionality. The wrapper interoperates with the web application using the provided interfaces of the native API for invoking JavaScript functions. For example, the generic mechanism for obtaining an access token for a service call is implemented by the web application and may be called by the wrapper, which will use the obtained token for calling the respective service. The implementation of the wrapper on the basis of a single native API allows to realize advanced UI features without being compromised by API restrictions imposed by cross platform frameworks like Cordova (Apache 2015) or Xamarin (Xamarin 2015). Thinking ahead, porting the UI to other platforms will allow to reuse the existing web application and will at the most require an implementation of the native wrapper for the target platform.

5 Summary & Outlook

This paper presented the architecture of a collaboration system targeting knowledge exchange and participation for the industrial domain. It gave an overview on the application scenarios which the system should facilitate. Based on a general concept, abstracting from the concrete scenarios, the considered requirements were summarized. The further derivation of the developed system architecture was shown. The motivation and benefits of the used service oriented architecture were discussed. The encapsulation of functionalities to services and their interaction was illustrated. Finally, the architecture of the UI designed to run on several operating systems and devices was introduced.

The current status of the system gave a proof of concept and will in near future be evaluated under real conditions for the two application scenarios. This evaluation ends the first phase of the AmbiWise project. In the second phase the focus is set on further UI modalities, which will enhance the system functionality and usability.

6 Bibliography

- Apache (2015). *Cordova*. Available online at <https://cordova.apache.org>, checked on 6/17/2015.
- Arsanjani, A. (2004). *Service-oriented modeling and architecture*. In *IBM developer works*, pp. 1–15.
- Chappell, D. (2004). *Enterprise service bus*: O'Reilly Media, Inc.
- Fielding, R. T. (2000). *Architectural styles and the design of network-based software architectures*. University of California, Irvine.
- Fowler, M. & Lewis, J. (2014). *Microservices*. Available online at <http://martinfowler.com/articles/microservices.html>, checked on 6/17/2015.
- Hardt, D. (2012). *The OAuth 2.0 authorization framework*. Available online at <http://tools.ietf.org/html/rfc6749.html>, checked on 6/17/2015.

Microsoft (2015). *Azure*. Available online at <https://azure.microsoft.com>, checked on 6/17/2015.

Microsoft (2015). *Sharepoint*. Available online at <https://products.office.com/en-us/sharepoint/collaboration>, checked on 6/17/2015.

Polanyi, M. (1985). *Implizites wissen*: Suhrkamp.

Probst, G., Raub, S. & Romhardt, K. (2010). *Wissen managen*. Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. 6., überarbeitete und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Gabler Verlag / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden.

Stocker, A., Tochtermann, K. (2011). *Wissenstransfer mit Wikis und Weblogs: Fallstudien zum erfolgreichen Einsatz von Web 2.0 in Unternehmen*: Springer-Verlag.

Thom, N., Sollberger, B. A. (2008). *Das Zusammenspiel von Mensch, Kultur und Technologie für ein erfolgreiches Wissensmanagement*. In *Quo vadis Wirtschaftsinformatik?*, pp. 323–333.

Weber, H., Quint, F., Eierdanz, F., Ottersböck, N. & Gorecky, D. (2014). *Nutzerzentrierte Gestaltung von mobilen, kontext-sensitiven Assistenzsystemen für einen vereinfachten Wissensaustausch in komplexen Produktionszenarien*. 7. VDI/VDE Fachtagung USEWARE 2014. In *VDI-Berichte 2222*, pp. 133–143.

Xamarin (2015). *Xamarin*. Available online at <http://xamarin.com>, checked on 6/17/2015.

Acknowledgement

The research described in this paper was conducted within the project AmbiWise funded by the German Ministry of Education and Research under grant number V4ISS035.

Contact Information

Fabian Quint
fabian.quint@dfki.de
German Research Center for Artificial Intelligence
Trippstadter Straße 122
67663 Kaiserslautern

Joern Kreutel
joern.kreutel@beuth-hochschule.de
Beuth University of Applied Sciences
Luxemburger Straße 10
13353 Berlin

Frieder Loch
frieder.loch@dfki.de
German Research Center for Artificial Intelligence
Trippstadter Straße 122
67663 Kaiserslautern

Magnus Volkmer
magnus.volkmer@infoman.de
Infoman AG
Meitnerstraße 10
70563 Stuttgart

Peter Pollmanns
peter.pollmanns@semanticedge.de
SemanticEdge GmbH
Kaiserin-Augusta-Allee 10-11
10553 Berlin

Multimodale Interaktion in der Produktionsstätte der Zukunft

Hermann Fürntratt¹, Ferdinand Fuhrmann²

Intelligente Informationssysteme, DIGITAL, JOANNEUM RESEARCH¹

Intelligente Akustische Lösungen, DIGITAL, JOANNEUM RESEARCH²

Zusammenfassung

In diesem Beitrag stellen wir ein neuartiges multimodales Interaktionskonzept für die Produktionsstätte der Zukunft vor. Ziel ist es den Beschäftigten in seiner Interaktion mit Menschen und Geräten sowohl physisch als auch kognitiv bestmöglich zu unterstützen. Ausgehend von Kontrollräumen, mit ihren besonderen Anforderungen an die Operatoren, erweitern wir unser Interaktionskonzept auf die gesamte Produktionshalle und zeigen anhand eines umgesetzten Prototyps die technische Machbarkeit. Probleme und Herausforderungen bei der Umsetzung, sowie Verbesserungsmöglichkeiten werden im Anschluss diskutiert.

1 Einleitung

Multimodale Interaktion gewinnt im Produktionsumfeld immer mehr an Bedeutung. Sie ermöglicht den wechselseitigen Informationsaustausch zwischen Mensch und Computer über natürliche Arten der menschlichen Kommunikation (Ratzka 2008). Die klassische Mensch-Maschine Schnittstelle – Maus und Tastatur – stößt hingegen immer mehr an ihre Grenzen. Wir sitzen zu lange tippend vor den Bildschirmen und obwohl es Versuche gibt, dem entgegen zu wirken (z.B. durch den Einsatz höhenverstellbarer Möbel), ist vorerst keine Besserung in Sicht. Mediziner warnen inzwischen eindringlich vor den gesundheitlichen Folgen dieser Entwicklung (Buckley et al. 2015).

Zusätzlich nimmt auch die kognitive Belastung der Arbeiter immer mehr zu (Spath et al. 2013). Am Beispiel eines industriellen Leitstandes etwa zeigt sich, dass die Datenmenge, die von den Operatoren überwacht wird und auf die im Störfall in kürzest möglicher Zeit reagiert werden muss, rapide gestiegen ist. Dazu kommt, dass die Benutzerschnittstellen für die Beobachtung und Bearbeitung dieser Daten in den seltensten Fällen aufeinander abgestimmt sind. Da der Datenstrom meist aus unterschiedlichsten Teilsystemen stammt, die aufgrund wirtschaftlicher und technischer Überlegungen meist stufenweise dem laufenden Gesamtsystem hinzugefügt wurden, verliert das Gesamtsystem seine ursprünglich

angedachte Intuitivität und wird über die Maßen komplex. Der Mensch steht nicht mehr im Mittelpunkt, sondern der Wettstreit der Systeme. Diese Tatsache lässt sich auf den Schreibischen unschwer anhand der Vielzahl von Tastaturen und Mäusen – je ein Paar pro Teilsystem – nachvollziehen.

In der vorliegenden Arbeit versuchen wir daher Antworten auf folgende Fragen zu geben:

1. Wie kann ich den Arbeiter im Produktionsprozess wieder in den Mittelpunkt rücken, ihn körperlich und kognitiv entlasten?
2. Wie kann ich von einem bestehenden zu einem moderneren und intuitiveren Produktionssystem übergehen, ohne dass die Kosten für den Umbau den wirtschaftlichen Rahmen sprengen?

Im Folgenden wird das entwickelte Interaktionskonzept anhand des Beispiels Industrieleitstand vorgestellt und mithilfe eines implementierten Prototyps die technischen Möglichkeiten sowie Usability Aspekte beleuchtet (Abschnitt 2). In Abschnitt 3 erweitern wir anschließend dieses Konzept auf die gesamte Produktion. In Abschnitt 4 werden schließlich die wichtigsten Erkenntnisse zusammengefasst und die nächsten Schritte diskutiert.

2 Interaktionskonzept

Ausgangspunkt für unsere Überlegungen ist der Leitstand, in dem die Kommunikation mit anderen Menschen, die Abfrage von Statusinformationen, das Steuern von Prozesszuständen, sowie das schnelle Reagieren in Alarmsituationen die wichtigsten Aufgaben sind.

Das Beispiel des Leitstandes

Das entwickelte Gesamtinteraktionskonzept ist von der Vision geprägt, dass der Mensch mehr Freiraum in der Bedienung der Vielzahl an technischen Geräten im Leitstand erhalten soll. Durch die daraus resultierende Multimodalität und Intuitivität der Interaktion wird er sowohl physisch als auch kognitiv entlastet. In Zukunft agiert der Anwender (Operator) nicht mehr lokal über Maus, Tastatur und Telefon vor dem Bildschirm, sondern mobil und erweitert seine Interaktionsmöglichkeiten durch den Einsatz technischer Systeme, die ihm akustisch und visuell im Raum folgen.

Das hier entwickelte Konzept basiert auf den folgenden Interaktionsmechanismen:

- Gesteninteraktion – berührungsbasierte und berührungslose Sensoren ermöglichen eine intuitive und unmittelbare Steuerung des Systems und schränken den Menschen in seiner Mobilität nicht ein.
- Visuelle Interaktion – die dem Menschen übermittelte visuelle Information wird kontextsensitiv aufgearbeitet und auf das wesentliche reduziert.
- Akustische Interaktion – spezielle Technologien erlauben die Fokussierung des akustischen Signals auf bestimmte Zielpersonen sowie eine räumliche Kodierung der Information.



Abbildung 1: Gesamtübersicht eines möglichen zukünftigen Leitstandes.



Abbildung 2: Demonstrator-Setup mit gerichteten Lautsprechern und Operatorsessel.

Abbildung 1 zeigt die Gesamtübersicht des Leitstandes der Zukunft, in dem die Operatoren den Großteil ihrer Routinearbeit unterstützt von mehreren unterschiedlichen Sensoren erledigen. Alle wesentlichen Systemkomponenten sind in der Abbildung grafisch hervorgehoben. Die Gesteninteraktion folgt dem Grundprinzip: *Zeige mit einer Hand auf das, was du tun willst, und steuere mit der anderen Hand, wie du es tun willst*. Dieses Prinzip wird sowohl für Armgesten (Makrogestik), welche über weitreichende Tiefensensoren eine Interaktion mit externen Geräten ermöglichen, als auch für Handgesten (Mikrogestik), die über im Sessel eingebaute Sensoren verarbeitet werden, angewandt. Ziel der Mikrogestik ist, dass der Operator in möglichst entspannter Haltung mittels kleinster Bewegungen der Finger das System steuert. Durch einen Drehsensor (IMU) im Operatorsessel lässt sich die aktuelle Zeigerichtung ermitteln und mit dem gespeicherten geometrischen Modell des Raumes und seiner darin enthaltenen Objekte abgleichen. Um Geräte steuern zu können, die keine visuelle oder akustische Rückmeldung geben können, sind Vibrationselemente als taktile Feedbackgeber in den Operatorsesseln eingebaut. Für das Manipulieren von Prozessvariablen steht dem Operator außerdem ein Multi-Touch Ein-/Ausgabegerät zur Verfügung, das auch als mobile Anzeige und Steuerung verwendbar ist.

Ein Lautsprechersystem, welches stark gerichteten Schall abstrahlen kann, versorgt den Operator mit akustischen Informationen. Um andere sich im Raum befindliche Personen nicht zu stören, werden die Lautsprecher den Ohren des Operators automatisch nachgeführt. Dafür wird das Head-tracking eines Tiefensensors zur Ansteuerung von zwei-motorigen Nachführungseinheiten verwendet. Weiters wird die abgestrahlte akustische Information über virtuelle Schallquellen räumlich positioniert. Dadurch ist es möglich, dem aus den Lautsprechern wiedergegebenen Schall eine räumliche Information zu geben. Daraus ergibt sich der für die Wahrnehmungspsychologie wichtiger Effekt, dass bei örtlicher Übereinstimmung von visueller und akustischer Information die menschliche Aufmerksamkeit ungleich höher ist als ohne solche Übereinstimmung (Schönhammer 2013). Analog dazu ist es dem Operator möglich, über ein Mikrofon-Array, das den Standort des Operators ermittelt und sein Sprachsignal automatisch aus anderen Geräuschquellen herausfiltert, mit anderen Gesprächspartnern zu kommunizieren.

Die Werkzeuge zum Manipulieren von Prozessvariablen werden kontextabhängig, je nach Anwendungsfall und Berechtigungsstufe des Operators, zur Verfügung gestellt. Dadurch

lässt die visuelle Information kompakt und intuitiv darstellen. Alle eingehenden Sensorinformationen durchlaufen außerdem einen intelligenten Vorverarbeitungsschritt. Dabei können kontextabhängig irrelevante Informationen gefiltert, unwichtige Meldungen verzögert oder zusammenhängende Hinweise zusammengefasst werden. Diese Reduktion an Daten führt zu einer weiteren kognitiven Entlastung des Operators.

Implementierung

Für Demonstrations- und Evaluationszwecke wurde das entwickelte Interaktionskonzept für den Anwendungsfall Verkehrsleitstand in einem Prototypen implementiert. Dabei nimmt eine zentrale Serverkomponente alle Sensorströme in Echtzeit über LAN/WLAN entgegen. Die weiteren Steuermodule, etwa für die Maustreiber, die 3D-Raumkonfiguration, die grafische Anzeige von Daten, oder für eine Klanguisgabe sind verteilt installiert und bilden ein lose gekoppeltes Client-Server-Netzwerk. Abbildung 2 zeigt ein Bild des implementierten Arbeitsplatzes und eines sensorbestückten Operatorsessels.

Evaluation

Die Interaktionsmechanismen sowie das gesamte Interaktionssystem wurden in zwei Benutzerstudien mit 24 bzw. 6 Teilnehmern evaluiert. Ziel war die Bewertung der einzelnen Ein-/Ausgabegeräte sowie des Interaktionskonzeptes für den Einsatz in einem Leitstand.

Im ersten Teil wurde über quantitative (Bearbeitungszeit) und qualitative (Interviews) Methoden die Bedienfreundlichkeit der einzelnen Benutzerschnittstellen evaluiert. Dabei erzielten vor allem die mobilen und touch-basierten Sensoren (Tablet und TrackPads) sehr gute Ergebnisse. Grund dafür war einerseits die direkte und intuitive Bedienung dieser Geräte, andererseits gaben fast alle Teilnehmer der Studie an, mit diesen Technologien bereits viel Erfahrung zu haben. Die berührungslosen Sensoren dagegen schnitten in den Bewertungen schlechter ab, obwohl die Teilnehmer durchwegs beeindruckt von der Unmittelbarkeit und gewonnenen Bewegungsfreiheit der Interaktion waren. Die Gründe dafür lagen einerseits in einer gewissen Berührungsangst vor der neuen Technologie, andererseits lies auch die Robustheit in der Gestenerkennung noch zu wünschen übrig.

Der zweite Teil dieser Studie umfasste die Evaluation des gesamten Interaktionssystems für den Einsatz in einem Leitstand. Hierfür wurden ausführliche Tests und Befragungen mit Operatoren einer Verkehrsleitzentrale durchgeführt. Besonders hervorgehoben wurde hier die mobile Variante des Leitstandes über den Tablet Computer, welche den Operatoren Bewegungsfreiheit während ihrer langen Schichtzeiten ermöglicht. Weiters wurde der Sensor-bestückte Operatorsessel sehr positiv bewertet. Mit ihm ist es den Operatoren möglich, verschiedene Komponenten ihres Leitstandes mit einer einzigen multimodalen Benutzerschnittstelle zu steuern. Besonders gut schnitt auch die Integration verschiedener Systeme in ein ganzheitliches Interaktionssystem ab. Dadurch wird mühsames Wechseln zwischen den einzelnen Systemen obsolet, was zur Optimierung von Arbeitsabläufen und zur Steigerung der Ergonomie führt. Schließlich wurde auch das akustische Interface mit seinen nachgeführten Lautsprechern und dem Mikrofonarray als sehr nützlich für den Leitstand eingestuft, da dadurch Mobilität und Ergonomie erhöht werden.

3 Die Produktion der Zukunft

War die konzeptionelle Umsetzung im Leitstand hauptsächlich auf das Steuern von Computeranwendungen und die freie Kommunikation ohne Headset ausgerichtet, lässt sich das vorgestellte Konzept der multimodalen und mobilen Interaktion auf die gesamte Produktion ausdehnen. In einer vernetzten und mit Sensoren verschiedenster Art bestückten Produktionsstätte kann sich der Mensch frei bewegen und mit den Geräten und Menschen in seiner Umgebung direkt interagieren.

Der Arbeiter kann über das Prinzip des Zeigens und Steuerns via Makro- und Mikrogestik eine Vielzahl verschiedenartigster Geräte im gesamten Produktionsumfeld bedienen. Er zeigt beispielsweise mit einer Hand auf die Beleuchtung und reguliert mit der anderen die Helligkeit in seiner Umgebung. In der Produktionshalle zeigt der Monteur auf den Industrieroboter und versetzt ihn mit einer Geste in den Wartungsmodus.

Auch die visuelle Interaktion kann hier angewandt werden. So wird auf dem mobilen Anzeigegerät (z.B. Tablet) immer die Information angezeigt die für den Menschen relevant ist – unnötige Informationen werden ausgefiltert. Befindet er sich direkt vor der Maschine, erhält er Manipulationswerkzeuge zum Steuern oder Warten. Demgegenüber lassen sich Statusinformationen von der gesamten Produktionsstrecke anzeigen, sollte er sich nicht in der Nähe einer Maschine befinden. Die Gesteninteraktion lässt sich mit der visuellen Interaktion in Form von *Augmented Reality* kombinieren: der Stahlarbeiter zeigt auf einen Kessel und bekommt durch eine Touchgeste die Statusinformation über diesen übersichtlich auf seinem Tablet präsentiert.

Schließlich lässt sich auch die akustische Schnittstelle in die Produktion der Zukunft integrieren. Über mehrere nachführbare Lautsprecher kann akustische Information zielgerichtet im gesamten Produktionsbereich an bestimmte Personen abgegeben werden. Weiters können über in der Produktionsstätte installierte Mikrofonarrays Sprachsignale von Menschen aufgefangen werden und so eine Kommunikation ohne tragbare Geräte ermöglicht werden. Da in vielen Produktionsstätten der Lärm von Maschinen diese Art der Kommunikation allerdings verhindert, ist ein Rückgriff auf kabellose Headsets problemlos möglich. So können auch in diesem Fall akustische Warnsignale räumlich kodiert werden sodass Richtungsinformation an den Menschen übermittelt wird. Eine Verbindung zwischen Headset und Gesteninteraktion ist ebenfalls sinnvoll: Der Techniker zeigt während der Störungsbehebung auf das rote Telefon an der Wand und baut mit einer Geste eine Telefonverbindung – ohne das bestehende Telefon zu verwenden – zum Kontrollzentrum auf.

4 Diskussion und Ausblick

Aus der Evaluation der Interaktionsmechanismen zeigt sich, dass Touch-basierte Geräte von den Testkandidaten anstandslos akzeptiert werden, während für die berührungslose Gesteninteraktion über Tiefensensoren für die Akzeptanz bei den Arbeitern zwei Voraussetzungen erfüllt sein müssen:

1. Ausreichende Robustheit der Gestenerkennung
2. Energieeffiziente intuitive Interaktion

Die Hardware-Entwicklung der Sensoren (z.B. höchstgenauer Tiefensensoren) schreitet zügig voran (Soli 2015). Die softwareseitige Algorithmik zur robusten Erkennung von Körperbewegungen hinkt derzeit noch hinterher. Auch werden menschliche Eigenheiten im Zusammenhang mit HCI, wie etwa motorische Schwächen, Tremor, oder die Tatsache, dass wir eigentlich nicht dorthin zeigen, wo wir glauben hinzuzeigen (Mayer 2015), noch nicht ausreichend berücksichtigt.

Für den Einsatz in der Produktionsstätte jedoch, hat das vorgestellte Interaktionskonzept unserer Meinung nach großes Potential. Alle Funktionalitäten lassen sich mit geringem Aufwand in bestehende Infrastrukturen integrieren. Darüber hinaus ergibt sich durch den Aufbau eines Sensornetzwerkes, mit dem Arbeiter als menschliches Eingabemedium im Mittelpunkt die Möglichkeit, obsoleete Geräte sanft aus dem Betrieb herauszunehmen und generationsbedingt neue Arbeitsweisen zu etablieren.

Literaturverzeichnis

Buckley, J. P., Hedge, A., Yates, T., Copeland, R. J., Loosemore, M., Hamer, M., Bradley, G. & Dunstan, D. W. (2015). *The sedentary office: a growing case for change towards better health and productivity. Expert statement commissioned by Public Health England and the Active Working Community Interest Company*. Br J Sports Med doi: 10.1136/bjsports-2015-094618.

Google ATAP: Project Soli (2015). Radar based interaction sensor for gesture recognition <https://plus.google.com/+GoogleATAP/videos> (zuletzt abgerufen am 22. 6. 2015)

Mayer, S., Wolf, K., Schneegass, S. & Henze, N. (2015). Modeling Distant Pointing for Compensating Systematic Displacements. *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, 4165-4168.

Ratzka, A. (2008). *Patterns for Robust and Flexible Multimodal Interaktion*. EuroPLoP, volume 610 of CEUR Workshop Proceedings, CEUR-WS.org.

Schönhammer, R. (Hrsg.) (2013). *Einführung in die Wahrnehmungspsychologie: Sinne, Körper, Bewegung*. 2. Auflage. Wien: facultas wuv, Universitätsverlag.

Spath, D. (Hrsg.), Ganschar, O., Gerlach, S., Hämmerle, M., Krause, T. & Schlund, S. (2013). *Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0*. Stuttgart: Fraunhofer IAO.

Kontaktinformationen

Hermann Fürntratt

JOANNEUM RESEARCH
Intelligente Informationssysteme
Leonhardstrasse 59
8010 Graz

hermann.fuerntratt@joanneum.at

Ferdinand Fuhrmann

JOANNEUM RESEARCH
Intelligente Akustische Lösungen
Leonhardstrasse 59
8010 Graz

ferdinand.fuhrmann@joanneum.at

Using Smart Glasses to Document Maintenance Processes

Fabian Quint, Frieder Loch

Innovative Factory Systems, German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI)

Abstract

Videos are an intuitive and maintainable way to document and transfer knowledge. Smart glasses allow to record videos hands-free from the ego-perspective with little effort. This makes them suitable devices for documenting maintenance procedures in industrial environments. Within the project AmbiWise mobile collaboration systems are developed to make knowledge easier accessible in companies. This paper presents an application that documents knowledge about maintenance processes using videos. A promising proof-of-concept was implemented on Google Glass. It showed the feasibility and the use of the concept and will be evaluated under real conditions in the field within the AmbiWise project.

1 Introduction

This paper presents an application for smart glasses that facilitates the management and exchange of knowledge for maintenance workers. Section 1.1 discusses knowledge management and the challenges that companies are facing today. Section 1.2 introduces the application scenario. Section 1.3 describes the hardware platform that is being used.

1.1 Motivation

Companies are facing difficulties with documenting, managing and sharing knowledge that their employees have acquired. The most important reasons are the following:

- The demographic structure of the developed world leads to an increasing loss of knowledge through retiring employees.
- Globally shared knowledge yields quicker and better solutions to problems, making the company more productive and competitive.
- The increasing flexibility on the job-market shortens the average employment time of employees in one company.

- Better engineered machinery needs less maintenance. The lack of regular practice makes it harder to remember how maintenance tasks are carried out.

Therefore, exchange and conservation of the employees' knowledge is crucial for a company. Techniques for this purpose will be discussed hereafter.

Knowledge is usually transferred by direct teaching-in or by written manuals. Both methods have drawbacks. According to (Wiedenmaier et al. 2003) direct teaching-in is the preferable training method. However, companies are facing difficulties with this method. Experts and beginners work in different shifts, production sites are far away from each other, and employees speak different languages. Hence, experts are not always available for direct teaching-in. Manuals bring challenges as well. Issues are lack of portability, inaccuracy and increasing complexity as illustrated by (Ventura 2000) for technicians of the armed forces. The dynamic production environments of today are constantly optimized through changes on the soft- and hardware side. This leads to outdated documentation since manuals cannot be updated fast enough (Wilson et al. 2012). Moreover, (Novick & Ward 2006) report that users rarely use written manuals when encountering problems. When used after all, (Wiedenmaier et al. 2003) show that written manuals are still slower compared to direct teaching-in. To summarize, new techniques to document and share knowledge are necessary.

Augmented Reality (AR) is a technique finding its way to the industrial domain. It allows displaying information into an employees' vision focus and promises benefits for knowledge transfer. A major disadvantage of AR is the complex content creation and maintenance of the content which requires knowledge in fields like computer vision or wearable computing. As the examples in (Henderson & Feiner 2011) and (Carmigniani et al. 2011) show, current AR-supported maintenance or assembly tasks take place in standardized, static and controlled environments. Given the aim of a solution that can be applied easily and on a broad industrial basis, it was concluded that AR is unsuitable for documentation tasks today.

Video tutorials offer a more intuitive way to transfer knowledge compared to traditional methods. Dynamic media, like video, has a significant advantage over static media, like written manuals, as stated by (Holzinger et al. 2008). Video tutorials are already widely used, mainly for private purposes. A recent study by (BITKOM 2015) states that 37% of the over 14-year-old answered questions of daily life using video tutorials, found on video platforms like YouTube. Documenting and sharing knowledge using videos offers several advantages:

- Knowledge can be documented right on the spot using video and audio. The benefits of multimodal learning can be exploited.
- The creation of video is, compared to the creation of AR instructions, simple.
- Consumer-market-driven computer and mobile technologies offer useful features for the presented scenario. Most devices can record video and have sensors and communication interfaces that allow mobile and context-sensitive interaction.
- Standardized formats (e.g., mp4) are supported by almost any device.

To summarize, using video tutorials together with a profound organizational integration should be a good technique to document maintenance processes and allow a broad fielding in the industrial domain.

1.2 Application Scenario

The described application will be used to document maintenance processes in a global production environment. The aim is to support the documentation and exchange of knowledge of maintenance processes. Therefore, primarily expert knowledge of maintenance processes should be gathered in a knowledge repository. Maintenance procedures should be documented and explained at the point of action with little distraction. The videos should provide instant help for other employees and serve as training material for prospective maintenance personnel.

1.3 Smart Glasses

Section 1.1 motivated to use videos for documentation and exchange of knowledge. Especially, smart glasses are promising devices for the given application scenario. They allow hands-free interaction, so the employee can record simultaneously while carrying out the task. The resulting ego perspective facilitates the application of the knowledge when being consumed (Mura et al. 2014).

Google Glass (Google) was chosen for the development of a proof-of-concept. The Glass consists of a head-mounted display attached to a glasses-like frame. It has a built-in camera and features Wireless LAN and Bluetooth. The main interaction techniques are voice commands and a touchpad. Another smart glass could be used as well and would require minor adjustments of the application.

Google Glass was selected for several reasons. It offers a satisfying camera resolution. Compared to similar devices, it is light and comfortable to wear allowing the user to focus on the task. Its screen is transparent and located above the user's line of sight making it less distractive. Furthermore, it is based on Android and supported by a large programming community. Nevertheless, possible interactions are limited, like on most other smart glasses. However, it is assumed that the device will primarily be used to record videos, since tablets or smartphones offer more comfortable interactions for video play back.

2 Concept

The scenario as given by section 1.2 leads to the following requirements:

- The application is integrated with the AmbiWise system, realizing the knowledge repository.
- The application allows gathering context information to be allocated as metadata to the recorded videos (e.g. identifying the user and a machine).
- The application allows retrieving videos using context information.
- All functions are reachable by voice commands to ensure hands-free operation.

The employee has to identify himself at the beginning. Depending on his rights he can record and consume videos as an expert or only consume videos as a student. When documenting a task the machine needs to be specified first. This is realized by an integrated scanning application to recognize optical codes (e.g. QR-codes) as illustrated by figure 1.

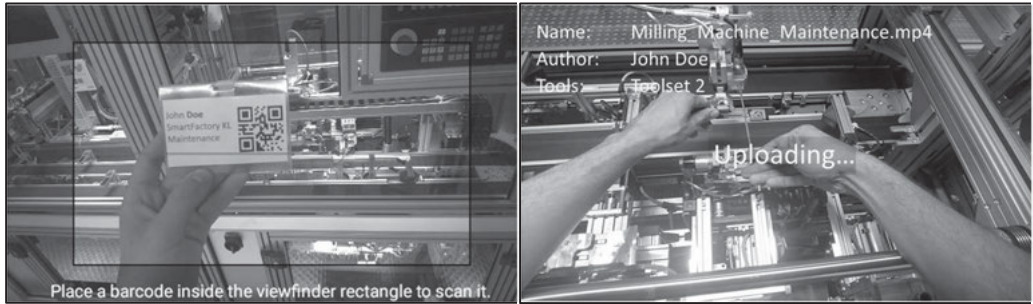


Figure 1: Scanning an optical code for identifying user (left), Uploading the video (right)

Thereby the already available optical codes on the machines can be reused. Afterwards the employee starts the recording and conducts the maintenance task. Once it is completed he stops the recording and the video is automatically uploaded to the AmbiWise backend. The editing (e.g. cutting, adding annotations, etc.) and the release process is realized via the AmbiWise system involving 3rd party software before being available for all users.

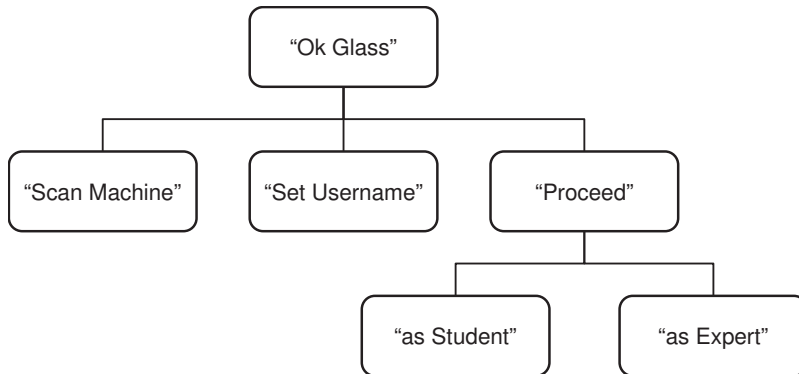


Figure 2: Structure of the application

The resulting structure is illustrated in figure 2. Every interaction starts with the voice trigger “Ok Glass” that activates Glass so that it listens to commands. The user can traverse the menu hierarchy using voice commands or the touchpad to select options in a textual menu.

3 Conclusion and Outlook

The paper described an application for Google Glass. This application demonstrated the feasibility of using smart glasses for recording and playing instructional videos within the

context of an organization. In the following sections our experiences are discussed and extensions to the application are proposed.

3.1 Discussion

The prototypic application showed that smart glasses are appropriate devices for knowledge conservation. Nevertheless, technical and organizational challenges are described hereafter.

The current generation of smart glasses has limitations that inhibit their large scale introduction. One drawback is battery power. The batteries of current devices cannot power the device for a whole shift. Processing power is limited as well. New and more capable devices should render these drawbacks obsolete. Current smart glasses have limited possibilities of interaction. This can be critical if a specific video has to be found out of a big number of available video files. Moreover, the advantage of a small screen during recording can at the same time be a disadvantage when consuming the video.

Another issue concerns the organizational integration into the company. Several aspects like the release process or privacy issues have to be considered. New agreements and workflows have to be established to make sure that recorded videos are technically correct, comply with safety standards and do not harm the privacy rights of the employee. Such procedures need close collaboration of all involved stakeholders to allow a broad and successful fielding.

3.2 Further Work

An inherent tradeoff is to implement complex functionality while embracing the unique interaction capabilities of smart glasses and keep the interactions simple. Detecting contextual factors automatically can for example be used to annotate the video with metadata and to filter the available videos. The current speech commands could be enhanced by speech recognition to extract the language of verbal descriptions. Image recognition could be used to detect machines and tools used in the video. Furthermore, the application could be enriched with more interactivity. Possible ideas are gesture-based control of playback, allowing to add comments or to extend the video. The sensors of Google Glass, for example location or tilt could be used for this purpose.

The application will be evaluated together with the other modules of the AmbiWise system in a site of a German manufacturer of automotive parts. There the benefit of using videos for knowledge transfer and documentation will be evaluated compared to traditional methods. Furthermore, the developed application will be compared to other devices used for recording.

4 Bibliography

BITKOM (2015). *Mehr als jeder Dritte schaut Video-Anleitungen im Internet*. Available online at http://www.bitkom.org/de/presse/8477_82486.aspx, checked on 6/17/2015.

Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M., Ceravolo, P., Damiani, E. & Ivkovic, M. (2011). *Augmented reality technologies, systems and applications*. In *Multimedia Tools and Applications* 51 (1), pp. 341–377.

Google. *Google Glass*. Available online at <http://www.google.com/glass>, checked on 6/17/2015.

Henderson, S., Feiner, S. (2011). Exploring the benefits of augmented reality documentation for maintenance and repair. In *Visualization and Computer Graphics, IEEE Transactions on* 17 (10), pp. 1355–1368.

Holzinger, A., Kickmeier-Rust, M. & Albert, D. (2008). Dynamic media in computer science education; content complexity and learning performance: is less more? In *Journal of Educational Technology & Society* 11 (1), pp. 279–290.

Mura, K., Ghose, T., & Huff, M. (2014). Preferred viewpoints in naturalistic videos (assembly scenarios). In *Proceedings of Object Perception, Attention, and Memory (OPAM)*.

Novick, D. & Ward, K. (2006). Why don't people read the manual? In *Proceedings of the 24th annual ACM international conference on Design of communication*. ACM, pp. 11–18.

Tang, A., Owen, C., Biocca, F. & Mou, W. (2003). Comparative effectiveness of augmented reality in object assembly. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. ACM, pp. 73–80.

Ventura, C. (2000). Why switch from paper to electronic manuals. In *Proceedings of the ACM conference on Document processing systems*. ACM, pp. 111–116.

Wiedenmaier, S., Oehme, O., Schmidt, L. & Luczak, H. (2003). Augmented reality (AR) for assembly processes design and experimental evaluation. In *Proceedings of International journal of Human-Computer interaction* 16 (3), pp. 497–514.

Wilson, D., Martin, A. & Gilbert, J (2012). *iTech:An Interactive Virtual Assistant for Technical Communication*. Available online at <http://www.intechopen.com/books/management-of-technological-innovation-in-developing-and-developed-countries/itech-an-interactive-virtual-assistant-for-technical-communication>, checked on 6/17/2015.

Acknowledgement

The research described in this paper was conducted within the project AmbiWise funded by the German Ministry of Education and Research under grant number V4ISS035.

Contact Information

Fabian Quint
fabian.quint@dfki.de
German Research Center for Artificial
Intelligence
Trippstadter Straße 122
67663 Kaiserslautern

Frieder Loch
frieder.loch@dfki.de
German Research Center for Artificial
Intelligence
Trippstadter Straße 122
67663 Kaiserslautern

Visual PLM - Integrating 3D data in PLM

Reiner Schlenker¹, Patrick Müller², Giacomo d'Antonio³

Software Development, CONTACT Software¹

Product Management and Consulting, CONTACT Software²

Software Development, CONTACT Software³

Abstract

Factory floor employees need various kinds of PLM data like CAD drawings, status information, BOMs. If they have direct and easy access to the PDM/PLM software the production process can be improved in terms of efficiency and quality while the support effort for other departments decreases. To navigate and access the desired information can become a hard task for inexperienced users because the software is often quite complex to handle and the relevant information objects reside in different parts of the system. These user groups ask for an easier and visual access to the product information. The visual artifacts are created in the CAD departments and visualizing the products in the past has mainly been realized by a loose integration of 3rd party viewers or basic previews of the documents. The viewers can interpret native CAD formats and are capable of many specialized CAD features. While this improved the user experience in some scenarios there is still a gap of a complete visual access to product information. Our paper shows a different and new approach with a tighter and user-friendly integration of the 3D Viewer where the 3D model is displayed in a CAD neutral format. This allows the support of new ways of interaction and navigation within the PLM system adding value to PLM users without CAD know-how and installed CAD software.

1 Introduction

In the digital factory CAD data from the engineering process need to be integrated in the production process (Kühn 2006). While PDM (Product Data Management) or PLM (Product Lifecycle Management) has to fulfill these requirements in theory the practical implementations in the according software systems do not cover all use cases because the integration of CAD data is not deep enough and in many cases still based on downstream generated simple visualization data. Additionally, PDM/PLM software is often quite complex and inexperienced users have problems to find the desired information or artifacts. These user groups can gain higher efficiency with a visual product navigation and integrated

PLM data access. A general concept is to leverage the 3D models that are created in the construction departments in the company. In the past, 3D geometries became a commodity in engineering and they are a natural result of CAX methodology. 3D has value to almost every PLM user and one of the key features of PLM software is to make these 3D models easily available for other business units because CAD systems are normally installed on a limited number of work stations (Sendler 2009, p.112). The classical approach to leverage 3D data is by external 3rd party viewers that support the native file format of the CAD system. While this has been sufficient for many years there is an increasing demand of more integrated solutions that provide a natural interaction with the product based on the 3D models and improve the collaboration capabilities within the PLM system (Müller et al. 2013).

The basics of PLM/PDM and CAD design are considered given as a prerequisite for readers of this paper. The concepts are well established and described in various publications or practical solutions.

2 State of the art

3D is a standard in construction methodology and the resulting CAD models are an important artifact for many downstream activities in the company.

2.1 3D visualization in engineering

Besides specialized features like simulation and FEM modeling virtual 3D models of a product have various benefits for engineers in terms of communicating their work to other stakeholders in the company and reducing the development effort. Especially for complex and expensive products these models are an effective tool to demonstrate new designs to other stakeholders in the company who might decide about the budget and actual realization of a product. Impressive renderings are a trigger for emotion and strengthen the identification and pride of engineers with their designs.

2.2 3D visualization in PLM

In PLM 3D plays an important role for the interdisciplinary collaboration and communication between different divisions in the company. There are various potentials of leveraging 3D data to stakeholders outside the engineering and construction departments and often they have not been bailed out in the field (Sendler 2009, p.97).

In manufacturing, concepts like the digital factory demand a seamless integration of 3D models into the complete production process. For example, machine operators need to know about the lifecycle state of an item they are producing or assembling. They need reliable information if the item is a purchased part that might be soon out of stock. If there are quality issues related with the item, they want to communicate these to the relevant persons. The 3D representation of the product can act as the central access point and allows an easier navigation to the PLM data.

The source of 3D is CAD software and CAD documents are common objects managed with PLM systems. User groups without CAD knowledge or installed software need to view these documents and access the PLM related information.

The most basic viewing approach is to display a preview file generated from the CAD system without any functionality like rotating or zooming. For these features the PLM system needs to provide an actual 3D viewing possibility. This has been realized for many years by configuring the PLM system to support external 3rd party viewers. These viewers support different native CAD and neutral file formats such as 3D-PDF. The viewers often have special CAD-oriented features but lack of a deeper integration with the PLM system. The use cases are focused on the viewing aspect.

With increasing customer demands to PLM and technological progress the classic approach comes to its limits and new solutions which support additional use cases need to be explored and implemented. These use cases are mainly the following:

- Show item and BOM information
- Geometric navigation to PLM data and processes
- Virtual design review and issue reporting
- State change and release workflows
- Viewing of product variants
- Analysis of digital mockups
- Advanced collaboration features
- Using 3D models for technical documentation and marketing material

3 Spatial Connect – integrate 3D deeper into PLM

Spatial Connect is a new component of the PLM system CIM DATABASE that supports the above mentioned use cases extending the single viewing features. To the user it blends in the PLM system and allows new forms of data visualization and process integration. The following sections provide insight into the core features and concepts. Examples show the new possibilities in PLM practice.

3.3 Basic features

The viewing component is based on a neutral file format that is generated from the CAD files in the PLM system by a server side conversion tool. This file format allows to link PLM data to the designs independently from CAD specifics while the original connection to the CAD document is preserved.

The viewer is embedded seamlessly into CIM DATABASE PLM. There is no additional configuration effort and no 3rd party software needs to be installed and configured. Figure 1 shows a screenshot with the basic viewing capabilities as they are part of the existing external viewer solutions.

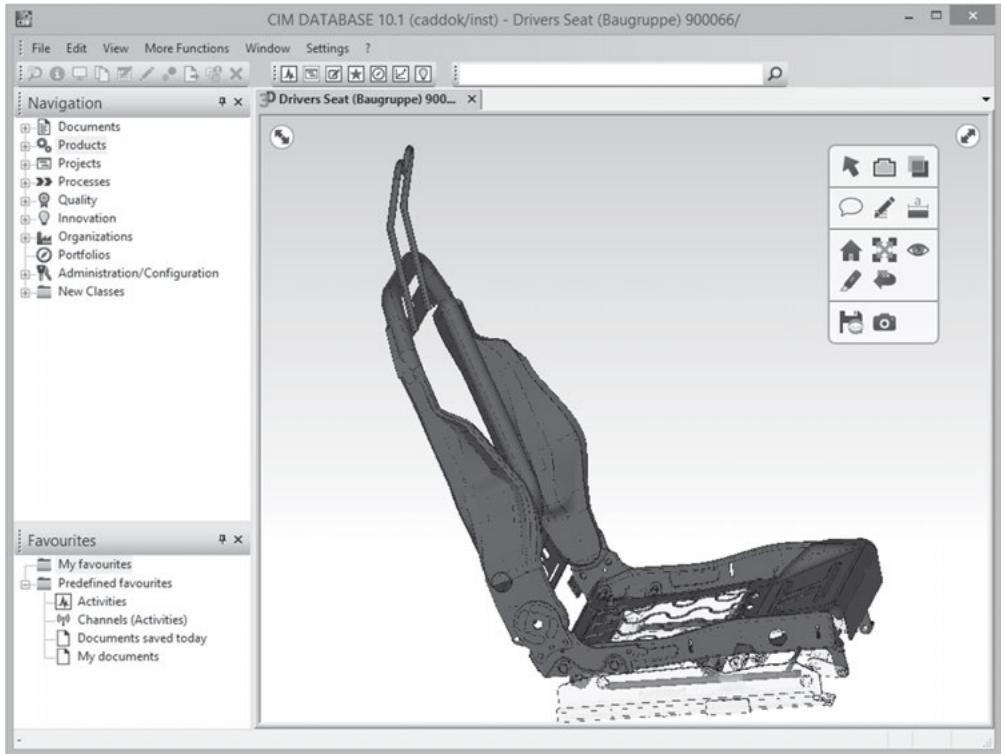


Figure 1: The embedded viewer with the basic features

3.4 PLM related features

The actual benefit for the users is based on the support of PLM related use cases that exceed the standard ones provided with usual external solutions. This is realized by semitransparent overlays that contain the desired information and features. Figure 2 shows a screenshot with the overlays and the following sections explain the additional features. The screenshot is optimized for the printed paper to demonstrate the features. On standard monitors the elements are not so densely arranged and the user interface looks cleaner.

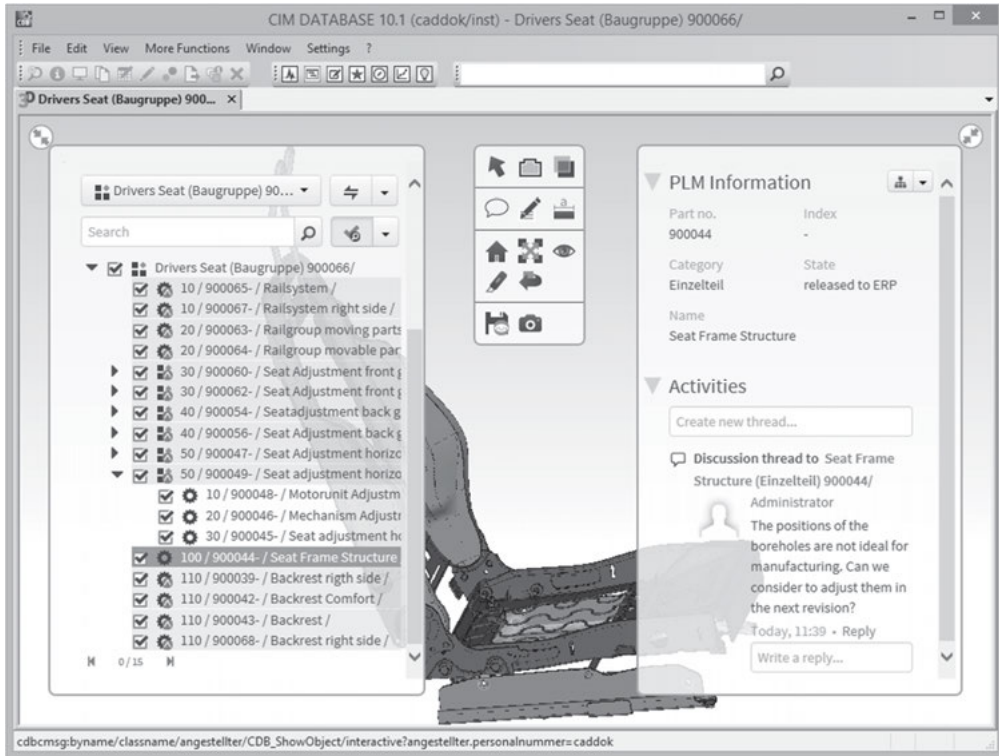


Figure 2: The embedded viewer with semitransparent overlays containing specific PLM features

3.4.1 Geometric item-based navigation

The viewer allows new ways of navigating in complex product structures. The users can open a semi-transparent overlay and in addition to the CAD-model they can choose the item-related product structure. Here they select the desired part in the 3D model or the product tree and it is highlighted in both controls. External viewers allow this feature usually in the CAD generated structure without any connection to PLM related objects.

3.4.2 Access master data of items and products

The tree view of the product structure contains the most important attributes of the master data like item number and title. Further attributes are displayed in the overlay at the right side in the collapsible “PLM information”.

3.4.3 Visual identification of the status

The status of an engineering document or an item is a very important subject of the product lifecycle. For example, machine operators on the factory floor need to know which items are released or still in progress. The users can set filters that highlight the objects in the product

structure and in the 3D model depending on their lifecycle state. Figure 2 shows the released items highlighted in green.

3.4.4 Execute PLM tasks

Tasks like state changes can be executed directly in the context of the 3D model. This brings more transparency to the process and increases efficiency because the user does not need to navigate anymore between the external viewer and the PLM object.

3.4.5 Collaboration features

Common collaboration and review features in the engineering process like redlining and annotations are managed by the PLM system and transparent through the complete lifecycle. An additional feature is the integration of the activity stream, a social media influenced component, which has been described in the 2014 Smart factories workshop (Schlenker & Müller 2014).

3.4.6 Export common graphic formats

Product visualizations usually have to be generated by the engineering departments or at least by people who have the CAD software installed and access to the CAD data. This creates additional and unnecessary work load in the engineering departments and increases the communication effort. With our solution basically all PLM users can export graphic files on their own, addressing different kinds of documents in the company, e.g. technical documentation or marketing materials. They can create individual views of the 3D model by rotating and zooming then exporting them into a common graphic file format like PNG.

4 Findings and outlook

The software component was developed in a short amount of time and the features are considered to lower the barrier of accessing PLM information and enabling new ways of interaction within the PLM system.

4.5 Methodology

The first version of the software component was developed in an agile environment and implemented within a short time frame of about three months. This could be achieved because the technological foundation was established in a prior research project and user centered design methods were applied within the agile project frame. The starting point for the development was the user interface (UI) which was designed with rapid prototyping methods in the inception phase of the project. The UI concept was commonly accepted based on the initial mockup designs and the team could start with the actual implementation in an early stage of the project. This allowed the improvement of the software in the following project iterations incorporating feedback from various stakeholders. The foundations were a

clear product vision and mockups that transported the idea of the software component to the complete team in the early stage of the project.

4.6 Product features

The bias of the project was to create new ways of interaction in the PLM system that improve the navigation and integrate different types of information in one software component especially for persons that use the PLM system infrequently by a deeper integration of the 3D model. In the past 3D viewing was a secondary feature which was available after the users had navigated to the desired PLM objects. With Spatial Connect they can start their PLM tasks based on the 3D model which is a more natural way of navigation than in abstract product structures. For many user groups this can be the central starting point in the PLM system which might result in an easier learning curve and higher efficiency. This has to be evaluated in the future when the component will be part of the official software release. Additionally, new use cases that have not been possible so far might emerge when the component will be used by a wider audience.

5 References

- Kühn, W. (2006). Digital factory: simulation enhancing the product and production engineering process. In *Proceedings of the 38th conference on Winter simulation*. Winter Simulation Conference, pp. 1899–1906.
- Müller, P. et al. (2013). *Kollaborative Produktentwicklung und digitale Werkzeuge: Defizite heute – Potenziale morgen* P. D.-I. R. Stark et al., eds., Fraunhofer-Institut Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK.
- Schlenker, R. & Müller, P. (2014). The activity stream: applying social media concepts in PLM. Mensch & Computer 2014–Workshopband: 14. Fachübergreifende Konferenz für Interaktive und Kooperative Medien–Interaktiv unterwegs–Freiräume gestalten, p.265.
- Sendler, U. (2009). *Das PLM-Kompodium: Referenzbuch des Produkt-Lebenszyklus-Managements*, Springer Science & Business Media.

Contact information

Reiner Schlenker, Manager User Experience, reiner.schlenker[at]contact-software.com

Patrick Müller, Product Manager PLM, patrick.mueller[at]contact-software.com

Giacomo d'Antonio, Senior Software Engineer, giacomo.dantonio[at]contact-software.com

CONTACT Software GmbH, Wiener Straße 1-3, D-28359 Bremen, Germany

Sichere Vernetzung von Geräten in Smart Factories mit MQTT

Martin Maritsch, Christian Kittl, Thomas Ebner

evolaris next level GmbH

Zusammenfassung

Smart Factories sind Produktionsstandorte, welche in der Lage sind, sich weitestgehend ohne menschliches Zutun zu organisieren. Dies soll durch verstärkte Kommunikation der Maschinen untereinander ermöglicht werden. Dabei spielt das Internet of Things (IoT), also die Vernetzung von Geräten, eine große Rolle um eine zentrale Datenauswertung durchzuführen. Da mitunter sensible Daten übertragen werden, ist es wichtig, auf eine geeignete Sicherung der Übertragung zu achten. Wir präsentieren das MQTT (Message Queue Telemetry Transport) -Protokoll, welches sich hierfür sehr gut eignet. Neben einigen Features, die für IoT-Anwendungen von Relevanz sind, ist es auch mit vergleichsweise geringem Aufwand möglich, die Datenübertragung zu sichern.

1 Einleitung

Das Internet of Things (IoT) basiert auf der Vernetzung von *Dingen* und der Auswertung der generierten Daten. Speziell im Rahmen von sogenannten Smart Factories (vgl. Westkämper & Jendoubi 2003, Kagermann et al. 2013) an Produktionsstandorten ist die Vernetzung von Produktionsgeräten und –maschinen wichtig: Telemetriedaten von Geräten lassen unter anderem Rückschlüsse auf die Auslastung und den korrekten Gebrauch zu. Des Weiteren lassen sich auch potenziell nötige Wartungsarbeiten vorhersehen, um so die Ausfall- bzw. Standzeit von Geräten so gering wie möglich zu halten.

Für die Vernetzung einer Vielzahl an Geräten ist eine sinnvolle Architektur unerlässlich. Diese soll eine hohe Verbindungsverfügbarkeit gewährleisten und jederzeit einfach um neue Geräte erweitert werden können. Auch die Sicherheit spielt eine nicht zu vernachlässigende Rolle, vor allem dann, wenn Daten von Geräte an verschiedenen Standorten zentral aggregiert werden sollen und diese über unsichere Kanäle – wie insbesondere das Internet – übertragen werden sollen. Im Folgenden geben wir einen Überblick über ein IoT-Protokoll, welches von uns im Rahmen eines Projektes als das für diese Anforderungen am besten geeignete ausgewählt und eingesetzt wurde. Inhalt des Projektes war die Vernetzung eines

Messgeräts, welches im Automotive-Bereich von Motorenentwicklern vor Ort eingesetzt wird, mit dem Messgeräthersteller zum Zweck der laufenden Kontrolle des Betriebsstunden, um rechtzeitige Wartungen automatisiert auslösen zu können.

2 Vergleich verschiedener Protokolle

Es gibt unzählige Protokolle, welche für die Datenübertragung zwischen dislozierten Geräten und einer zentralen Stelle in Frage kommen. In Tabelle 1 ist ein Vergleich zwischen MQTT und 2 der gängigsten Netzwerkprotokoll-Standards dargestellt.

	MQTT	HTTP	Email (SMTP)
Transport-Protokoll	TCP/IP	TCP/IP	TCP/IP
Sicherheit	optional (TLS)	optional (TLS)	optional (TLS)
Unterscheidung zwischen publizierenden und abonnierenden Geräten	Ja	Nein (muss implementiert werden)	Nein
One to Many bzw. Many to One	Ja	Nein (muss implementiert werden)	Ja
Einfache Integration neuer Geräte und Services	Ja	Nein (muss implementiert werden)	Nein (Muss implementiert werden)
Quality of Service	Ja (At most once, At least once, Exactly once)	Nein (muss implementiert werden)	Nein
Protokollspezifischer Nachrichten-Overhead	2 Byte + variabler Header (~ 3 Byte)	200 – 2000 Byte (typisch 750 Byte)	~ 1000 Byte

Tabelle 1: Vergleich verschiedener Protokolle

3 MQTT

Message Queue Telemetry Transport (MQTT) ist ein Übertragungsprotokoll, welches speziell für Machine-to-Machine Kommunikation (M2M) entwickelt wurde. Aufgrund seines Aufbaus, welcher einen stark reduzierten Overhead verglichen mit anderen Protokollen aufweist, eignet es sich vor allem für die Kommunikation in Bereichen mit eingeschränkten Netzwerken und limitierten Bandbreiten. Des Weiteren unterscheidet sich MQTT von anderen Protokollen durch seine Infrastruktur: Basierend auf einem Publish-Subscribe-Modell (siehe Abbildung 1) werden Nachrichten zwischen Sendern und Empfängern über eine zentrale Einheit geleitet: den Message Broker.

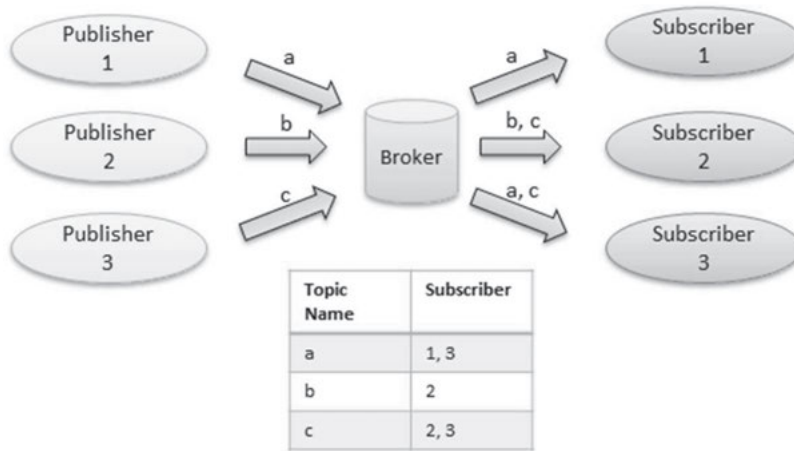


Abbildung 1: Publish-Subscribe Modell (eigene Darstellung)

Dabei ist es auch möglich eine Hierarchie an Message Brokern aufzubauen (Bridging). So kann beispielsweise an jedem Produktionsstandort ein Broker installiert werden, welcher als Bridge zwischen Geräten und zentralem Broker dient.

In den folgenden Kapiteln werden die für unsere Anwendung relevantesten Konzepte von MQTT beschrieben.

3.1 Topics

Die Kategorisierung der Nachrichten wird durch das Konzept von Topics ermöglicht. Diese bieten die Möglichkeit, Nachrichten in Hierarchien (ähnlich wie in einem Forum) abzulegen. So bietet sich für Empfänger die Möglichkeit, auszusuchen, welche Nachrichten er erhalten möchte. Dabei sind auch Wildcards in den Topic-Namen erlaubt (+: Single Level, #: Multi Level)

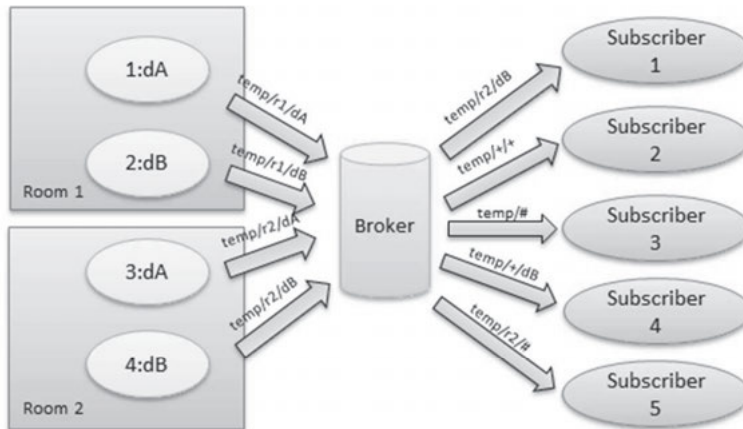
Die Topic-Hierarchie kann beispielsweise benutzt werden, um Publisher in verschiedene Kategorien einzuteilen.

In unserem Beispiel gibt es 2 Räume mit jeweils 2 verschiedenen Geräten, die ihre Temperatur im MQTT-Netzwerk in verschiedene Topics publizieren:

- *temperature/room1/deviceA*
- *temperature/room1/deviceB*
- *temperature/room2/deviceA*
- *temperature/room2/device*

Die Topics *roomX* bzw. *deviceX* bieten nun umfassende Möglichkeiten, die gewünschten Daten zu erhalten (siehe auch Abbildung 2):

- *temperature/room1/deviceB* Daten von Gerät B aus Raum 1
- *temperature/+/+* bzw. *temperature/#* Daten von allen Geräten aus allen Räumen
- *temperature/room2/+* Daten von allen Geräten aus Raum 2
- *temperature/+/deviceA* Daten von allen Geräten mit dem Namen A



Subscriber	Topic Filter	Nachrichten von Geräte ID
1	<i>temp/r2/dB</i>	4
2	<i>temp/+/+</i>	1, 2, 3, 4
3	<i>temp/#</i>	1, 2, 3, 4
4	<i>temp/+/dB</i>	2, 4
5	<i>temp/room2/+</i>	3, 4

Abbildung 2: Verschiedene Subscriber-Möglichkeiten (eigene Darstellung)

3.2 Quality of Service

Ein weiteres Feature von MQTT ist Quality of Service (QoS). Jede Nachricht kann mit einem QoS versehen werden. Je nach QoS ist eine unterschiedliche Behandlung der Nachricht betreffend der Zustellung vorgesehen (siehe Tabelle 2).

QoS Level	Zustellung	Zustellgarantie
0	max. 1x	Keine Garantie; „Best Effort“
1	min. 1x	Garantierte Zustellung; Duplikate möglich
2	genau 1x	Garantierte Zustellung; keine Duplikate möglich

Tabelle 2: Quality of Service

QoS 0 entspricht dem *Fire & Forget*-Prinzip: Sobald eine Nachricht das Gerät verlassen hat, wird sie verworfen. Im Gegensatz dazu wird bei QoS 1 & 2 auf eine Bestätigung gewartet,

dass die Nachricht (mindestens) ein Mal zugestellt wurde. Erst danach darf die Nachricht vom Sender verworfen werden. Höhere QoS-Levels bedeuten mehr Netzwerk-Traffic und höhere Latenzzeiten, da pro Nachricht mehrere Kontroll- und Bestätigungs-pakete zwischen den Entitäten in der Architektur ausgetauscht werden müssen. Nachdem MQTT als Leichtgewichts-Protokoll spezifiziert ist und nicht alle Anwendungen eine garantierte Zustellung benötigen, hat man die Wahl des QoS dem Anwender überlassen.

3.3 Last Will

Ein weiteres für IoT relevantes Konzept, welches von MQTT angeboten wird, ist *Last Will*. Ein Subscriber kann dem MQTT Broker beim Herstellen der Verbindung seinen *Letzten Willen* mitteilen. Dabei handelt es sich um eine MQTT-Nachricht und ein Topic, welche vom MQTT-Broker bei Abbruch der Verbindung mit dem Gerät veröffentlicht wird. Der Abbruch der Verbindung wird durch ein Ausbleiben der Pings eines Gerätes über einen definierten Zeitraum detektiert. Somit kann zum Beispiel ein Ausfall von Geräten in der Infrastruktur in Echtzeit überwacht werden.

4 Sicherheit

Die Sicherheit in Netzwerken spielt in vielen Anwendungen eine entscheidende Rolle und muss bereits bei der Planung des Systems berücksichtigt werden. Vor allem wenn Daten über unsichere Kanäle wie das Internet übertragen werden, ist eine angemessene Verschlüsselung, etwa mittels TLS, unumgänglich.

4.1 TLS

Transport Layer Security (TLS) bietet eine gute und einfache Möglichkeit, die Übertragung von MQTT-Nachrichten zwischen Geräten und dem zentralen Broker zu sichern.

Da TLS nichts mit MQTT direkt zu tun hat sondern im OSI-Modell eine Stufe darunter liegt (Transportebene) wird an dieser Stelle nur kurz darauf eingegangen.

TLS sollte aus folgenden Gründen verwendet werden:

1. Es bietet eine sichere Übertragung über potenziell unsichere Kanäle (z.B. Internet)
2. Wenn Client-Authentifizierung mittels Zertifikaten verwendet wird, kann der Broker gegenüber den Geräten seine Authentizität bezeugen. Umgekehrt kann der Broker die Authentizität der Geräte überprüfen.
3. Client-Zertifikate können auch dazu verwendet werden, die Integrität von Geräten sicherzustellen. Aufgrund des Zertifikates kann der Zugriff von Geräten auf bestimmte Topics vom Broker verweigert werden (z.B. welches Gerät darf in welches Topic publizieren)

5 Praxis

Lightweight-Protokolle wie MQTT gewinnen – mit dem Boom des IoT – zunehmend an Bedeutung, da es gilt, eine Vielzahl von Geräten einfach und schnell zu vernetzen. Auch Facebook hat zur energiesparenden und schnellen Nachrichtenübertragung für den *Facebook Messenger* MQTT verwendet (Zhang 2011).

Folgende Vorteile wurden von uns bei Anwendungen mit MQTT im Vergleich zu den am meist verbreiteten Netzwerkprotokollen (HTTP, SMTP) beobachtet:

- Strom-/Batterieeinsparungen auf Client-Geräten (vgl. Nicholas 2012)
- Bandbreiteinsparungen
- Viele gleichzeitige Verbindungen auf einem Broker möglich (in Größenordnungen von mehreren 100.000, zum Vergleich schafft ein Apache2-Server standardmäßig nur 150 gleichzeitige Verbindungen¹)
- Kürzere Latenzzeiten

In Tests konnten wir auch über relativ instabile Verbindungen (Gerät in den USA mit lokaler Mobilfunkanbindung über das Internet zu unserem MQTT-Broker in Graz verbunden) durchaus akzeptable Latenzzeiten von unter 500 Millisekunden erreichen. Die durchschnittliche lokale Latenz hat für Nachrichten mit verschiedenen Payload-Größen in unseren Tests im Schnitt 58 Millisekunden betragen. Dabei wurde der Weg vom Publisher über den Broker bis zum Subscriber inklusive TLS Verschlüsselung gemessen. Das MQTT-Protokoll spezifiziert auch eine Authentifizierung mittels Benutzername und Passwort, deren Durchführung dem jeweiligen MQTT-Broker obliegt. Diese ist natürlich nur über einen sicheren Kanal (z.B. Intranet) bzw. gesicherten Kanal (z.B. TLS über Internet) sinnvoll. Da unsere Architektur generell mit TLS-geschützten Verbindungen arbeitet, haben wir uns entschlossen, die Clients mit TLS-Zertifikaten auszustatten, welche deren Authentizität gegenüber dem Broker gewährleistet. Somit wäre eine zusätzliche Benutzererkennung mittels Benutzername-Passwort-Paar redundant.

Für MQTT sind bereits über 40 Client-Bibliotheken verfügbar, welche eine einfache Integration in bestehende Lösungen in verschiedensten Programmiersprachen gewährleisten.

In unserer Architektur verwenden wir einen Java-Service, welcher am Broker ein Topic abonniert, die dort publizierten Telemetriedaten parst und anschließend in einer Datenbank ablegt. Je nach Inhalt der Telemetriedaten werden Workflows getriggert, welche z.B. bei kritischen Werten automatisch Alarm-SMS versenden bzw. Mitarbeiter zur Nachforschung auffordern (siehe Abbildung 3).

¹ vgl. <http://stackoverflow.com/a/13373244> (abgerufen am 19.06.2015)

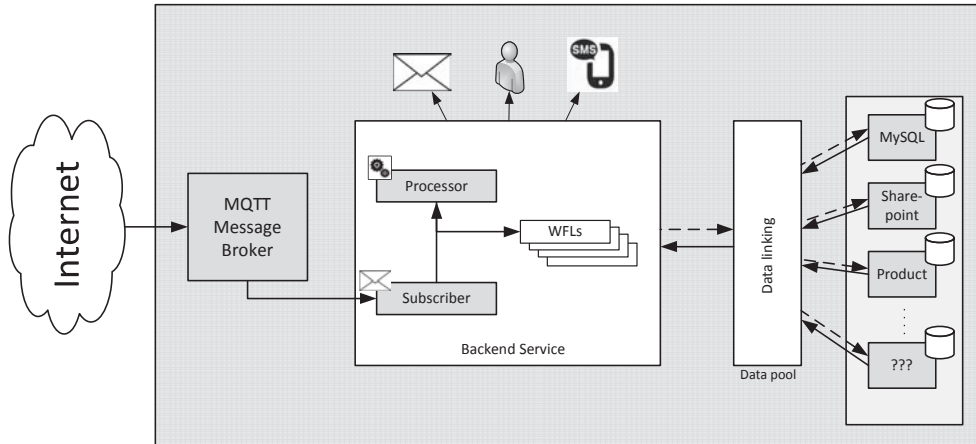


Abbildung 3: Architektur eines Telemetriesystems mit automatischer Datenverarbeitung mittels MQTT Message Broker und nachgelagerten Workflows (WFLs)

6 Schlussteil

MQTT bietet eine einfache Möglichkeit, eine große Anzahl an Geräten für das IoT miteinander zu vernetzen. Auf Grund seiner Eigenschaften ist es auch für Geräte in eingeschränkten Umgebungen, sei es nun die Stromversorgung oder Internetanbindung, sinnvoll zu verwenden. Das Protokoll eignet sich für verschiedenste Einsatzszenarien und bietet auf Grund seiner Features speziell für das IoT klare Vorteile gegenüber den weit verbreiteten Netzwerkprotokollen wie HTTP oder SMTP und wird aufgrund der rasch voranschreitenden Verbreitung von IoT-Vernetzung und der genannten Vorteile künftig eine sehr weite Verbreitung finden..

Literaturverzeichnis

- Kagermann, H., Walster, W. & Helbig, J. (Hrsg.) (2013). *Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern; Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0*, Forschungsunion Wirtschaft - Wissenschaft, Promotorengruppe Kommunikation; Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V. –acatech, http://forschungsunion.de/pdf/industrie_4_0_abschlussbericht.pdf, abgerufen am 17.6.2015
- Nicholas, S. (2012). Power Profiling: HTTPS Long Polling vs. MQTT with SSL, on Android, <http://stephendnicholas.com/archives/1217>, abgerufen am 16.6.2015
- Westkämper, E. & Jendoubi, L. (2003). Smart Factories - Manufacturing Environments and Systems of the Future. In Bley, H. (Hrsg.): *Progress in Virtual Manufacturing Systems*. Proceedings. 36th CIRP International Seminar on Manufacturing Systems, June 03-05, 2003, Saarbrücken: S. 13-16
- Zhang, L. (2011) *Building Facebook Messenger*. <https://www.facebook.com/notes/facebook-engineering/building-facebook-messenger/10150259350998920>, abgerufen am 17.6.2015

Kontaktinformationen

evolaris next level GmbH
Hugo-Wolf-Gasse 8-8a, A-8010 Graz
Martin.Maritsch@evolaris.net
www.evolaris.net

Mobiles Wissensmanagement in der Industrie 4.0

Peter Brandl¹, Helmut Aschbacher², Sabine Hösch³

Smart Production Solutions, evolaris next level GmbH¹

R&D Projects & Service Management, XiTrust Secure Technologies GmbH²

Consulting & Project Management, XiTrust Secure Technologies GmbH³

Zusammenfassung

Wissensmanagement gewinnt in der Industrie zunehmend an Bedeutung. Informationen sollen schichtübergreifend verfügbar sein, Mitarbeiter effizient für neue Tätigkeiten qualifiziert und Wissen über Generationen hinweg vermittelt werden. Der Beitrag zeigt hierzu Konzepte und konkrete Umsetzungen basierend auf mobilen Technologien auf, die im Rahmen des Förderprojekts Assist 4.0 entwickelt und evaluiert werden.

1 Einleitung

Wir stehen an der Schwelle einer menschenzentrierten (R)evolution in der intelligenten Fabrik der Zukunft (Wahlster 2012). Notwendige Entwicklungen sowohl im technologischen (Social Software, Semantic Technologies, User Profiling, Big Data, ...) als auch im sozialen Bereich (Benutzer-generierte Inhalte, Zugriff auf kollektive Intelligenz, ...) sind mittlerweile ausreichend weit entwickelt, dies zu ermöglichen. Eine Informations- und Kommunikationstechnologie-affine junge Generation bringt ihr Wissen, ihre Kreativität und ihre netzwerkorientierte Denkweise mit in moderne Produktionsumgebungen. Zeitgleich profitieren 50+ Mitarbeiter in ihrem privaten Kontext von menschen-zentrierten Technologien. Der Einsatz dieser Technologien als Assistenzsysteme in der Industrie ist daher vielversprechend.

Jeder Mitarbeiter sammelt Erfahrungen, wenn er eine Aufgabe durchführt. Um dieses Wissen für andere Mitarbeiter oder die nächste Generation von Mitarbeitern verfügbar zu machen, müssen diese gesammelten Erfahrungen gespeichert werden. Die Hauptherausforderung ist diese Erfahrungen als Wissensbasis zu speichern und die Möglichkeit zu bieten, diese Daten

wiederzuverwenden. Dieser Prozess des Sammelns, Weiterentwickelns, Teilens und effektiven Nutzens von Wissen wird unter dem Begriff „Wissensmanagement“ zusammengefasst (Davenport 1994). Aktuelle Wissensmanagementsysteme verwenden hauptsächlich textbasierte Daten und beschäftigen sich mit explizitem Wissen. Die Autoren beschreiben ihr Wissen, welches entweder von ihnen selbst oder automatisch auf Stichwort-Basis indiziert wird. Diese Systeme sind nur bedingt geeignet, um praktisches implizites Wissen in der Industrie zu speichern und für alle Mitarbeiter verfügbar zu machen.

Auf der i-KNOW Konferenz 2014¹ lag ein Hauptfokus von Wissensmanagement auf „Smart Production“. Wenger-Trayner² (Wenger-Trayner Consulting) unterstrich die Notwendigkeit, datenbasierte und sozial getriebene Ansätze des Wissensmanagements zu kombinieren, um den Anforderungen der Industrie gerecht zu werden. Huberman³ (HP Labs) beschäftigte sich mit der Transformation in Bezug auf die Art und Weise, wie Inhalte im Web von Menschen produziert, geteilt, klassifiziert und bewertet werden. Offensichtlich ist Aufmerksamkeit die Ressource, nach der alle streben (Ferscha 2014). Es gibt großen Bedarf an neuen Möglichkeiten, Inhalte mit maximalem Informationsgehalt für den Nutzer zu generieren.

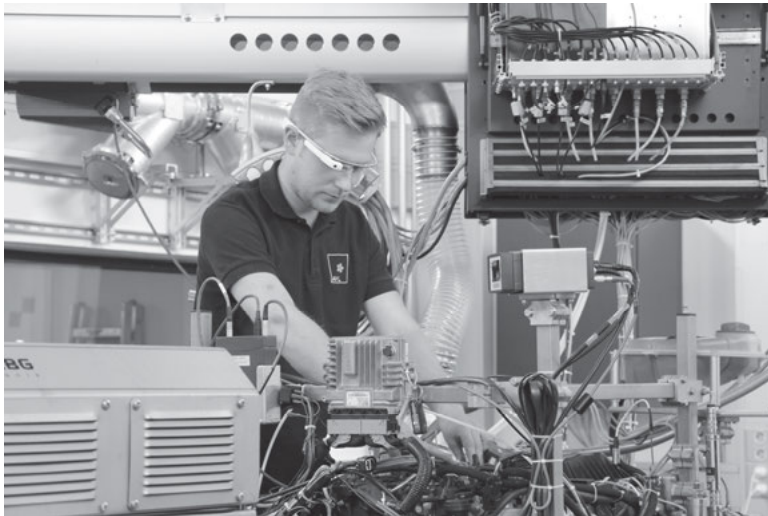


Abbildung 1: Wissen wird mit Hilfe von mobilen Endgeräten (z.B. Datenbrillen) dokumentiert und abgerufen

Es gibt bereits einige Anwendungsfälle in der Industrie, in denen Wikis (Stocker et al. 2012), Weblogs und soziale Netzwerke eingesetzt werden, um Wissensmanagement und soziale Interaktion über Gruppen, Abteilungen und organisatorische Grenzen hinweg zu unterstützen. Allerdings beschränken sich diese derzeit auf den Bürobereich. Die sehr speziellen

¹ <http://i-know.tugraz.at/> (abgerufen am 17.06.2015)

² <http://i-know.tugraz.at/keynotes/#Wenger-Trayner> (abgerufen am 17.06.2015)

³ <http://i-know.tugraz.at/keynotes/#Huberman> (abgerufen am 17.06.2015)

Anforderungen im Fertigungsbereich werden bisher von der Informationstechnologie nicht unterstützt. Um die Interaktion zwischen Teams, Abteilungen und Standorte hinweg zu ermöglichen, sind neue Wege notwendig, diese Technologien zu nutzen. Interaktionsparadigmen müssen noch einfacher und intuitiver sein (z.B. Touch, Gesten oder Sprache anstatt Tastatureingabe), extreme Umgebungsbedingungen (z.B. Hitze, Schmutz, Feuchtigkeit, Lärm) müssen berücksichtigt werden. Zusätzlich zur Sicherheit des Mitarbeiters müssen auch Datensicherheit und Datenschutz gewährleistet sein.

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Assist 4.0: Kontextbasierte mobile Assistenzsysteme für die Industrie 4.0“⁴ erforscht evolaris gemeinsam mit den Industrieunternehmen AVL List, Infineon und KNAPP AG neue Ansätze des Wissensmanagements für Service- und Instandhaltungsmitarbeiter. Inhalte werden nicht nur in Form von Texten, sondern auch multimedial (Video, Foto, Audio) und durch die Unterstützung von Tablets, Smartphones, Datenbrillen und Smartwatches erstellt (siehe Abbildung 1). Das Backend ist in der Lage, diese benutzer-generierten Inhalte zu verwalten. Darüber hinaus können die Mitarbeiter die Inhalte hinsichtlich ihrer Relevanz und Tauglichkeit im praktischen Einsatz zu bewerten. Es entsteht ein lernfähiges System, das durch die Nutzung sukzessive verbessert wird. Um die Inhalte abzusichern, werden Konzepte zur Datenintegrität und Authentifizierung entwickelt.

2 Mobiles Wissensmanagement

Durch die Unterstützung mittels mobiler Endgeräte haben Mitarbeiter die Möglichkeit, ihre Erfahrungen während der Tätigkeit zu dokumentieren und damit anderen Mitarbeitern in Zukunft ihr Wissen zur Verfügung zu stellen. Mitarbeiter werden dadurch gleichzeitig zu Konsumenten und Produzenten von Wissen. Die grundlegende Idee dahinter kann als „YouTube für die Industrie“ umschrieben werden. Inhalte werden in Form von Videos, Fotos oder Sprachmemos aufgezeichnet. Diese werden automatisch mit Metadaten versehen, zum Beispiel könnte mit einer Datenbrille ein Video aufgezeichnet werden, und dieses die Maschinen-ID als Metadatum mit sich tragen. Beim nächsten Einsatz an derselben Maschine (oder einer Maschine desselben Typs) bekommt der zuständige Mitarbeiter dieses Video als Inhalt angeboten (siehe Abbildung 2). Der Vorteil gegenüber vorgefertigten Lernvideos oder Anleitungen liegt darin, Wissen aus dem Realeinsatz der Mitarbeiter verwenden zu können.

2.1 Training on the Job

Das gesammelte Wissen kann in weiterer Folge verwendet werden, um Mitarbeiter anstatt klassischerweise außerhalb des realen Arbeitsumfeldes mit oft abstrakten Lerninhalten zu schulen nun direkt mit den mobilen Endgeräten im praktischen Kontext zu unterweisen. „Training on the job“, auch bekannt unter den Begriffen „in-situ learning“ oder „mobile workplace-based learning“, eröffnet viele Möglichkeiten, um zukünftig Mitarbeiter für neue

⁴ Gefördert im Rahmen des Programms Produktion der Zukunft vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie bmvit in Österreich. <http://www.evolaris.net/project/assist-4-0/> (abgerufen am 17.06.2015)

Aufgaben zu qualifizieren (Frohberg et al. 2009). Derzeit ist noch sehr wenig systematisches Wissen über den Einsatz von mobilen Endgeräten zu Lern- und Trainingszwecken im Industrieumfeld verfügbar. Abgesehen von ersten empirischen Studien (Pachler et al. 2011) bzw. theoretischen und konzeptuellen Diskussionen (Pimmer et al. 2010) beschäftigen sich Forschungszweige mit den Einschränkungen existierender mobiler Lernkonzepte und unterstreichen die Wichtigkeit des „Lernens im richtigen Kontext“ mit mobilen Endgeräten (Pimmer et al. 2014). Assist 4.0 bietet die Möglichkeit, gesammeltes Wissen als Lerninhalt auf mobilen Endgeräten am Arbeitsplatz abzurufen. Ergänzt wird das Spektrum durch den Einsatz von neuen Technologien wie Augmented Reality und interaktiven Schritt-für-Schritt Anleitungen.

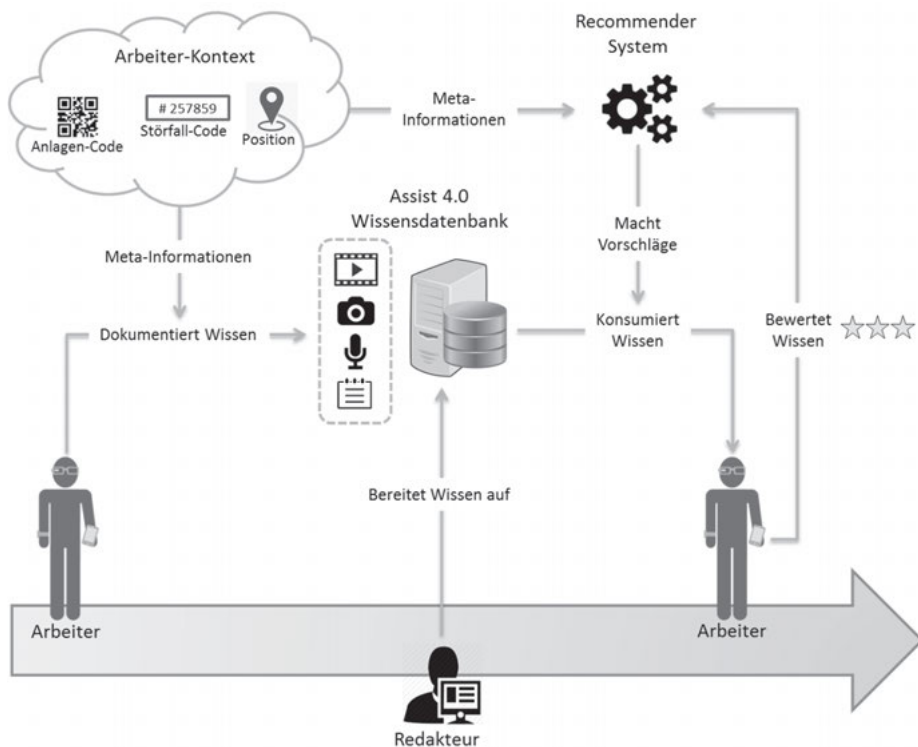


Abbildung 2: Übersicht des Assist 4.0 Wissensmanagement Systems

2.2 Qualität und Relevanz von Wissen

Um die Qualität des gesammelten Wissens sichern zu können, werden neben der sehr ressourcenaufwändigen redaktionellen Bearbeitung (z.B. Schneiden von Videos in kurze Sequenzen) im Forschungsprojekt zusätzlich kollaborative Ansätze erforscht. Kollaboratives Filtern ist eine weit verbreitete Technik, die oft bei Konsumgütern wie z.B. Musik oder Filmen angewandt wird, um Benutzer in der Entscheidung zu unterstützen, indem ihre Präferenzen

mit ähnlichen Bewertungen abgeglichen werden. Der Ansatz des kollaborativen Filterns eines Recommender Systems ist vergleichbar mit der Mund-zu-Mund Propaganda (Herlocker, J. 2004). Basierend auf der Information des Benutzers bieten „Recommender Systeme“ Vorschläge an, die Bewertungen anderer Benutzer mit einbeziehen und davon ausgehen, dass Benutzer mit ähnlichen Interessen in der Vergangenheit auch in Zukunft ähnliche Präferenzen teilen. Recommender Systeme allgemein können als Systeme definiert werden, die Benutzer in einer personalisierten Art und Weise zu interessanten oder nützlichen Inhalten aus einer großen gesamten Auswahl leiten oder diese selbst als Ergebnis produzieren (Burke et al. 2011; Jannach et al. 2010).

Demnach wird Wissen, das von großer Relevanz ist, durch die Bewertung der Mitarbeiter höher priorisiert als Wissen, das nur am Rande von Interesse ist. Das Recommender System wird durch die Bewertung des konsumierten Wissens während der Tätigkeit mit aktuellen Informationen versorgt, die wiederum für alle Mitarbeiter einen Mehrwert bringen.

3 Authentifizierung und Datenintegrität

Im Zusammenhang mit der Systemarchitektur wie sie in Abbildung 2 aufgezeigt ist, stellen sich im Rahmen des Forschungsprojekts rund um die Themen Datenintegrität, Authentifizierung und Privacy unterschiedliche Herausforderungen, die in der Folge skizziert werden.

3.1 Datenintegrität

Unter Datenintegrität wird im Forschungsprojekt folgender Ansatz verstanden “[...] *the property that data has not been changed, destroyed, or lost in an unauthorized or accidental manner*” (Committee on National Security Systems 2010). Das gilt besonders für die unterschiedlichen Inhalte (PDF, Videos, Schritt-für-Schritt Anleitung für mobile Geräte), die zwischen Servicetechniker und Serviceanbieter (z.B. Serviceabteilung der Firma KNAPP AG) ausgetauscht werden. Hier muss sichergestellt werden, dass die Informationen, die der Servicetechniker vor Ort an der Anlage nutzt, beim Transport nicht manipuliert wurden.

3.2 Authentifizierung

Der Begriff Authentifizierung umfasst folgende Aspekte: “[...] *the property of being genuine and being able to be verified and trusted; confidence in the validity of a transmission, a message, or message originator*” (Committee on National Security Systems 2010). Neben der Tatsache, dass die Inhalte nicht verändert werden, ist es wichtig, dass die Inhalte originären Ursprungs sind (also ein tatsächlich von der Serviceabteilung der Firma KNAPP AG erstellter und freigegebener Inhalt). Es muss eine eindeutige Nachweisbarkeit gewährleistet sein, wer der Ersteller der Informationen ist. Nur so kann verhindert werden, dass Informationen zum Servicetechniker gelangen, die nicht autorisiert sind. Neben dem Aspekt der Validität von Inhalten ist es auch notwendig, sowohl die im Einsatz befindlichen mobilen Endgeräte als auch

die Personen, die Zugang zu Informationen im Rahmen der Wartung und Instandhaltung bekommen sollen, zu authentifizieren. Dies stellt sicher, dass die oftmals vertraulichen Informationen am richtigen Endpunkt ankommen.

3.3 Privacy

Der Aspekt „Privacy“, im Sinne von *“any information relating to an identified or identifiable individual”* (Organisation for Economic Co-operation and Development 2013), wird im Forschungsprojekt dahingehend berücksichtigt, dass jeder Instandhaltungs- und Wartungsprozess darauf untersucht wird, ob Privacy-Aspekte zum Wirken kommen. Da bisher nur systemrelevante Daten gespeichert und verarbeitet werden, ist dieser Punkt derzeit nicht relevant. Allerdings werden Maßnahmen in der Systemarchitektur getroffen, um für zukünftige Anforderungen die notwendigen Werkzeuge zur Verfügung stellen zu können (z.B. Pseudonymisierungsverfahren).

3.4 Beispiel für Datenbrillen-Authentifizierung mittels QR-Code

Im Rahmen des Forschungsprojekts werden unterschiedliche Lösungen rund um die Problemstellungen „Authentifizierung“ und „Datenintegrität“ entwickelt. So werden Inhalte (PDF, Videos) mit einer elektronischen Signatur versehen, um die Authentizität und die Datenintegrität zu gewährleisten. Dabei werden die Inhalte nach einem Freigabeprozess einem im Rahmen des Projekts von XiTrust entwickelten Signaturservice übergeben. Die signierten Inhalte stehen dann in der Wissensdatenbank zur Verfügung.

Eine weitere Anwendung im Bereich Authentifizierung von Endgeräten und Benutzern wird mittels Nutzung von signierten und verschlüsselten QR-Codes umgesetzt. Die Herausforderung bei der Nutzung von Datenbrillen ist es, diese für die Servicestelle sicher zu authentifizieren, damit z.B. Schritt für Schritt Anweisungen im Rahmen von Reparaturen verschlüsselt und authentifiziert auf die Datenbrille übertragen werden können.

Wie in Abbildung 3 dargestellt, greift der Servicetechniker vor Ort mittels eines mobilen Gerätes auf Informationen aus der Wissensdatenbank zu (Punkt 1 in der Abbildung). Möchte ein Servicetechniker eine Datenbrille für einen Servicefall nutzen, muss diese Datenbrille für die Servicestelle authentifiziert werden. Dafür nutzt die Servicestelle ein sQR-Code Service, welches einen signierten und verschlüsselten QR-Code (sQR-Code) erzeugt (Punkt 2), um das mobile Device mit der Session ID aus dem Wissensmanagement System zu verknüpfen. Dieser sQR-Code wird über das mobile Gerät (z.B. Tablet PC) zur Verfügung gestellt (Punkt 3). Der Servicetechniker setzt die Datenbrille auf und scannt den sQR-Code vom mobilen Gerät ab (Punkt 4). Im Rahmen eines Authentifizierungsvorgangs wird die Datenbrille mit der Session auf dem mobilen Gerät verknüpft.

Nach diesem Schritt kann die Datenbrille mit denselben Rechten wie der am Wissensmanagement System angemeldete User mit dem mobilen Gerät auf die Wartungsdaten zugreifen (Punkt 5).

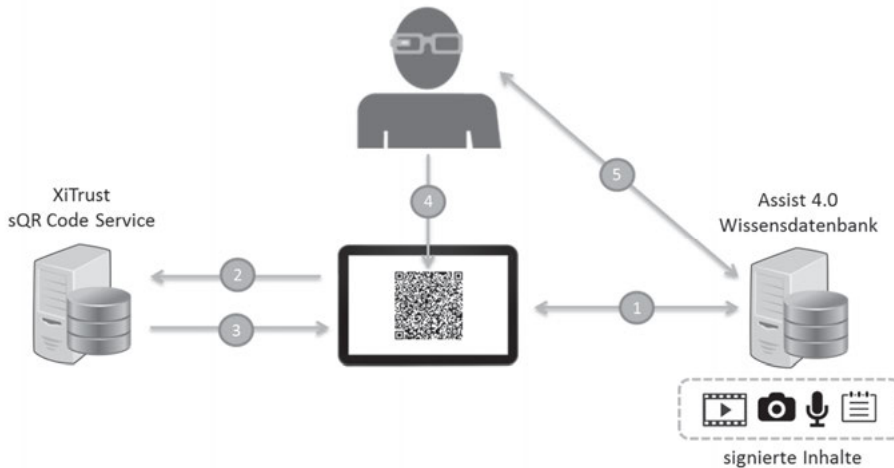


Abbildung 3: Authentifizierung mittels verschlüsselten und signierten QR Code

Damit werden im Forschungsprojekt und im späteren Echteinsatz die vertraulichen und sensiblen Daten (u.A. Maschinenteile und Wartungsanweisungen) entsprechend geschützt.

4 Conclusio

Die präsentierten Konzepte sowie die praktische Umsetzung im Zuge des Projekts Assist 4.0 zeigen Möglichkeiten auf, Wissensmanagement auf Basis von mobilen Technologien im Fertigungsbereich zu implementieren. Mittels Tablets, Datenbrillen und Smartwatches können Mitarbeiter ihr Wissen multimedial dokumentieren, die Beiträge anderer bewerten und praktisches Wissen von Kollegen kontext-bezogen abrufen. Die Absicherung der Inhalte ist durch die eigens im Forschungsprojekt entwickelte Authentifizierung der Endgeräte durch das sQR-Code Service gewährleistet.

Abseits der technischen Realisierbarkeit stellen sich vorrangig Forschungsfragen in Zusammenhang mit der Nutzung der angestrebten Lösung. Nachdem Wissen der essentielle zugrunde liegende Baustein des Systems ist, müssen Möglichkeiten evaluiert werden, die Mitarbeiter dazu zu motivieren, ihr Wissen zu teilen bzw. aktiv an der Bewertung der Inhalte teilzunehmen.

5 Literaturverzeichnis

Burke, R., Felfernig, A. & Goeker, M. (2011) *Recommender systems: An overview*. AI Magazine, 32(3):13–18.

- Committee on National Security Systems (2010). National Information Assurance (IA) Glossary. http://www.ncsc.gov/publications/policy/docs/CNSSI_4009.pdf (abgerufen am 17.06.2015)
- Davenport, T. H. (1994). *Saving IT's Soul: Human Centered Information Management*. Harvard Business Review 72 (2): 119–131.
- Ferscha, A. (2014). *Attention, Please!*, IEEE Pervasive Computing, Editors: Maria R. Ebling, IEEE Computer Society, Los Alamitos, CA, USA, Vol. 13, No. 1, pp.48-54.
- Frohberg, D., Goth, C. & Schwabe, G. (2009). *Mobile learning projects: a critical analysis of the state of the art*. Journal of Computer Assisted Learning, 25, 307-331.
- Jannach, D., Zanker, M., Felfernig, A. & Friedrich, G. (2010). *Recommender Systems – An Introduction*. Cambridge University Press.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2013). THE OECD PRIVACY FRAMEWORK., http://oecd.org/sti/ieconomy/oecd_privacy_framework.pdf (abgerufen am 17.06.2015)
- Pachler, N., Pimmer, C. & Seipold, J. (2011). *Work-Based Mobile Learning*. Work-Based Mobile Learning, Oxford.
- Pimmer, C., Pachler, N. & Attwell, G. (2010). *Towards Work-Based Mobile Learning: What We Can Learn from the Fields of Work-Based Learning and Mobile Learning*. International Journal of Mobile and Blended Learning (IJMBL), (4), 1-18.
- Pimmer, C. & Pachler, N. (2014). *Mobile Learning in the Workplace: Unlocking the Value of Mobile Technology for Work-Based Education*. Increasing Access through Mobile Learning, Athabasca University, 2014, pp. 193-203.
- Stocker, A., Richter, A., Hoefler P. & Tochtermann, K. (2012). *Exploring Appropriation of Enterprise Wikis: A Multiple-Case Study*. Computer Supported Cooperative Work, 21(2-3), 317-356.
- Wahlster, W. (2012). *Präsentation Forschungsunion: Mensch & Arbeit in der Industrie 4.0*. Umsetzungsforum Industrie 4.0. DFKI.

Kontaktinformationen

Peter Brandl, evolaris next level GmbH, Hugo-Wolf-Gasse 8-8A, A-8010 Graz

peter.brandl@evolaris.net

Helmut Aschbacher, XiTrust Secure Technologies GmbH, Grazbachgasse 67, A-8010 Graz

helmut.aschbacher@xitrust.com

Sabine Hösch, XiTrust Secure Technologies GmbH, Grazbachgasse 67, A-8010 Graz

sabine.hoesch@xitrust.com

Kompetenzvernetzung für Wertschöpfungschampions

Steffen Kinkel¹, Ralph Lichtner¹, Brita Schemmann¹, Andreas P. Schmidt¹, Sebastian Behrendt², Michael Koch², Christine Kunzmann², Alexander Richter²

ILIN Institut für Lernen und Innovation in Netzwerken, Hochschule Karlsruhe¹
Institut für Softwaretechnologie, Universität der Bundeswehr München²

Zusammenfassung

Unternehmen, die über eine hohe Wertschöpfungstiefe im Wettbewerb erfolgreich sind (im Folgenden als Wertschöpfungschampions bezeichnet), müssen ein breiteres Set von Kompetenzen beherrschen als weniger integrierte Betriebe. Ein zentraler Erfolgsfaktor hierfür ist das Überblicks- und Integrationswissen erfahrener Beschäftigter, das aber im Zuge des demographischen Wandels zusehends zu erodieren beginnt. Im Projekt ChampNet soll daher ein spezifisches *Konzept für die Kompetenzvernetzung und Personalentwicklung und ein dazu geeignetes System einer sozialen Medienumgebung* entwickelt werden. Es soll Wertschöpfungschampions ermöglichen, die für sie zentralen Integrations- und Netzwerkkompetenzen zu identifizieren und bei einer breiten Gruppe von Beschäftigten zu verankern. Dieses soll durch attraktive Inhalte und einfache Zugänge hohe Anwendungsanreize zur Bereitstellung und Teilung individueller Kernkompetenzen gewährleisten und so Nutzungsbarrieren bei den Beschäftigten minimieren. Die Lösungen werden iterativ erprobt und umfassend evaluiert.

1 Innovationskompetenz auf wenigen Schultern

Empirische Studien deuten darauf hin, dass ein rigoroses Auslagern von Wertschöpfungsprozessen keinen Königsweg darstellt, um dauerhaft wettbewerbsfähig zu bleiben. Die Studien belegen, dass Unternehmen, die viel Wertschöpfung im eigenen Haus leisten und wenig Outsourcing betreiben, eine überlegene Gesamtfaktor-Produktivität erwirtschaften (Brödner et al. 2009; Lay et al. 2009). Um dauerhaft im Innovationswettbewerb erfolgreich bestehen zu können, müssen diese für die deutsche Wirtschaft so wichtigen Wertschöpfungschampions ein breiteres Set von Kompetenzen beherrschen als weniger integrierte Betriebe.

Ein zentraler Erfolgsfaktor hierfür ist das Überblicks- und Integrationswissen erfahrener Beschäftigter, das aber meist nur auf wenige Schultern verteilt ist. Analysen der Erhebung von Innovationen in der Produktion des Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung zeigen, wo die Kompetenzen von Einzelnen direkten Einfluss auf Wertschöpfungsprozesse nehmen. Obwohl die Fähigkeit von Betrieben, neue Produkte auf den Markt zu bringen oder ihre Wertschöpfungsprozesse technisch und organisatorisch auf dem neuesten Stand zu halten, entscheidend von den Kompetenzen ihrer Mitarbeiter abhängt, zeigt sich, dass viele Unternehmen nur auf einzelne oder wenige Mitarbeiter bauen können, deren Ausfall ihre Innovationskompetenz erheblich beeinträchtigen würde (Armbruster et al. 2005). Betriebliche Innovationskompetenzen stützen sich hier auf wenige Personen mit individueller Kompetenz. Nicht einmal jeder siebte Betrieb weist eine größere personelle Redundanz auf oder besitzt geeignete Strukturen und Prozesse, sodass Innovationen weitgehend unabhängig von einzelnen Personen erreicht werden können (ebd.).

Diese Verteilung der betrieblichen Innovationskompetenzen auf nur wenige Beschäftigte stellt vor allem auch aufgrund des demografischen Wandels eine zunehmende Gefahr dar. Geeignete Lösungen zur Identifikation und Vermittlung der wichtigsten Integrationskompetenzen und zur inner-/zwischenbetrieblichen Vernetzung zentraler Wissensträger werden deshalb dringender denn je benötigt. Dies kann zum Erhalt von attraktiver Wertschöpfung und Beschäftigung bei den gut 1.300 deutschen, mittelständischen so genannten Hidden Champions beitragen.

Kompetenzvernetzung ist nicht nur bei den Angestellten im Management eines Unternehmens wichtig, sondern auch bei den Arbeitern in der Produktion von zentraler Bedeutung. Tritt beispielsweise in einer Produktionslinie ein Problem auf, so sind für die Problemlösung ad-hoc bestimmte Kompetenzen notwendig. Gleichzeitig werden bei der Problemlösung neues Wissen generiert und neue, oft innovationsrelevante Kompetenzen entwickelt. Um beides für die Zukunft in adäquater Form zu dokumentieren und die Kompetenzträger im Unternehmen zu ermitteln, ist der Einsatz von Informationstechnologie hilfreich. Diese ermöglicht nicht nur die herkömmliche ausführliche textuelle Beschreibung von Lösungsansätzen, sondern beispielsweise auch die Nutzung von audiovisuellen Verfahren für eine entsprechende Informationsdarstellung sowie eine Vernetzung der Kompetenzträger in einer sozialen Mediumgebung.

Das im Mai 2015 gestartete Projekt ChampNet wird ein spezifisches *Konzept für die Kompetenzvernetzung und Personalentwicklung und ein dazu geeignetes System einer sozialen Mediumgebung* entwickeln. Es soll Wertschöpfungschampions ermöglichen, die für sie zentralen innovationsrelevanten Integrations- und Netzwerkkompetenzen zunächst zu identifizieren und dann bei einer breiten Gruppe von Beschäftigten zu entwickeln und zu verankern. Zentral für den Erfolg solcher Systeme werden unter anderem hohe Anwendungsanreize, beispielsweise attraktive Inhalte, und einfache Zugänge sein, um die Nutzungsbarrieren bei den Beschäftigten so gering wie möglich zu halten.

2 Stand der Forschung

Das Projekt baut im Wesentlichen auf dem Stand der Forschung in den Bereichen Integrations- und Netzwerkkompetenzen, Kompetenzvernetzung mittels sozialer Medienumgebungen sowie offener Innovationsprozesse auf.

Das wettbewerbsintensive Umfeld verlangt zunehmend neue Kompetenzen von Unternehmen, wie zum Beispiel Innovationsfähigkeit, Kooperationsfähigkeit, die Fähigkeit zu kontinuierlichem organisatorischem Wandel, kulturelle Integrationsfähigkeit, Wissensmanagement- oder Problemlösungskompetenz. Damit verbunden ist die Frage wie diese Kompetenzen in Unternehmen aufgebaut, nachhaltig etabliert und gemessen werden können (Eberl 2009; Grote et al. 2006; Schreyögg & Kliesch 2003).

Die für erfolgreiche, offene Innovationsprozesse notwendige Netzwerkkompetenz und Integrationskompetenz beruht vor allem auf implizitem Erfahrungswissen (Richter et al. 2013). Eine These ist, dass insbesondere ältere Beschäftigte über wichtiges Überblicks- und Integrationswissen verfügen. Sie haben viel Erfahrungswissen, worauf bei Innovationsprozessen zu achten ist (Prozesskompetenz) und welche Informationen einen echten Mehrwert für welche Art von Innovationen darstellen (Kontextkompetenz). Außerdem verfügen sie über für ihre Arbeit und das Unternehmen wertvolle Kontakte und sind in der Lage, inner- und außerbetrieblich von maßgeblichen Personen (insbesondere beim Kunden) relevante Informationen und Erfahrungswissen für anstehende Weiterentwicklungen einzuholen (Netzwerkkompetenz) (Richter 2010). Für das Lernen in Netzwerken sind insbesondere die sozial-kommunikative Kompetenz sowie die integrierende Aktivitäts- und Handlungskompetenz essentiell, die zumeist selbstorganisiert erworben werden (Erpenbeck & von Rosenstiel 2003).

Soziale Medienumgebungen in Unternehmen (Enterprise Social Networks) eignen sich sehr gut, um entsprechende Netzwerke und Kompetenzen aufzubauen. Solche Technologien erlauben – idealtypisch – ein Arbeiten und Lernen ohne Medienbrüche und können die für Innovationen wichtigsten Tätigkeiten (Informieren, Planen, Entscheiden, Umsetzen, Bewerten, Lernen, Kommunizieren) jederzeit und ortsungebunden unterstützen (Dehnbostel 2001; Koch & Richter 2009).

Soziale Medienumgebungen haben inzwischen in vielen Unternehmen und Branchen Akzeptanz gefunden, auch wenn die konkrete Ausgestaltung immer eine neue Herausforderung darstellt (Koch & Richter 2009). Sie zielen auf die Gestaltung einer Umgebung ab, in der der Austausch und die Weitergabe von Wissen und Erfahrung stattfinden können. Diese können sich – als so genannte Social-Media-Suites – an ein breites Einsatzspektrum innerhalb des Unternehmens richten (zum Beispiel in Form eines sozialen Intranets), oder aber an spezielle Teilbereiche wie beispielsweise das Innovationsmanagement (Braun et al. 2012). Grundprinzipien sind dabei (i) Partizipation vieler, (ii) Offenheit und Transparenz, (iii) Konversation statt Einweg-Kommunikation, (iv) Vernetzung von Individuen und (v) die Möglichkeit zur Community-Bildung (vgl. Schmidt 2013). Wichtig ist dabei, dass diese Lösungen immer soziotechnische Lösungen sind, die auch eine kulturelle Passung aufweisen müssen.

3 Ziele und erwartete Ergebnisse

Folgende Punkte sollen erarbeitet werden, um praxistaugliche Antworten und Lösungsansätze für die dargestellten Herausforderungen zu finden.

1. Die Erstellung einer Bestandsaufnahme und einer Typologie der für die Sicherung einer hohen Wertschöpfungstiefe zentralen Integrations- und Netzwerkkompetenz (im Sinne eines Kompetenzkatalogs) sowie der damit verbundenen Schlüsselpersonen.
2. Die Konzeption eines Referenzmodells zur Identifikation der zentralen Kompetenzträger sowie von geeigneten soziotechnischen aber auch organisatorischen Anreizen und Methoden (beispielsweise Gamification-Elemente oder Incentives) für eine funktionierende Kompetenzvernetzung.
3. Die Entwicklung eines Gesamtkonzepts einer sozialen Mediumgebung mit dazugehöriger Personalentwicklungs- und Einführungsstrategie (inklusive Schulungskonzepten und Leitfaden für das Community Management), die einer breiten Klientel deutscher Wertschöpfungschampions zugänglich gemacht werden kann.
4. Die prototypische technische Umsetzung der Unterstützungsansätze in modularer Form zur iterativen Erprobung der entwickelten Konzepte und Methoden.
5. Die Entwicklung verschiedener Konzepte zur Evaluation der unterschiedlichen Projektergebnisse. Diese enthalten konkrete Metriken und Methoden, um die Auswirkungen der sozialen Mediumgebung auf die Verankerung der zentralen Kompetenzen bzw. die angestrebte Kompetenzvernetzung zu ermitteln.

4 Agile Entwicklung

Die Umsetzungsstrategie im Verbundprojekt beruht auf dem Prinzip agiler Entwicklungsprozesse, das eine konsequente, iterative Erprobung und umfassende Evaluierung der entwickelten Konzepte und ihrer technischen Umsetzung in den beteiligten Unternehmen vorsieht. Die zugrunde gelegte Methodik ist dabei ein Design-Based-Research-Ansatz, bei dem iterativ allgemein nutzbare wissenschaftliche Erkenntnisse und konkret für den Anwendungskontext nutzbare Lösungen in kurzen Entwicklungs- und Erprobungszyklen konzipiert, entwickelt und evaluiert werden (Ravenscroft et al. 2012). Zur Erreichung der zuvor dargestellten Ziele werden im Sinne dieses Design-Based-Research-Ansatzes folgende Arbeitspakete iterativ abgestimmt durchgeführt:

- Identifikation und Systematisierung der zentralen Integrations- und Netzwerkkompetenzen (im Rahmen von Workshops mit den Erfahrungsträgern in den beteiligten Unternehmen, explorativen Experteninterviews)

- Empirische Bestandaufnahme zentraler Überblicks-, Integrations- und Netzwerkkompetenzen (im Rahmen einer umfassenden empirischen Bestandaufnahme bei Wertschöpfungschampions)
- Konzeption und prototypische Entwicklung verschiedener Module einer sozialen Medienumgebung und deren iterative Erprobung in den beteiligten Partnerfirmen
- Evaluation und Validierung der Umsetzung der erarbeiteten Konzepte in den Partnerfirmen und Identifikation der für Drittfirmen nutzbaren, konzeptionellen und technischen *Kerne*

Durch diesen agilen Prozess soll Schritt für Schritt ein umfassendes und gemeinsames Verständnis des Problemfeldes der Kompetenzvernetzung aus sozialer, wirtschaftlicher und technischer Perspektive entwickelt und geeignete Lösungsansätze für Unternehmen erarbeitet werden.

Danksagung

Das Projekt ChampNet wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF im Rahmen des Programms „Arbeiten – Lernen – Kompetenzen entwickeln. Innovationsfähigkeit in einer modernen Arbeitswelt“ im Schwerpunkt „Betriebliches Kompetenzmanagement im demografischen Wandel“ gefördert.

Literaturverzeichnis

- Armbruster, H., Kinkel, S., Kirner, E. & Wengel, J. (2005). Innovationskompetenz auf wenigen Schultern: Wie abhängig sind Betriebe vom Wissen und den Fähigkeiten einzelner Mitarbeiter? *Mitteilungen aus der Produktionsinnovationserhebung* Nr. 35, Fraunhofer ISI, Karlsruhe, 1-12.
- Braun, S., Kunzmann, C. & Schmidt, A. (2012). Semantic People Tagging & Ontology Maturing: An Enterprise Social Media Approach to Competence Management. *International Journal on Knowledge and Learning*, 8(1/2), 86-111.
- Brödner, P., Kinkel, S. & Lay, G. (2009). Productivity Effects of Outsourcing: New Evidence on the Strategic Importance of Vertical Integration Decisions. *International Journal of Operations & Production Management*, 29 (2), 127-150.
- Dehnbostel, P. (2001). Essentials einer zukunftsorientierten Lernkultur aus betrieblicher Sicht. In Arbeitsgemeinschaft Betriebliche Weiterbildungsforschung e. V. (Hrsg.): *Arbeiten und Lernen. Lernkultur Kompetenzentwicklung und Innovative Arbeitsgestaltung*, QUEM-report, Heft 67, Berlin, 81-90.
- Eberl, M. (2009). *Die Dynamisierung organisationaler Kompetenzen. Eine kritische Rekonstruktion und Analyse der Dynamic Capability-Debatte*. Hamburg: Verlag Dr. Kovač.
- Erpenbeck, J. & von Rosenstiel, L. (2003). *Handbuch Kompetenzmessung. Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- Grote, S., Kauffeld, S. & Frieling, E. (2006). *Kompetenzmanagement – Grundlagen und Praxisbeispiele*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.

- Koch, M. & Richter, A. (2009). *Enterprise 2.0 – Planung, Einführung und erfolgreicher Einsatz von Social Software in Unternehmen*. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Lay, G., Kinkel, S. & Jäger, A. (2009). Stellhebel für mehr Produktivität: Benchmarking identifiziert Potenziale zur Steigerung der Produktivität. *Mitteilungen aus der ISI-Erhebung zur Modernisierung der Produktion* Nr. 48, Fraunhofer ISI, Karlsruhe, 1-12.
- Ravenscroft, A., Schmidt, A., Cook, J. & Bradley, C. (2012). Designing social media for informal learning and knowledge maturing in the digital workplace. *Journal of Computer Assisted Learning*, 28(3), 235-249.
- Richter, A. (2010). *Der Einsatz von Social Networking Services in Unternehmen – Eine explorative Analyse möglicher soziotechnischer Gestaltungsparameter und ihrer Implikationen*. München: Gabler Verlag.
- Richter, A., Ehms, K. & Koch, M. (2013). Ein Modell zum IT-gestützten interpersonellen Wissensaustausch. In *Proceedings Konferenz Professionelles Wissensmanagement (WM 2013)*, Passau, 144-155.
- Schmidt, A. (2013): Enterprise Social Media - Herausforderungen für die Unternehmens-IT. In *CIO Handbuch 2013/14*. Düsseldorf: Symposion Verlag.
- Schreyögg, G. & Kliesch, M. (2003). Rahmenbedingungen für die Entwicklung Organisationaler Kompetenz. In Arbeitsgemeinschaft Betriebliche Weiterbildungsforschung e. V. (Hrsg.): *QUEM-Materialien*, Nr. 48, Berlin, 1-87.

Kontaktinformationen

Prof. Dr. Steffen Kinkel

ILIN Institut für Lernen und Innovation in Netzwerken (www.ilin.eu)

Fakultät für Informatik und Wirtschaftsinformatik

Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft

Moltkestr. 30, 76133 Karlsruhe

Tel.: 0721 925-2915, steffen.kinkel@hs-karlsruhe.de

Worker-Driven Improvement of Processes in Smart Factories

Udo Kannengiesser¹, Matthias Neubauer², Chiara Di Francescomarino³,
Mauro Dragoni³, Chiara Ghidini³, Richard Heininger¹

Metasonic GmbH, Pfaffenhofen, Germany¹

JKU Linz, Institut für Wirtschaftsinformatik – Communications Engineering, Austria²

FBK—IRST, Trento, Italy³

Abstract

This paper describes an approach to collaboratively improving processes in smart factories. It is based on the idea of a meta-process for continuous improvement that involves all stakeholders. The participation of human workers is seen as vital and is fostered using a set of technologies including wiki-based social software and the S-BPM approach to process management. The paper shows how these technologies have been incorporated in a tool developed in the ongoing Factories of the Future project SO-PC-Pro.

1 Introduction

As production processes become more decentralised and fine-grained through the use of cyber-physical systems, they also get more complex and more difficult to maintain and improve (Horváth and Gerritsen 2013). Decentralising not only the execution of processes but also their design and improvement is a useful approach for dealing with this challenge (Zuehlke 2010). It requires all stakeholders to be involved in the re-design of smart factory processes. This includes not only automation engineers and IT specialists but also those with the most intimate knowledge about the day-to-day operations on the shopfloor: the workers.

Workers, as they can be considered domain experts in their field of activity, pose a valuable source for improvement ideas (Setiawan et al. 2011; Fairbank 2001). Nevertheless, they are often not involved in the innovation process (Setiawan et al. 2011; Fairbank 2001). The idea of employee participation in innovation processes is nothing new. Since the late 18th century employee suggestion systems (ESS) provide means for employee engagement and have been used to collect suggestions and ideas for improvements (Fairbank 2001). Integrating employees in the innovation process has the potential to lead to important improvements and financial benefits (Fairbank 2001). Empowering employees to take part in innovation and

improvement processes requires organizational structures facilitating employee involvement as well as adequate tools supporting employee commitment (Fairbank 2001).

This paper addresses the issue of collaborative improvement of smart factory processes based on tools developed in the ongoing Factories of the Future project SO-PC-Pro. Section 2 introduces the fundamental approach using a meta-process for collaborative process improvement. Section 3 presents a tool developed to support this approach. Section 4 concludes the paper.

2 A Meta-Process for Process Improvement

Most work on smart factories concentrates on processes and technologies supporting the effective interaction among production resources, including cyber-physical systems and human workers. These interactions form the core processes of smart factories. In this paper we propose to augment this *core process* perspective with an orthogonal one: a *meta* perspective dealing with the process of improving the core process, as shown in Fig. 1. The meta-process resembles a typical continuous improvement scenario, where workers identify and raise issues in the current process and make suggestions for process improvement. The issues and suggestions are then discussed among their peers, evaluated by decision makers and finally taken as a basis for re-designing the core process. Workers play a crucial role in this meta-process, as they are often the first to identify issues on the shopfloor and come up with potential fixes. The approach taken in SO-PC-Pro supports the workers' role in the meta-process in several ways:

- *Social software*: is used for sharing potential issues and suggestions for improvement with peer workers and managers. The software is based on wiki technology and has a simple user interface so that workers with almost no IT skills can use it.
- *Formal workflow for process improvement*: provides transparency and traceability of the meta-process. Workers can see that their inputs to the meta-process are taken seriously, as the workflow (the way it is defined in a use case implemented in a production company) forces production managers and engineers to provide them with feedback about these inputs.
- *Intuitive representation of the core process*: is needed for workers to exactly pinpoint the location of their issue or suggestion in the core process. The S-BPM approach (Fleischmann et al. 2012) is used for this purpose, as it isolates those parts of a process that are relevant to the specific worker. In addition, it represents processes using a very simple notation that can be learned by novice users within minutes.

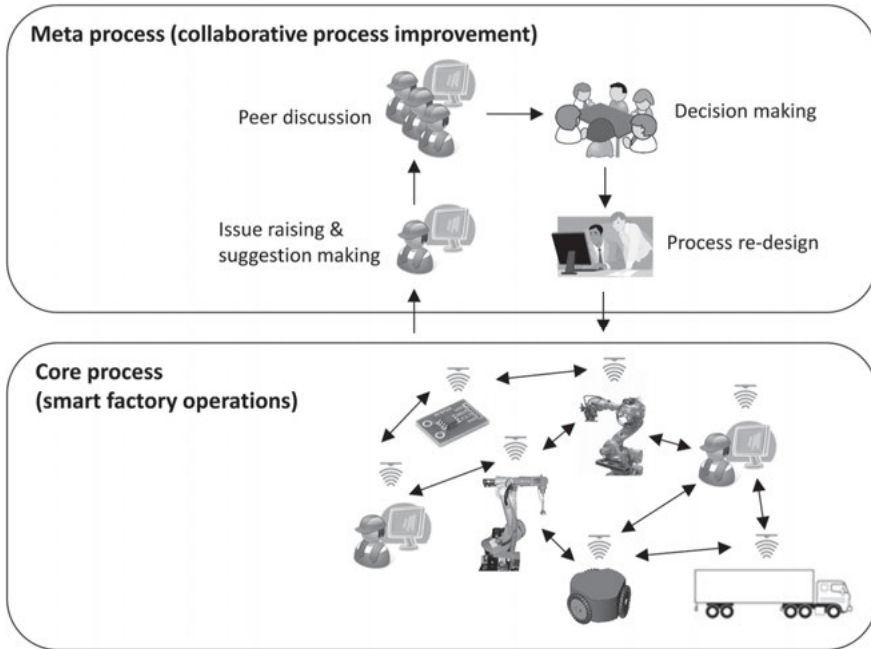


Figure 1: A meta process for collaborative improvement of core processes in smart factories

3 Architecture and Tool Support

SURF (Subject-oriented sUggestions for Re-design of Factory workplaces) provides a collaborative, user-friendly environment enabling workers to report and discuss issues and possible solutions in a context-sensitive way. The context-sensitive collection of issues and suggestions allows the provision of re-design relevant information within a subject-oriented process editor. *SURF* also comprises a workflow engine that enables transparent decision-making processes for workers and managers through defined, organisation-specific process representations.

SURF comprises three main modules: *Suggestion management and discussion*, *S-BPM workflow engine*, and *re-design*. While the first two modules aim at involving workers in the active, context-sensitive report of issues and suggestions for (core) process improvement, the latter focuses on supporting managers and engineers in the formal re-design of the process.

Suggestion management and discussion: This module concerns enabling users with no IT background to report issues and suggestions, as well as to discuss and share opinions about proposed suggestions or other topics, through simple user interfaces. *SURF* offers workers the possibility:

- to create and update issue and suggestion reports (see Fig. 2a – *I noticed that & I suggest to*), and relate them to a category (see Fig. 2a – *It concerns*),

- to choose whether and when to share reports with colleagues and/or managers (see Fig. 2a),
- to visualize the current state of their suggestion (*pending, approved or rejected*) as well as the current stage in the process of suggestion handling (see Fig. 2b – current stage is marked by the dot in the process model),
- to discuss suggestions with colleagues (see Fig. 2b – *Discussion*)
- to vote for or against suggestions (see Fig. 2b – *I like / I don't like* buttons)

(a) Creation of new suggestion

I noticed that Manually moving the DDT consumes time

I suggest to Buy a solution allowing for the automatic shift of the DDT

It concerns Document

Transportation Document
Material Entry
Purchase Order
Use Requests and Missing Needs Document

Add

ddt checker X Transportation Document X

I want to share it with

☐ Management Only (Warehouse Manager)

☐ Management Only (Quality Manager)

☐ Colleagues Only

☐ Everybody (Warehouse Manager)

☒ Everybody (Quality Manager)

Cancel Save

(b) Suggestion visualization and related functionalities

Suggestion View

Date Time 17/06/2015 03:15

Proposer User1

Report Manually moving the DDT consumes time

Suggestion Buy a solution allowing for the automatic shift of the DDT

Categories ddt checker; Transportation Document

Sharing Everybody (Quality Manager)

First Feedback

Discussion

Supporters 1

Opponents 0

Rating

Current Status Pending

Decision

Discussion

I like I don't like

View status

Discussion View

Topic

Date Time 20

User Reply

Reply I agree

Close Save

Suggestion Process

Close

(a) Creation of new suggestion

(b) Suggestion visualization and related functionalities

Figure 2: Suggestion creation and visualization for workers

S-BPM workflow engine module: This module implements the execution of the meta-process. When running an organisation-specific S-BPM *process improvement process*, it enables managers and decision makers to handle workers' suggestions in a collaborative and structured way. They are provided with a specialised user interface (not shown due to space limitations) with which they can set the status of a suggestion to *approved* or *rejected*, and textually describe their decision together with a justification (rationale). This information is then provided as feedback to the workers. When giving feedback, decision makers have the option to use a *localization analysis* feature to determine the workers potentially affected by a suggestion.

Re-design module: This module offers an S-BPM process modelling editor enhanced with re-design support (Fig. 3). Depending on the selected element in the S-BPM diagram of the core

process, the editor provides designers in the *Worker Issues* tab a list of related issues and suggestions. For instance, if the process step *Check DDT*¹ is selected in Fig. 3, the workers' input associated with this step is displayed. Specifically, the editor:

- *displays the context-sensitive suggestions made by workers* (e.g., “buying an automatic solution for moving the DDT”). Being shown the workers' issues and suggestions side by side, a process engineer has immediate access to possible solution alternatives.
- *shows the rationale for previous decisions regarding process improvement*. By representing both current and previous issues, the editor also provides access to the knowledge gained from previous improvement ideas and captured as the rationale associated with previous decisions (i.e., *Rationale* field in Fig. 3);
- *enables the ad-hoc ordering of workers' issues* to support the engineer in identifying connections among individual issues.

The *SURF* is built on top of two existing base technologies, the MoKi tool (Ghidini et al. 2012) and the Metasonic Suite (<https://www.metasonic.de/en>). A shared repository storing issues and suggestions is used for the exchange between the presented modules. Both the *suggestion management and discussion* (MoKi-based) and *S-BPM workflow engine* (Metasonic Flow) modules read and write information from/to the shared repository, while the *re-design* module (Metasonic Build) only reads suggestions for providing them to the process re-designers.

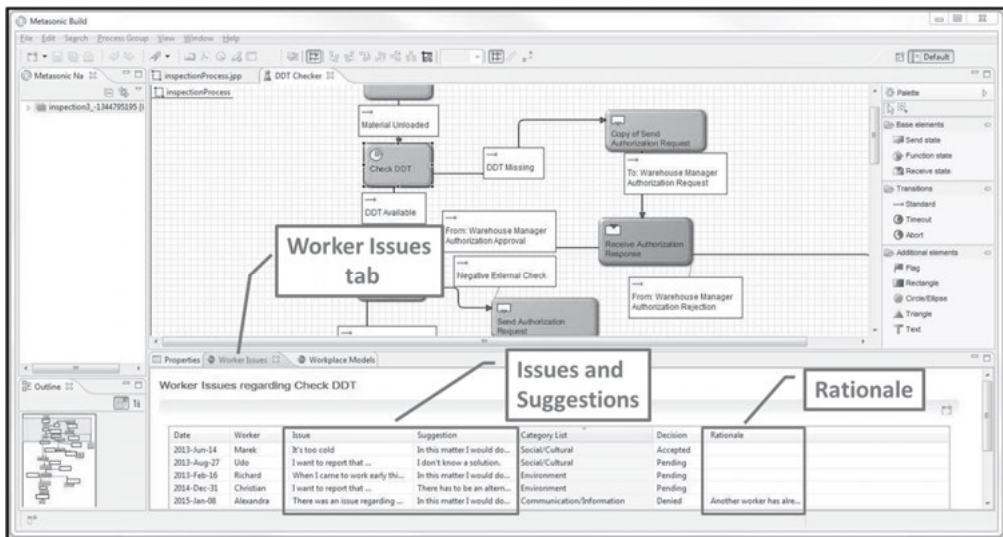


Figure 3: S-BPM editor comprising context-sensitive suggestions for improving the core process

¹ DDT is the name of a particular transportation document handled in the goods receiving process of a factory (used as a core process example).

4 Conclusion

A pilot implementation of the *SURF* tool has been installed and tested in the goods entry area of a large Italian manufacturer of industrial cleaning machines. Its objective is to increase the workers' participation in the continuous improvement of operations and workplaces. Prior to using this tool, the number of issues and suggestions reported by workers has been quite low. The company's management believes that this is due to the informal, intransparent and face-to-face nature of the former improvement process. First experiences with using the *SURF* tool are very promising in terms of a significantly increased number of issue reports and positive feedback from the users. Management is currently planning its productive use and rollout to other shopfloor departments.

At present, the company does not use any smart factory technologies. For application scenarios with automated and smart production processes, some adaptations to the tool may be required. However, the underlying approach will remain the same: (1) Implement a formal meta-process that allows all stakeholders to get involved in improvement initiatives; (2) provide simple, intuitive user interfaces, tool features and process representations to reduce the entry barrier for untrained users.

Acknowledgements

The research leading to these results has received funding from the EU Seventh Framework Programme FP7-2013-NMP-ICT-FOF(RTD) under grant agreement n° 609190.

References

- Fairbank, J. F. & Williams, S. D. (2001). Motivating creativity and enhancing innovation through employee suggestion system technology. *Creativity and Innovation Management*, 10(2), 68–74.
- Fleischmann, A., Schmidt, W., Stary, C., Obermeier, S. & Börger, E. (2012). *Subject-Oriented Business Process Management*. Berlin: Springer.
- Ghidini, C., Rospocher, M. & Serafini, L. (2012). Modeling in a wiki with moki: Reference architecture, implementation, and usages. *International Journal on Advances in Life Sciences*, 4(3), 111–124.
- Horváth, I. & Gerritsen B. H. M. (2013). Outlining nine major design challenges of open, decentralized, adaptive cyber-physical systems. Proceedings of the ASME 2013 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference. Portland, OR.
- Setiawan, M. A., Sadiq, S. & Kirkman, R. (2011). Facilitating business process improvement through personalized recommendation. In Abramowicz, W. (Ed.): *Business Information Systems*, LNBIP 87. Berlin: Springer, 136–147.
- Zuehlke, D. (2010). SmartFactory—Towards a factory-of-things. *Annual Reviews in Control*, 34(1), 129–138.

Zehn Jahre Wissensaustausch und Communities in References+

Johannes Müller¹, Jaren Krchnavi², Christina Moser²,
Anita Weihermann-Kollar², Heiko Jahr³, Nils Hennig⁴,
Morten Torchalla⁴, Martin Amacher⁵, Rubén André Lorenzo⁵

Siemens Schweiz AG, Building Technologies Division, Zug ¹

Siemens AG, Energy Management Division, Erlangen ²

Siemens AG, Communications and Government Affairs, Erlangen ³

Siemens AG, Mobility Division, München ⁴

Siemens Schweiz AG, Strategy & Business Excellence, Zürich ⁵

Zusammenfassung

References+ ist eine Web-2.0-Anwendung und Community-Plattform zum unternehmensweiten Austausch von Wissen, Erfahrungen und Best Practices innerhalb des Siemens-Intranets. Ganz im Sinne von Social Networking möchte References+ alle Siemens-Mitarbeitende über organisatorische, hierarchische und geographische Grenzen hinweg miteinander vernetzen und diese zur direkten Kommunikation untereinander animieren. Die Plattform ist seit 2005 im Einsatz. Inzwischen sind etwa 13.000 Mitarbeitende aus über 80 Ländern und von allen Siemens-Divisionen in References+ registriert. References+ beinhaltet mehrere, für alle Teilnehmer offene Communities, welche in diesem Beitrag detailliert beschrieben werden. Der zugrunde liegende Web-2.0-Ansatz ist nicht auf bestimmte Domänen oder Berufsgruppen beschränkt und kann daher ebenso im Kontext von Smart Manufacturing, Smart Factories und Industrie 4.0 zum Einsatz kommen.

1 Überblick

Die Web-2.0-Anwendung References+ steht innerhalb des Siemens-Intranets allen Mitarbeitenden unternehmensweit zur Verfügung. Die selbst entwickelte Anwendung wurde in VBScript codiert und läuft in einer ActiveServer-Pages-Umgebung. Sämtliche Inhalte und Daten sind in einer MS-SQL-Datenbank gespeichert, auf welche der Web-Server dynamisch zugreift. Abbildung 1 zeigt die im aktuellen Siemens-Intranet-Design erstellte Startseite.

Der offizielle Plattformname lautete ab Oktober 2005 „References@SBT“ (Müller 2007), mit SBT als Abkürzung für Siemens Building Technologies. Im Zuge der Einführung von Divisionen im Siemens-Konzern wurde im Juni 2008 unter Einbezug der Community der

Name leicht in „References@BT“ angepasst, mit BT als Abkürzung für die Building Technologies Division. Seit Anfang 2012 wird die Plattform auch von anderen Siemens-Divisionen rege zum Wissensaustausch genutzt (Müller et al. 2012), siehe dazu Kapitel 3. Dieser Erweiterung wurde im aktuell gültigen Namen „References+“ Rechnung getragen.

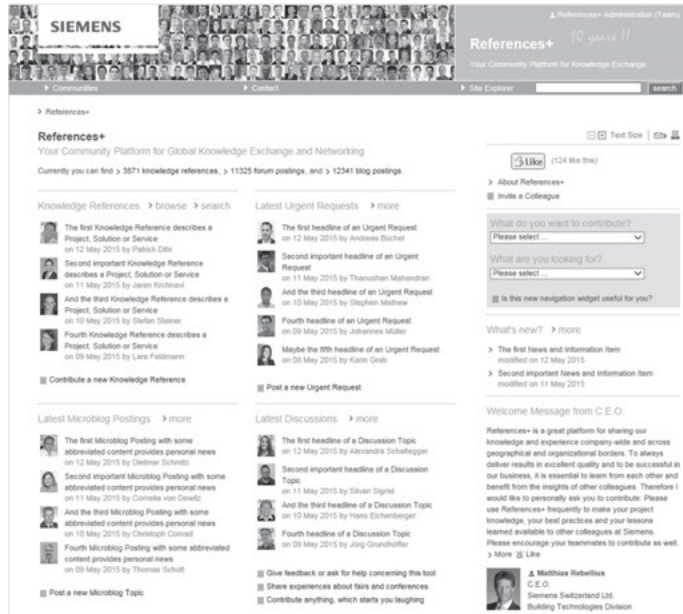


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Startseite von References+

2 Inhalte und Funktionen

Kernbestandteile der Wissensmanagement-Plattform bilden umfangreiche Funktionen sowie strukturierte Inhalte, die im Folgenden näher beschrieben werden. Für die Leserechte von registrierten Nutzern sind in References+ bewusst keinerlei Einschränkungen vorgesehen. Das bedeutet: Alle Nutzer können alle Beiträge lesen.

2.1 Inhalte und Inhaltsstruktur

Drei verschiedene Beitragsarten mit teils vorgegebener, teils frei wählbarer Verschlagwortung ermöglichen eine nutzerfreundliche und intuitive Eingabe von Informationen in References+. Sämtliche Beiträge weisen stets den vollständigen Namen des Autors auf, welcher auf die jeweilige Profilseite verlinkt ist, siehe Kapitel 2.2.

- *Wissensreferenzen* sind umfangreiche Informations- und Datenobjekte, welche beispielsweise Kundenprojekte, Produkt- und Lösungsmodule, Services, Best Practice Cases sowie Lessons Learned beschreiben. Aufgrund mehrerer, voneinander

unabhängiger Metadaten (Disziplin, vertikaler Markt, Staat, Jahr der Fertigstellung, Auftragsvolumen, usw.) sind mehrdimensionale Suchanfragen möglich, siehe Kapitel 2.3. Die meisten Projektbeiträge sind geo-referenziert. Damit lässt sich die Lage eines bestimmten Projekts bzw. die örtliche Verteilung bestimmter Suchanfragen auf einer Landkarte visualisieren. Alle Wissensreferenzen werden nach der Eingabe von einem „Content & Community Administrator“ begutachtet und freigegeben, wodurch eine hohe inhaltliche Qualität sichergestellt werden kann.

- *Diskussionsforen* ermöglichen den Teilnehmern, sich zu technologischen oder funktionalen Themenfeldern asynchron auszutauschen. Beispielsweise werden im sehr intensiv genutzten „Urgent Requests“-Forum geschäftsbezogene Fragen aller Art (zu Produkten, Schnittstellen, Kompatibilitäten, Kunden, Kontakten, usw.) gestellt. Aktuelle Auswertungen zeigen, dass diese Anfragen in über 90% aller Fälle innerhalb von 24 Stunden zum Teil mehrfach beantwortet werden.
- Durch *Microblogging* können Kurznachrichten, Statusmeldungen und Neuigkeiten aus dem Blickwinkel der Community sowie Verweise auf interessante Informationsquellen schnell und einfach publiziert und mit anderen Kollegen geteilt werden. Im Gegensatz zum bekanntesten Microblogging-Dienst Twitter sind die Beiträge in References+ nicht auf eine bestimmte Zeichenanzahl begrenzt. Jeder initiale Beitrag muss verpflichtend mit mindestens einem frei wählbaren Schlagwort oder „Tag“ versehen werden. So können verwandte Beiträge sowie Mitarbeitende, die sich mit ähnlichen Themen beschäftigen, schnell gefunden werden (Müller & Stocker 2011) (Stocker & Müller 2011).

Mögliche Nutzungsszenarien im Kontext von Smart Manufacturing wären beispielsweise die Dokumentation von erprobten Fertigungs- und Prozessschritten durch Wissensreferenzen, welche andere Teilnehmer kommentieren bzw. bewerten können, der Ideenaustausch zu relevanten Verbesserungsvorschlägen innerhalb von Diskussionsforen sowie Verweise auf interessante Beiträge über aktuelle Fachthemen im Microblog.

2.2 Profilseite

Jedes Community-Mitglied wird auf einer individuellen „Member Page“ repräsentiert. Diese zeigt Name, organisatorische Zugehörigkeit, Arbeitsort, Telefonnummern, E-Mail-Adresse, aktuelle lokale Uhrzeit, Präsenzstatus (in Form einer kleinen farbigen Kugel) sowie selbst vergeben und optional ein „About me“-Textfeld, ein Porträt-Bild und ein oder mehrere Kompetenz-Attribute. Die meisten Nutzerdaten werden regelmäßig mit dem stets aktuellen Siemens-Mitarbeiterverzeichnis abgeglichen, so dass deren manuelle Pflege entfällt. Alle erstellten Beiträge sowie das Follower-Netzwerk (siehe Kapitel 2.4) eines bestimmten Mitglieds sind auf separat verlinkten Seiten zu finden.

Seit 2015 kann sich jedes Community-Mitglied bis zu sieben Kompetenz-Attribute selbst verleihen. Diese beschreiben mit einem frei wählbaren Schlagwort (z.B. „Web Application Development“) besondere Fähigkeiten eines Mitarbeitenden. Es ist außerdem möglich, anderen Mitgliedern solche Kompetenz-Attribute für deren Profilseite vorzuschlagen sowie bestimmte Kompetenzen anderer Mitglieder zu bestätigen.

2.3 Suche und Subskription

References+ bietet sowohl eine Stichwortsuche als auch eine Schlagwortsuche, wobei beide Sucharten kombiniert werden können. Auf jeder References+-Seite befindet sich ein Textfeld zur schnellen Eingabe eines beliebigen Stichworts. Dieses Stichwort wird in der gesamten Datenbank, d.h. in sämtlichen Beitragsarten und Profilangaben, gesucht.

Bei der Schlagwortsuche werden die in Wissensreferenzen, Diskussionsforen und im Microblog vorgegebenen Attribute oder „Tags“ zur Suche herangezogen. Dies ermöglicht komplexe und mehrdimensionale Suchanfragen wie zum Beispiel „alle für Flughäfen in Deutschland seit 2012 ausgeführten Projekte, in denen Zutrittskontrolle kombiniert mit Brandschutz implementiert wurde“. Als weiteres Filterkriterium könnte zusätzlich noch ein beliebiges Stichwort angegeben werden – z.B. „SiPass“ als Name einer Produktfamilie.

Sämtliche Beiträge, sowohl Wissensreferenzen als auch Beiträge in Diskussionsforen und im Microblog, lassen sich per E-Mail abonnieren. Dabei kann – ganz analog zur Suche – eine Kombination von Metadaten und Stichworten angegeben werden, um die Menge der Beiträge je nach Interessensgebiet passend zu filtern. Neben der Benachrichtigung via E-Mail stehen zu sämtlichen Beitragsarten und Suchprofilen RSS-Feeds bereit, welche im eigenen Feed-Reader mit wenigen Mausklicks abonniert werden können.

2.4 Netzwerken mit anderen Community-Mitgliedern

Analog zu anderen Social-Networking-Plattformen (Richter 2010) erlaubt auch References+ den Nutzern, ein persönliches Netzwerk aufzubauen und anderen Community-Mitgliedern zu „folgen“. Durch das Folgen einer anderen Person kann das Interesse an dieser Person explizit bekundet und IT-technisch auf einfache Weise abgebildet werden. Das daraus entstehende Kontaktgeflecht wird allen Nutzern in References+ transparent gemacht: Alle Mitglieder, denen eine bestimmte Person folgt, und alle Mitglieder, welche einer bestimmten Person folgen, werden auf einer Web-Seite zusammengefasst und angezeigt. Eine Folge-Beziehung ist von vorne herein unidirektional und kann bei Gefallen von der Gegenpartei erwidert werden. Natürlich kann eine bestehende Folge-Beziehung vom Folgenden jederzeit (durch „unfollow“) beendet werden. Über eine neue Folge-Beziehung oder ein „unfollow“ wird die Gegenpartei per E-Mail benachrichtigt.

2.5 Export auf andere Web-Seiten

References+ ermöglicht den Export von spezifisch gefilterten Inhalten – Wissensreferenzen, Forenbeiträge und Microblog-Postings – in Form eines sogenannten „Widgets“ auf andere Intranet-Seiten. Ein solches „Widget“ ist eine kleiner Seitenausschnitt, welcher je nach Web-Technologie der Zielseite über einen sogenannten „IFrame“ oder im Fall von Microsoft WCMS über eine „Application“ dem Seiteninhalt hinzugefügt werden kann. Damit können auch solche Intranet-Nutzer erreicht werden, welche References+ noch nicht kennen. Die Anzahl der ausgegebenen Beiträge, die genauen Filterparameter sowie die anzuzeigende Überschrift können dabei individuell und auf einfache Weise konfiguriert werden.

2.6 Like-Button

Als spezielles Feature stellt References+ einen Like-Button zur Verfügung, welcher über JavaScript in beliebige Intranet-Seiten eingebaut werden kann. Neben dem Like-Button erscheint die Anzahl der bisher gegebenen „Likes“ sowie als Hyperlink hinterlegt ein kleines Fenster, welches alle Mitarbeitenden zeigt, die ein solches positives Feedback gaben.

Bei Klick auf den Like-Button wird im Microblog ein Beitrag mit einer vorgegebenen Syntax erzeugt, welcher die Seiten-URL, den Seitentitel sowie den Namen des klickenden Nutzers trägt, sofern dieser in References+ registriert ist. Damit lassen sich via einfachem Datenbankzugriff die Anzahl der „Likes“ sowie diejenigen Community-Mitglieder, welche ein solches positives Feedback gaben, ermitteln und anzeigen.

Als Microblog-Beitrag taucht ein solches „Like“ im Activity Stream eines Nutzers auf und wird möglicherweise via Mail-Benachrichtigung an seine Followers gesendet. Damit eignet sich diese Funktion auch ganz pragmatisch zum Social Bookmarking.

2.7 Siemens Tagging Service

Der Siemens Tagging Service (STAGS) ist ein innerhalb des Siemens-Intranets verfügbarer Dienst zur Sammlung, Verarbeitung und Anzeige von vergebenen Schlagworten (Kammergruber & Ehms 2010). Diese „Tags“ stammen von mehreren internen Community-Plattformen und werden einmal täglich über spezielle Interfaces in eine zentrale Datenbank eingelesen und gespeichert. Die vielseitigen Visualisierungs-Funktionen können via JavaScript in beliebige Intranet-Seiten implementiert werden. Als eine von mehreren Anwendungen nutzt References+ den Siemens Tagging Service zur Ausgabe von Tag Clouds sowie zur Auto-Complete-Funktion bei der Schlagwort-Eingabe im Microblog.

3 Teilnehmende Communities

References+ erlaubt die Teilnahme von dedizierten Communities, welche organisatorische oder regionale Unternehmenseinheiten darstellen. Eine wichtige Eigenschaft ist, dass sämtliche den Communities zugeordneten Beiträge für alle teilnehmenden Nutzer sichtbar sind. Zur Zeit der Fertigstellung dieses Beitrags im Juni 2015 wird References+ – wie im Folgenden beschrieben – von vier Communities zum aktiven Wissensaustausch genutzt.

3.1 Building Technologies Division

In Angeboten zu komplexen Projekten verlangen Kunden in der Regel sowohl die Angabe mehrerer bereits erfolgreich implementierter Referenzinstallationen als auch einen Grobentwurf für die spätere Lösung entsprechend der in der Spezifikation definierten Anforderungen. Die kompetente und zeitnahe Bereitstellung dieser Angaben verlangt von den Vertriebsmitarbeitenden eine umfangreiche und bisweilen zeitintensive Recherche, wobei auch Mitarbeitende aus anderen Abteilungen unterstützend mitwirken. Die

Informationsrecherche lief bis zur Einführung von References+ über bilaterale Kanäle (Telefon, E-Mail) ab, wobei der Erfolg stark vom persönlichen Netzwerk der suchenden Person und der Verfügbarkeit der angefragten Kollegen abhängig war. Aufgrund des knappen Zeitbudgets war die Qualität der zusammengetragenen Information im Angebotsprozess nicht immer optimal.

Um auch auf Informationen von Mitarbeitenden außerhalb des persönlichen Netzwerks – unabhängig von deren Verfügbarkeit – zugreifen zu können, beschloss das Management der ehemaligen Business Unit Security Systems (SES) 2004 die Einführung einer Intranet-Anwendung mit dahinter liegender Datenbank. Diese Anwendung sollte im Wesentlichen folgende zwei Eigenschaften mit Nennung zugehöriger Ansprechpartner aufweisen:

- Auflistung geeigneter Projektreferenzen sowie
- Bereitstellung von erprobten und wiederverwendbaren Lösungsmodulen inklusive Angaben zu den bereits erfolgten Implementierungen.

Diese Anwendung sollte es den Vertriebsmitarbeitenden während der zeitlimitierten Angebotsphase erleichtern, Informationen zu geeigneten Referenzprojekten sowie einen möglichen Grobentwurf für die spätere Lösung zu erhalten. Dazu wurde Anfang 2005 eine neue Stelle geschaffen und mit der Implementierung der Web-Anwendung begonnen. Bereits nach wenigen Wochen stand unter dem vorläufigen Arbeitstitel „Projects@SES“ ein erster Prototyp mit initialen Inhalten zur Verfügung. Zu Beginn umfasste die Zielgruppe der zu entwickelnden Plattform nur die ehemalige Business Unit Security Systems (SES). Doch bereits im ersten Jahr des Betriebs vergrößerte sich der Fokus auf die gesamte damalige Siemens Building Technologies Group (SBT).

3.2 Energy Management Division

Seit Jahrzehnten spielen Referenzen zufriedener B2B-Kunden eine wichtige Rolle in der Kundenakquisition. Dieses Kommunikationsinstrument dient als Kompetenzbeweis, ihm wird eine hohe Glaubwürdigkeit zugeschrieben. Erfolgreiche Kundenreferenzen beweisen nachdrücklich die Kompetenz des Lieferanten oder Dienstleisters. Damit werden Kunden zum Kauf industrieller Produkte und Dienstleistungen motiviert.

Auch für die Energy Management Division (EM) spielen Referenzen eine wichtige Rolle. Kundenbeziehungen, gerade in den Bereichen Gebäude, Städte und Industrien, sind eher langfristig angelegt. Die resultierenden Auftragsvolumen sind in der Regel hoch. Umso wichtiger ist es, Vertrauen auf- und auszubauen sowie über die eigene Kompetenz zu informieren und damit zu überzeugen. Hierbei können gute Referenzen den Vertrieb wesentlich unterstützen.

Um noch mehr qualifizierte Erfolgsgeschichten aus den eigenen Reihen zu erhalten, entschloss sich EM im Oktober 2014, einen internen Wettbewerb zur Steigerung der Referenzengenerierung zu initiieren und dabei auf die Nutzung von References+ zu setzen. Alle EM-Mitarbeitenden wurden via E-Mail informiert und zur Teilnahme aufgefordert. Der Wettbewerb soll Mitarbeitende anregen, sich im ersten Schritt auf References+ zu registrieren und somit der Energy Management Community beizutreten. Im zweiten Schritt

sollen diese Mitarbeitenden interessante Kundenprojekte, in welche sie involviert sind, mit Kolleginnen und Kollegen aus aller Welt teilen, indem sie diese in References+ eintragen. Im letzten Schritt sollen herausragende Kundenprojekte in Referenzen umgewandelt werden, die vom Kunden zur externen Kommunikation freigegeben werden. Ein speziell hierfür ins Leben gerufenes References+-Team trägt die Projektinformationen in die Datenbank ein und generiert daraus das Material zur offiziellen Referenzfreigabe. Dies geschieht in enger Zusammenarbeit mit den jeweiligen Projektbeteiligten. Die laufende Berichterstattung durch das References+-Team wird nicht nur zur regelmäßigen Information über den Status des Wettbewerbs genutzt, sondern steigert auch die Aufmerksamkeit und Teilnahmemotivation.

Im Vorfeld mussten allerdings einige Hürden überwunden werden: Eine heterogene Tool- und Prozesslandschaft, hervorgerufen durch den Zusammenschluss sieben unterschiedlich verorteter Organisationseinheiten, war neben einem fehlenden „Corporate Memory“ eine der wesentlichen Herausforderungen. Um schneller und ohne Informationsverlust agieren zu können, schlug das References+-Team eine enge prozessuale Verknüpfung der internen und externen Plattformen vor. Damit bauen die unterschiedlichen Prozesse und Tools des Customer Relationship Managements (CRM), des Wissensaustauschs und der für den externen Gebrauch freigegebenen Referenzen aufeinander auf. So wird sichergestellt, dass im Rahmen der Nutzung von References+ Wissen gesammelt und in aufbereiteter Form gespeichert wird. Dieses Wissen wird dann als explizites Wissen in Form von freigegebenen Referenzen sowohl intern als auch extern kommuniziert. Somit können neben den Nutzern von References+ (z.B. Vertriebsmitarbeitende) auch Bestandskunden und potentielle Neukunden diese Informationen verwenden. Denn erfolgreich abgeschlossene Projekte wecken Interesse, überzeugen und motivieren zur Kontaktaufnahme. Sie sind ein wichtiger Hebel zur Steigerung des Vertriebs Erfolgs, den es auszuschöpfen gilt. Denn: Die beste Werbung sind immer noch zufriedene Kunden.

3.3 Intelligent Traffic Systems Business Segment

Um eine zentrale und webbasierte Anlaufstelle für Informationen über Referenzprojekte zu haben, die zuvor auf verschiedene Plattformen und Tools verteilt waren, hat sich das Business Segment Intelligent Traffic Systems (ITS) der Mobility Division im Jahr 2012 für die Nutzung von References+ entschieden. Derzeit werden die Nutzung und der Mehrwert von References+ in besonderem Maße kommuniziert und promotet, um möglichst alle regionalen Einheiten von den Vorteilen einer zentralen Ablage für Referenzen zu überzeugen. Diese legen Referenzen bisher oft nur lokal ab, so dass viele Projekte anderen Regionen zum Teil gar nicht bekannt sind und Informationen über diese Projekte erst umständlich angefragt und mühsam zusammengetragen werden müssen. Mit einer zentralen und komfortabel zugänglichen Plattform sowie der entsprechenden Nutzung wird dieses Problem vermieden und der Informationsfluss signifikant verbessert.

Mit References+ hat jeder Mitarbeitende die Möglichkeit, schnell und effektiv alle auf seine individuellen Anforderungen passenden Referenzen aus einem möglichst großen weltweiten Pool selektieren zu können. Dabei ist es wichtig, dass die Einträge inhaltlich korrekt und so ausführlich wie möglich sind. Es wird eine hohe inhaltliche Qualität der Beiträge angestrebt, um Rückfragen an die Ersteller der Referenzen auf ein Minimum zu beschränken.

Viele Arbeitsstunden, die sonst durch individuelles und mühsames Nachfragen bei allen Regionen angefallen wären, konnten mit References+ bereits eingespart werden. Darüber hinaus ist die schnelle und direkte Verfügbarkeit der Referenzen ein Vorteil, was besonders im Ausschreibungsgeschäft der ITS mit größtenteils sehr kurzen Fristen enorm wichtig ist. Von der Nutzung von References+ profitieren aber nicht nur die suchenden Mitarbeitenden, sondern auch die Regionen, die ihre Projekte nur noch zentral ablegen müssen, um diese Informationen für alle verfügbar zu machen. Diese wesentlichen Vorteile sollen allen regionalen Einheiten verstärkt nähergebracht werden, sodass die Community gewissermaßen ein „Selbstläufer“ wird: Idealerweise werden neue Beiträge von den Teilnehmenden selbst eingegeben, ohne dass dies von den Administratoren aktiv eingefordert werden muss.

Der Wissensaustausch ermöglicht den Mitarbeitenden der ITS damit nicht nur die Nutzung von (Referenz-)Projektinformationen für Referenzschreiben oder Angebote, sondern auch eine bessere Vernetzung der weltweit ansässigen Mitarbeitenden und Wissensträger.

3.4 Business Excellence Community

Die von der Regionalgesellschaft Schweiz initiierte „Business Excellence Community“ ist die jüngste in References+. Die Community fand ihren Ursprung im Jahr 2013 im ehemaligen Siemens-Cluster South-West Europe (SWE). Zu diesem Länderverbund zählten Belgien, Frankreich, Griechenland, Italien, Portugal, die Schweiz und Spanien. Über References+ kann diese internationale Community spezifische Best Practice Cases und Lessons Learned systematisch dokumentieren sowie über geographische und organisatorische Grenzen (Länder, Divisionen) hinaus teilen und anwenden. Die dadurch ausgelösten Impulse helfen und unterstützen auch beim Innovations-Management, beim kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP) sowie bei Transformationsprozessen.

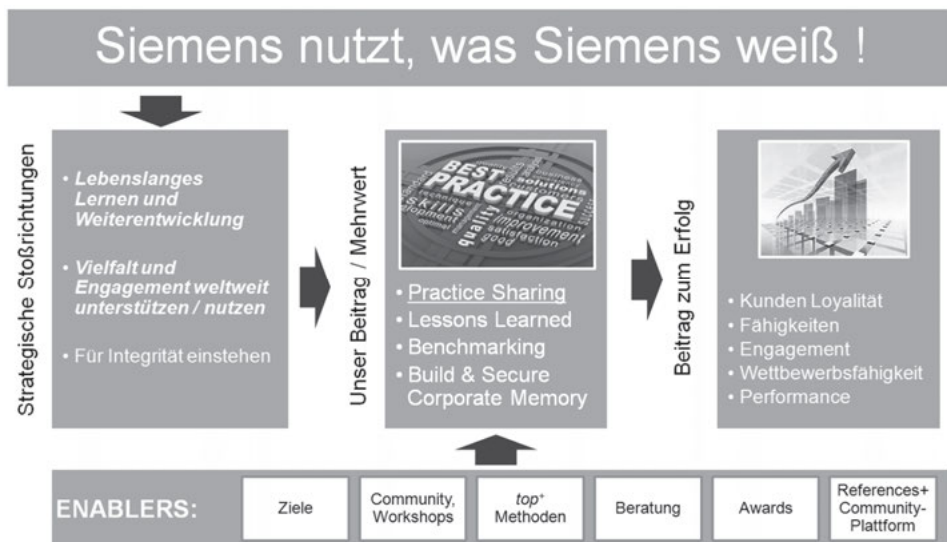


Abbildung 2: Mission und Strategie (Quelle: Siemens Schweiz AG)

Im Rahmen der Mitarbeiterorientierung hat sich die Regionalgesellschaft Schweiz dieser Plattform angeschlossen, da References+ die Effizienz der Teamarbeit deutlich steigert. Eine enge Zusammenarbeit ist nicht nur zwischen unseren Mitarbeitenden wichtig, sondern vor allem in Kundenprojekten im Sinne von Kundenorientierung von sehr großer Bedeutung.

Um herausragend zu sein und optimale Ergebnisse liefern zu können, ermöglicht References+, das Wissen und die Erfahrungen der Mitarbeitenden zu sichern, zu teilen und auch wirksam einzusetzen. Zusätzlich ermöglicht es, ein unternehmensweites „Corporate Memory“ systematisch und geordnet auszubauen und zu verstärken.

Diese Vorteile, welche References+ bietet, kommen beim proaktiven Austausch der Erfahrungen und des Know-Hows der Mitarbeitenden zur Geltung. In einer globalen Organisation vereinfacht eine Community-Plattform wie References+ die internationale Zusammenarbeit mit Kolleginnen und Kollegen. So sind in dieser Community auch Beiträge beispielsweise aus Portugal und Spanien sowie aus Russland und der Ukraine zu finden.

Die Plattform ermöglicht es, Mitarbeitende nicht nur in der Regionalgesellschaft Schweiz, sondern im gesamten Siemens-Konzern zu identifizieren und zu vernetzen, die Leidenschaft, Herausforderungen und Antworten/Lösungen teilen wollen. In diesem Sinn ist Business Excellence nicht nur ein Status, sondern eine Einstellung und der von der Regionalgesellschaft konsequent verfolgte Weg. References+ leistet dazu einen wichtigen Beitrag.

4 Empfundener Mehrwert durch References+

Im Rahmen von Nutzerumfragen wurde im September 2009 mit 1.070 Teilnehmern, im September 2011 mit 1.479 Teilnehmern (Stocker & Müller 2013) und zuletzt im April 2015 mit 1.566 Teilnehmern (Müller & Stocker 2015) der individuell empfundene Mehrwert der in References+ gefundenen Informationen abgefragt und evaluiert. Außerdem nahm References+ im April 2013 mit 586 Teilnehmern beim „Enterprise Social Software Benchmark“ (Smolnik & Kügler 2012) der EBS Business School, Wiesbaden, teil.

Bei der Nutzerumfrage 2015 gaben 89% der Befragten mindestens einen Vorteil für die Nutzung von References+ an, wobei Mehrfachnennungen möglich waren. Die zumeist genannten, subjektiv empfundenen Vorteile waren:

- Zugang zu Informationen aus erster Hand (63%),
- Auffinden von Experten und Wissensträgern (49%),
- bessere Vernetzung innerhalb des Unternehmens (31%),
- anderen Kollegen im Unternehmen Unterstützung bieten (30%),
- Teil einer Community sein (29%),
- Zeiteinsparung (24%),
- neue Geschäftsmöglichkeiten erkennen (21%),
- Verbesserung der Qualität von kundenspezifischen Lösungen (18%),
- Verbesserung der Qualität eigener Dokumente und Präsentationen (16%),

- Erfolge teilen und stolz darauf sein (14%),
- Sichtbarkeit für eigene Fähigkeiten und Kompetenzen (13%).

11% aller Befragten gaben an, bei der Nutzung von References+ keine Vorteile zu erkennen.

Aus den Antworten der Nutzerumfragen 2009 und 2015 kann folgende Aussage abgeleitet werden: Die durch die in References+ gefundenen Inhalte gesparte Arbeitszeit beträgt durchschnittlich 0,7 Arbeitstage pro Mitarbeiter pro Jahr. Hochgerechnet auf eine Nutzer-Community in fünfstelliger Größe beinhaltet dieser Wert ein gewaltiges Potential für den quantitativen Mehrwert von Wissensaustausch im Unternehmen.

5 Literaturverzeichnis und Kontaktinformation

- Kammergruber, W.C. & Ehms, K. (2010). A Corporate Tagging Framework as Integration Service for Knowledge Workers. *10th International Conference on Knowledge Management (I-KNOW 2010)*, S. 11-18.
- Müller, J. (2007). References@SBT – Globaler Wissensaustausch durch ‚Social Networking‘ bei Siemens Building Technologies. *KnowTech 2007*, ISBN 3-88260-077-2, S. 349-357.
- Müller, J., Krchnavi, J. & Stocker, A. (2012): Global Knowledge Exchange Using References+ within the Siemens Intranet. In Serventi, E. (Hrsg.): *Innovation and Transformation Through Knowledge Management*, Ark Group, ISBN 978-1-908640-69-7, S. 71-80.
- Müller, J. & Stocker, A. (2011). *Enterprise Microblogging for Advanced Knowledge Sharing: The References@BT Case Study*. Journal of Universal Computer Science, vol. 17, no. 4, S. 532-547.
- Müller, J. & Stocker, A. (2015). Zehn Jahre Wissensaustausch im Siemens-Intranet mit References+. *KnowTech 2015*, wird veröffentlicht.
- Richter, A. (2010). *Der Einsatz von Social Networking Services in Unternehmen: Eine explorative Analyse möglicher soziotechnischer Gestaltungsparameter und ihrer Implikationen*, Gabler-Verlag, Wiesbaden 2010.
- Smolnik, S. & Kügler, M. (2012). *Enterprise Social Software Benchmark*. https://www.ebs.edu/fileadmin/redakteur/funkt.dept.lbe/IRIS/essp_benchmark/Social_Software_Benchmark_English.pdf abgerufen am 15.06.2015
- Stocker, A. & Müller, J. (2011). *Microblogging als Baustein im IT-gestützten Wissensmanagement von Siemens BT*. Journal „HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik“, Ausgabe 277, S. 38-50.
- Stocker, A. & Müller, J. (2013). Exploring Factual and Perceived Use and Benefits of a Web 2.0-based Knowledge Management Application: The Siemens Case References+. *13th International Conference on Knowledge Management (I-KNOW 2013)*.

Kontaktinformation

Dr. Johannes Müller
 Siemens Schweiz AG, Building Technologies Division
 Gubelstrasse 22, 6301 Zug, Schweiz
j-mueller@siemens.com

Unified Information Access for Knowledge Workers via a Federated Recommender System

Heimo Gursch, Hermann Ziak, Roman Kern

Knowledge Discovery Group, Know-Center GmbH

Abstract

The objective of the EEXCESS (Enhancing Europe's eXchange in Cultural Educational and Scientific reSources) project is to develop a system that can automatically recommend helpful and novel content to knowledge workers. The EEXCESS system can be integrated into existing software user interfaces as plugins which will extract topics and suggest the relevant material automatically. This recommendation process simplifies the information gathering of knowledge workers. Recommendations can also be triggered manually via web frontends. EEXCESS hides the potentially large number of knowledge sources by semi or fully automatically providing content suggestions. Hence, users only have to be able to in use the EEXCESS system and not all sources individually. For each user, relevant sources can be set or auto-selected individually. EEXCESS offers open interfaces, making it easy to connect additional sources and user program plugins.

1 Introduction

Due to the vast number and variety of online libraries, reference works, and archives established in the last decades, knowledge workers may experience difficulties in finding the appropriate source of required information. Users have to query every source that can potentially contain useful material for their work. Differences in the user interface designs and query syntax complicate the search process even further. Moreover, formulating the query, i.e., finding descriptive keywords, is an inherent search problem that extends to online databases. (ter Hofstede et al. 1996)

EEXCESS (Enhancing Europe's eXchange in Cultural Educational and Scientific reSources) is an EU-funded research project whose objective is to create an assistant that can automatically suggest novel and relevant content to knowledge workers. Such recommendations should be helpful rather than distracting. In that regard, within the

EEXCESS project components have been developed to be included in the user interface of existing software. Currently, EEXCESS recommendations can be integrated as a Chrome Browser, Google Docs, and WordPress plugin. Once activated, the plugin automatically scans the text in focus and presents recommendations generated by the EEXCESS system to the user. Consequently, the user can access content from various knowledge sources without performing a manual query. Each user can receive recommendations from a different subset of all available sources, which can either be specified manually or automatically selected. The unified EEXCESS interface for querying multiple knowledge sources is especially helpful for workers who rarely query knowledge sources and lack the necessary familiarity with the individual source interfaces.

In order to use the EEXCESS system in an enterprise setting, a connection to the internal knowledge databases has to be established. Databases supporting the OpenSearch API (Application Programming Interface) can be linked directly and require no further actions. For other APIs special connectors have to be developed. Similarly, to integrate the recommendations into other applications, an API is provided to establish a communication between customised clients and the EEXCESS system. Development can be performed by everybody since the EEXCESS source code is available via GitHub¹ under an open-source licence.

2 Related Work

Recommender systems are designed to assist users by providing novel, interesting, and useful information. Nowadays, they are common parts of online selling platforms, suggesting products to potential customers. Recommender systems can be divided into four groups depending on the recommendation mechanism. These four groups are called content based, collaborative filtering, knowledge based, and hybrid recommender systems. Content based systems generate recommendations based on the properties of the recommended items. Collaborative filtering systems recommend items if they are frequently chosen by other users. Knowledge based recommenders rely on recommendation rules specified by domain experts. Hybrid recommenders combine two or all three of the above-mentioned approaches. (Ricci et al. 2011) The EEXCESS system itself can be classified as content based.

Content based recommender systems use many algorithms originally developed for search engines, also termed information retrieval systems (Ricci et al. 2011). Information retrieval systems have a history of federated and distributed approaches. While federated information retrieval systems provide a common interface for multiple knowledge sources, aggregated information retrieval systems go one step further and merge individual result lists into a single one. In other words, while federated information retrieval systems provide one result list per knowledge source, aggregated information retrieval systems provide one result list containing search results from all knowledge sources. (Kopliku et al. 2014)

¹ <http://github.com/EEXCESS>

Avrahami et al. (2006) showed that federated systems, which rely on small distributed nodes, have advantages over a centralised collection that may quickly become outdated. However, simultaneously querying multiple sources and aggregating the result list creates certain challenges. Although in many cases recommender systems can replace search engines (Guy et al. 2010), very few of them follow the distributed approach. The EEXCESS projects aims at helping popularise federated architectures in the domain of recommender systems.

In the context of smart factories information gathering and monitoring becomes an important task of production workers in optimizing the manufacturing processes. Data generated in the production process is usually stored in a number of individual databases and not in a central storage. (Martin et al. 2004). To provide unified and non-distracting access to all involved data stores, user interfaces on mobile devices and augmented reality techniques are adopted for production floors. Federated information retrieval systems can provide a unified access to knowledge sources for user interfaces. (Mooser et al. 2007) Knowledge support is particularly important for decision making, which often requires very specific pieces of information (Zhang & Lu 2007). Since the required material may be obscured by a vast amount of other data that are irrelevant in a particular situation, traditional information retrieval approaches may not be successful (Géczy et al. 2007). Recommender systems that are optimized not only with regard to retrieval precision, but also result diversification and serendipity can help knowledge workers to efficiently and successfully perform their work (Shen et al. 2008).

3 System Architecture

A sketch of the EEXCESS system architecture is shown in Figure 1. Users can choose between the web frontend and client plugins as user interfaces, which differ in terms of how recommendations are triggered. The client plugins automatically infer the current user context and trigger recommendations based on the texts the user works with. The web interface can trigger recommendations based on manually-entered keywords. User privacy is an important aspect of the EEXCESS system's design. To ensure that users cannot be traced, the privacy preservation layer separates the user clients from the recommender components and anonymizes the individual user requests through a variety of strategies. As a result, the users are in control of how much information is disclosed.

The EEXCESS core is the so-called federated recommender component. It is responsible for interpreting the information request, querying one or more sources, and generating a unified result list. Generating recommendations always follows the same procedure. First, sources that should be used have to be identified via the source selection. Depending on the information received from the privacy preservation component, different subsets of all available knowledge sources can be used. After the set of relevant sources has been established, the query reformulation adapts the query specific to each source in order to achieve optimal results. Each source is individually queried via its own source connector. Queries for and replies from the knowledge databases are channelled through the source connectors. They can be viewed as translators between the EEXCESS system and the

knowledge sources. Currently, Brockhaus Wissensservice², Deutsche Digitale Bibliothek³, Deutsche Zentralbibliothek für Wirtschaftswissenschaften (ZBW)⁴, Europeana⁵, Kooperationsinitiative Museen Baselland (KIM)⁶, Mendeley⁷, Wikipedia⁸, and all knowledge bases with an OpenSearch⁹ based interface are supported. Responses from the selected sources are merged into a single result list via the result aggregation mechanism. The final aggregated result list is then sent back to the corresponding user client, again passing through the privacy preservation components.

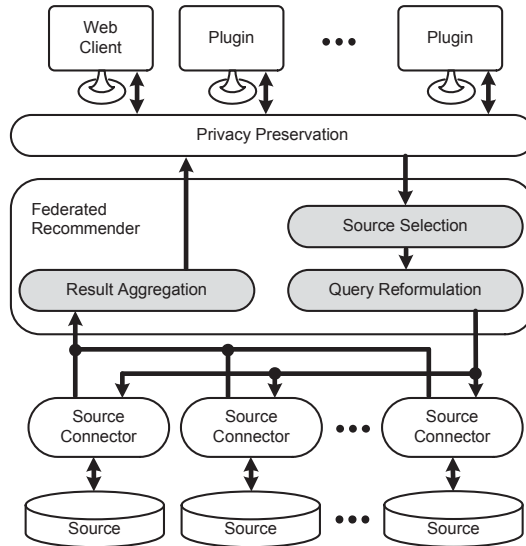


Figure 1: EEXCESS system architecture. User interaction is handled by a web frontend or application plugins. The privacy preservation component prevents the federated recommender from profiling users. The federated recommender is the core of the system and is responsible for generating recommendations based on the material in the knowledge sources.

4 Evaluation and Results

The presented results reflect the current state of the EEXCESS infrastructure. Table 1 provides the response times for various knowledge sources. The average response time of the

² <http://www.brockhaus-wissensservice.com/>

³ <http://www.deutsche-digitale-bibliothek.de/>

⁴ <http://www.zbw.eu/>

⁵ <http://www.europeana.eu/>

⁶ <http://kgportal.bl.ch/>

⁷ <http://www.mendeley.com/>

⁸ <http://www.wikipedia.org/>

⁹ <http://www.opensearch.org/>

EEXCESS system is 576ms. It is significantly affected by the individual sources response times. The federated recommender has to wait for all sources to reply before processing the aggregated results. Source responses are only included in the aggregated result list if the source responds within 2.5s.

Source	Results	Source Response Time	Connector Processing Time
Europeana	82570	404 ms	26 ms
KIM	41	173 ms	19 ms
Mendeley	9	402 ms	14 ms
Brockhaus	52	284 ms	18 ms
ZBW	2334	355 ms	21 ms

Table 1: Source and source connector execution times averaged over 50 queries. The average system response time is 576ms. Depending on the source, about half to three quarters of the EEXCESS system response time relates to the response time of the individual knowledge sources. Note that the average number of results and the average source response time have a Pearson correlation of only 0.47.

When aggregating the result, the EEXCESS system considers various optimization measures, such as diversity, accuracy, novelty, and serendipity. To achieve good user acceptance, recommendations have to be comprehensible and reproducible. Users can become frustrated if recommendations change although the underlying context does not. This needs to be taken into account as an additional design criterion.

One major issue associated with federated content based recommendation systems is the integration of knowledge sources. Although in the past efforts were made to develop a standardized interface (e.g., OpenSearch), the individual sources cannot be integrated easily. Although a lot of querying operations are supported by all sources (e.g., grouping, faceting, and range queries), they tend to behave differently even at the level of Boolean queries. For example, disjunction queries might be interpreted as *one or the other or both* or strictly as *one or the other*. In addition to these conceptual differences, establishing a common data format is also a challenge. The EEXCESS sources use JSON and XML, and the necessary format conversion has a negative impact on the system's performance.

5 Conclusion

EEXCESS can simplify research tasks by suggesting possible content selected from a variety of knowledge sources. However, it has certain restrictions. Users will only accept federated recommenders if they provide quick responses and comprehensible suggestions. These conditions come on top of other restrictions imposed by the sources having different query and result formats. All of these are important considerations with regard to the success of a recommender system simplifying the access to knowledge sources also for production workers not experienced in search. In the future, work in the EEXCESS project is focused on improving the source selection and the query reformulation so that the EEXCESS system is able to better handle the knowledge source peculiarities.

Acknowledgments

The EEXCESS project is funded by the European Union's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) under grant agreement n° 600601. The Know-Center is funded within the Austrian COMET Program—Competence Centers for Excellent Technologies—under the auspices of the Austrian Federal Ministry of Transport, Innovation and Technology, the Austrian Federal Ministry of Economy, Family and Youth and by the State of Styria. COMET is managed by the Austrian Research Promotion Agency FFG.

References

- Avrahami, T. T., Yau, L., Si, L. & Callan, J. (2006). The FedLemur Project: Federated Search in the Real World. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 57(3), pp. 347-358.
- Géczy, P., Izumi, N., Akaho, S. & Hasida, K. (2007). Long Tails and Analysis of Knowledge Worker Intranet Browsing Behavior. In Abramowicz, W. (Ed.): *Business Information Systems*. Berlin, Germany: Springer, pp. 584-597.
- Guy, I., Jaimes, A., Agulló, P., Moore, P., Nandy, P., Nastar, C. & Schinzel, H. (2010). Will Recommenders Kill Search? Recommender Systems - an Industry Perspective. In: *Proceedings of the fourth ACM conference on Recommender systems*. Barcelona, Spain: ACM, pp. 7-12.
- Shen, J., Geyer, W., Muller, M., Dugan, C., Brownholtz, B. & Millen, D. (2008). Automatically Finding and Recommending Resources to Support Knowledge Workers' Activities. In: *Proceedings of the 13th International Conference on Intelligent User Interfaces*. Gran Canaria, Spain: ACM, pp. 207-216.
- Kopliku, A., Pinel-Sauvagnat, K. & Boughanem, M. (2014). Aggregated Search: A New Information Retrieval Paradigm. *ACM Computing Surveys (CSUR)*. 46(3), pp. 1-31.
- Martin, B., Lamine, J. & Oliver, S. (2004). Smart Factory - Mobile Computing in Production Environments. In: *Proceedings of the Mobisys Workshop on Applications of Mobile Embedded Systems*. Boston, MA, USA: Association for Computing Machinery, pp. 18-20.
- Mooser, J., Wang, L., You, S. & Neumann, U. (2007). An Augmented Reality Interface for Mobile Information Retrieval. In: *Proceedings of the International Conference on Multimedia and Expo. Beijing, China: IEEE*, pp. 2226-2229.
- Ricci, F., Rokach, L., Shapira, B. & Paul, K.B. (Ed.) (2011). *Recommender Systems Handbook*. New York: Springer.
- ter Hofstede, A. H., Proper, H. A. & van der Weide, T. P. (1996). Query Formulation as an Information Retrieval Problem. In: *The Computer Journal*. 39(4), pp. 255-274.
- Zhang, N. & Lu, W.-F. (2007). A Framework for Managing Enterprise Knowledge for Collaborative Decision Support. In: *International Conference on Industrial Informatics*. Vienna, Austria: IEEE, pp. 517-522.

Contact Information

Heimo Gursch, Knowledge Discovery Group, Know-Center – Kompetenzzentrum für wissensbasierte Anwendungen und Systeme Forschungs- und Entwicklungs GmbH, Inffeldgasse 13/6, 8010 Graz, Austria, hgursch@know-center.at, <http://www.know-center.at>

Informationsvernetzungstechnologien im Bereich Automotive Engineering

Michael Spitzer, Markus Zoier, Bernd Fachbach

Information & Process Management, Virtual Vehicle Research Center

Zusammenfassung

In der Fahrzeugentwicklung werden diverse Tools, Daten und Informationen verwendet und generiert. Auch in der Produktion (Smart Factory) werden immer größere Datenmengen verarbeitet. Um die anfallenden Daten und Informationen effizient zur Verfügung zu stellen, hat sich das Forschungsprojekt FIND zum Ziel gesetzt, einen flexiblen und effizienten Zugriff auf diese heterogenen Daten und Informationen zu ermöglichen. Es zeigte sich, dass im Automotive-Umfeld bereits verschiedene Suchtechnologien eingesetzt werden, die Qualität und Zufriedenheit mit diesen Technologien jedoch begrenzt ist. Nach intensiver Vorbereitung und Erfassung der Use Cases wurden unter Berücksichtigung zur Verfügung gestellter Beispieldaten der Projektpartner verschiedene Architekturen und Technologien evaluiert. Vielversprechende Technologien wurden in Folge in einem Prototyp implementiert. Hierbei wurde großen Wert auf Flexibilität und Austauschbarkeit der ausgewählten Technologien gelegt und auf eine saubere Trennung der einzelnen Komponenten geachtet. Das Frontend wurde unter besonderer Berücksichtigung der Schnittstelle Mensch – Computer angepasst und ermöglicht eine domänenspezifische Sicht auf die verfügbaren Daten. Der Prototyp befindet sich derzeit in der Review Phase bei den jeweiligen Projektpartnern.

1 Motivation

Das langfristige Ziel vieler Automobil-Zulieferer und -Hersteller ist es, aufgrund geringerer Kosten, die Zahl der Hardware-Prototypen zu verringern. Deshalb werden in Zukunft ein höheres Volumen an Simulationsdaten und Dokumenttypen generiert (Bernasch & Fachbach 2011). Jedoch nicht nur im Engineering werden immer mehr Daten generiert, auch in der Produktion (Smart Factory) werden immer größere Mengen an heterogenen Informationen und Daten (Mess- und Sensordaten) verarbeitet.

Die Navigation in diesen heterogen Daten- und Informationsquellen stellt Informationssysteme vor große Herausforderungen. Der Bereich Computer-Aided Engineering (CAE) deckt hierbei nicht nur den klassischen Bereich der Berechnung und Simulation ab, sondern umfasst alle Methoden der virtuellen Entwicklung. Die hierbei generierten Daten und Informa-

tionen liegen derzeit noch auf umfangreichen, nur auf höheren Ebenen strukturierten Netzlaufwerken (Zoier & Fachbach 2013).

Einen ersten Lösungsansatz bieten Enterprise Search Technologien. Softic et al. beschäftigten sich mit dem Vergleich verschiedener Suchmaschinentechnologien und untersuchten aktuelle Enterprise Search Studien (Softic et al. 2013). Die Ergebnisse dieser Studie wurden bei der Wahl der Enterprise Search Technologie miteinbezogen. Mittlerweile existieren zahlreiche Anbieter von Enterprise Search Technologien. In ca. 30% der Unternehmen werden diese Technologien eingesetzt. Die verwendeten Technologien werden jedoch mit verhaltener Zufriedenheit bewertet. In Suchsystemen, in welchen mehrere Daten- und Dokumentquellen mittels einer einzigen Query abgefragt werden können, finden die Nutzer leichter relevante Informationen (Findwise 2014).

Zusätzlich zu indexbasierten Enterprise Search Technologien wurden die Verwendung von Ontologien (Blomqvist & Öhgren 2008, Gehle 2000) und Architekturen für lernende Suchmaschinen (Bahrs et al. 2008) in Betracht gezogen.

Das Ziel des Forschungsprojektes FIND ist es, mit Hilfe verschiedener, geeigneter Technologien ein Informationscockpit zur Optimierung des Zugriffs auf Engineering-Informationsquellen zu entwickeln und zur Verbesserung von Technologien zum Auffinden kausaler Zusammenhänge von Daten und Informationen - im Kontext Automotive CAE - beizutragen. Das Projekt wurde gemeinsam mit drei Automobilherstellern und einem Zulieferer durchgeführt.

2 Anforderungen

Die Anforderungen des Informationscockpits (FIND) wurden im Vorfeld bereits ermittelt. Im ersten Schritt wurden Gespräche mit rund 50 Personen (Entscheider, Entwickler und IT Mitarbeiter) von den jeweiligen Projektpartnern geführt. Die Inhalte der Gespräche wurden protokolliert und an die Projektpartner zur Durchsicht und Korrektur retourniert. In der zweiten Phase wurden die Gesprächsprotokolle analysiert und in Stakeholder Anforderungen formuliert. Zusätzlich wurden weitere Anforderungen (State of the Art zur Navigation, Exploration und Aggregation von Informationen in Unternehmen) durch das Forschungsteam definiert. Abschließend wurden die Anforderungen kategorisiert und mit den Partnern abgestimmt. In der dritten Phase startete die fachliche und technische Architekturentwicklung. Die Prinzip-Architekturen von Technologie-Anbietern wurden modelliert. Zusätzlich wurden gemeinsam mit den Projektpartnern Use Cases definiert (Zoier et al. 2014).

Die Stakeholder-Anforderungen sowie die ergänzenden Anforderungen wurden in 40 konsolidierte Anforderungen zusammengefasst und in folgende Gruppen unterteilt: Frontend, Business Logic, Technische Informationsquellen und -typen, nicht funktionale Anforderungen, IT Anforderungen, sowie Handlungsfelder und Randbedingungen (Zoier et al. 2014).

3 Informationsvernetzung in der Domäne CAE

In der Fahrzeugentwicklung werden verschiedene Tools, Dokumentformate und Datenbanken verwendet. Bei den beteiligten Projektpartnern werden Informationen aus strukturierten Quellen (Datenbanken, CMS-ähnliche Systeme wie z.B. Simulationsdatenmanagement, Materialdatenbanken), unstrukturierte bzw. semi-strukturierte Dateien und Ordner (Metainformation in Datei- und Ordnernamen kodiert) und Informationen aus unstrukturierten bzw. semistrukturierten Web-Informationssystemen (z.B. domänenspezifisches Wiki) verarbeitet. Aufgrund der Heterogenität dieser Daten wurden verschiedene Informationsmanagement-technologien evaluiert und ausgewählt.

4 Technologisches Spektrum

Um alle anfallenden Daten in der Produktentwicklung in einem Tool zur Navigation, Exploration und Aggregation von Informationen zu erfassen, werden die folgenden Technologien eingesetzt: Bedarfs- und analysebasierte Vernetzung, ein Wissensmodell des Unternehmens und einzelner Geschäftsbereiche und unterstützend eine Enterprise Search Technologie. Um Informationen aus diesen Systemen abzufragen, formuliert der User Anfragen, die dann mit diesen Technologien verarbeitet werden. Das Frontend verarbeitet die Eingabe und sendet die Informationen an den Transformationslayer. Der Transformationslayer verbindet die jeweiligen Technologien untereinander und mit dem Frontend. Die Kommunikation zwischen den einzelnen Komponenten wird mittels Hypertext Transfer Protocol (HTTP) und Representational State Transfer (REST) Schnittstellen durchgeführt. Dieser generische Ansatz erhöht die Wartbarkeit und Austauschbarkeit der verwendeten Technologien (Xu et al. 2008). Abbildung 1 zeigt die Architektur des FIND Prototypen.

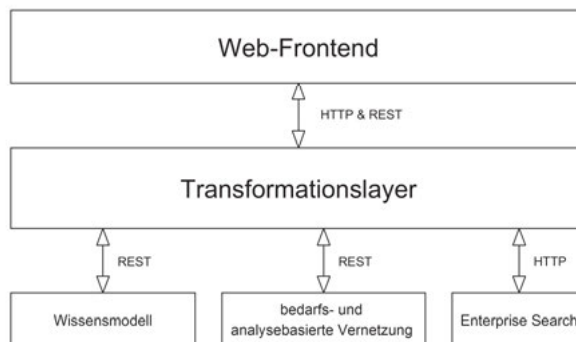


Abbildung 1: Systemarchitektur

4.1 Eingesetzte Technologien

Um optimale Resultate zu erreichen, werden verschiedene Technologien verknüpft. Die Bedarfs- und analysebasierte Vernetzungstechnologie generiert ein Beziehungsnetz. Des Weiteren wird aus generischem- und Fachbereichswissen ein Wissensmodell erstellt. Unterstützend arbeitet eine Enterprise Search Technologie. Abbildung 2 zeigt die prinzipiell möglichen Interaktionen dieser Technologien.

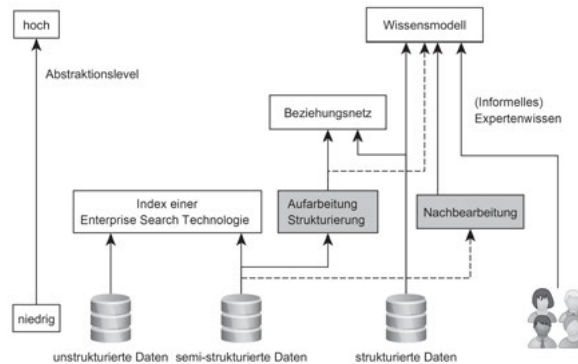


Abbildung 2: Interaktion der beteiligten Technologien

4.1.1 Wissensmodell

Mit Hilfe dieser Technologie wird u.a. informelles Expertenwissen manuell modelliert und in das System integriert. Ein abstraktes Modell eines Unternehmens- oder Produktentwicklungsausschnitts wird erstellt und automatisiert gefüllt und bei Bedarf manuell nachbearbeitet. Suchanfragen werden auf dem aus strukturierten Informationen erstellten Wissensmodell durchgeführt. Hierbei werden zwei Nutzerebenen unterschieden: Der Anwender nutzt das Wissensmodell zur Abfrage vernetzter Informationen, der Vernetzungsadmin erstellt das zugrundeliegende Wissensmodell.

4.1.2 Bedarfs- und analysebasierte Vernetzung

Die vorliegenden Daten werden mit Hilfe dieser Technologie analysiert, aufbereitet, in Beziehung gesetzt und daraus ein Wissensnetz aufgebaut. Suchanfragen können auf diesem Netz durchgeführt werden. Des Weiteren können die Daten mit Hilfe modellierter Informationen gefiltert werden. Das Ziel dieser Technologie ist es, eine definierte Sicht auf Daten in Zusammenhang mit einem definierten Thema in einem definierten Datenraum zu ermöglichen. Die Daten werden gezielt und auf den Anwendungsfall abgestimmt, strukturiert und in einem Beziehungsnetz abgebildet. Um eine gezielte Abfrage von kausalen Zusammenhängen zu ermöglichen, werden konkrete Abfragebausteine definiert, die am Netz gezielte Informationen im Kontext darstellen. Der Schwerpunkt dieser Technologie liegt im raschen und bedarfsorientierten Erschließen von Zusammenhängen im definierten Datenraum und in der Vernetzung von Informationen.

4.1.3 Enterprise Search

Die Enterprise Search Technologie dient überwiegend zur Dokumentensuche in unstrukturierten Datenquellen. Ein Ergebnis entspricht einer Datei, welche zur Zeit der Indizierung existiert hat und daher auch abrufbar ist. Zusätzlich liefert diese Technologie Vorschau- und Metadaten und ermöglicht den direkten Download der gefundenen Ressource. Die eingesetzte Technologie ermöglicht die Extraktion von Meta-Daten aus dem textuellen Inhalt der indizierten Dokumente. Des Weiteren bietet das eingesetzte System eine facetten-basierte Navigation und ein Tagging Service, die mit Hilfe von Thesauri, Wörterbüchern, Wikis, Black/Whitelists und regulärer Ausdrücke optimiert werden kann.

4.2 Transformationslayer

Im Transformationslayer werden die Abfragen verknüpft und an das Frontend weitergeleitet. Des Weiteren bietet diese Technologiekomponente eine Schnittstelle für die beteiligten Abfragetechnologien, transformiert die Anfragen, Ergebnislisten und Filter. Des Weiteren hält diese Komponente das Meta-Modell der abgefragten Informationen, Kategorisierungen und Filter. Zusätzlich implementiert der Transformationslayer die Entscheidungslogik, Relevanzbewertung und die Berechtigungssteuerung. Abbildung 3 zeigt die Zusammenhänge des Transformationslayers mit den beteiligten Abfragetechnologien.

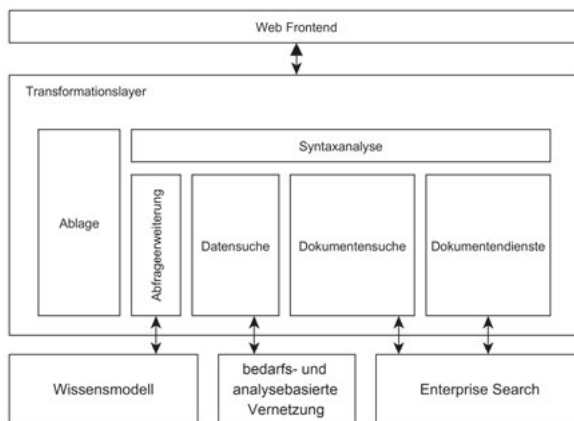


Abbildung 3: Transformation Layer

4.3 Frontend

Das Frontend wurde mit AngularJS¹ umgesetzt. Das Kernziel hierbei war es, eine flexible Struktur zu erstellen, um auf mögliche neue Anforderungen rasch und einfach reagieren zu

¹ <https://angularjs.org/>

können. Um eine möglichst lose Kopplung zwischen Business-Logik (Transformationslayer) und Präsentations-Logik (Web Frontend) zu gewährleisten, baut die Architektur auf rigide Verwendung von Services (REST) auf (Xu et al. 2008). Für die effiziente Abfrage von Informationen ist das Frontend als Schnittstelle zwischen Mensch und Computer von großer Bedeutung. Die große Herausforderung hierbei ist es, die für den jeweiligen domänenspezifischen User relevanten Informationen zu zeigen. So benötigt ein User aus der Produktion, wo im Rahmen einer Smart Factory immer mehr Sensor- und Messdaten generiert- und abgefragt werden, eine andere Sicht auf die Daten, als User aus der Entwicklung. Abbildung 4 zeigt den Aufbau des Frontends. Den Usern werden zwei Ansichten (dokumentbasiert und datenbasiert) auf die gefundenen Informationen präsentiert. Bereits getätigte Suchanfragen können in einer Ablage mit den ausgewählten Parametern gespeichert werden und später erneut getätigt werden.

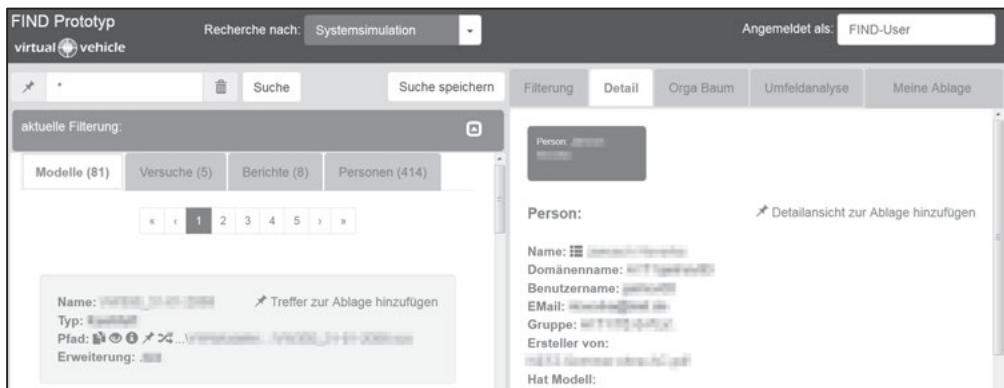


Abbildung 4: Screenshot des Frontends

5 Technologien im weiteren Umfeld und Abgrenzung

Bevor die verschiedenen Abfragetechnologien eingesetzt werden konnten, wurde eine genaue Analyse durchgeführt. Hierbei wurde auch die Struktur der zur Verfügung gestellten Beispieldaten miteinbezogen.

Bei Verwendung von bedarfs- und analysebasierten Vernetzungstechnologien zeigte sich, dass einzelne Themen-Cluster erkennbar waren. Die Zusammenhänge innerhalb dieser Cluster waren zuverlässig, jedoch war es schwierig, Verbindungen zwischen den Clustern herzustellen. Dies kann jedoch teilweise auf die geringe Anzahl der Beispieldaten zurückgeführt werden. Um das volle Potential dieses Beziehungsnetzes nutzen zu können, werden zusätzliche strukturierte Daten benötigt.

Bei Verwendung eines Wissensmodells zeigte sich die Mächtigkeit dieser Technologie. Domänenspezifisches Wissen kann sehr genau abgebildet werden, es ist jedoch ein hoher Initialaufwand und fortgeschrittenes Wissen erforderlich. Dieses Wissen wird u.a. zur Anfra-

geerweiterung (query expansion) verwendet. Zur automatisierten Füllung des Wissensnetzes sind zudem strukturierte Datenquellen mit den entsprechenden Zusammenhängen erforderlich, die im Projekt nur sehr eingeschränkt zur Verfügung standen.

Es zeigte sich, dass die Enterprise Search eine große Anzahl von Quellenanbindung sowie auswertbare Dokument- und Dateitypen unterstützt. Es ist wenig Initialaufwand erforderlich, eine erste Implementierung benötigt wenig domänenspezifisches Wissen über die Beispieldaten. Bei einem Einsatz in einer CAE Umgebung ergeben sich folgende Herausforderungen: Die Dokumente enthalten wenig Text, sehr viele Fachbegriffe und besondere Kennungen (z.B. Teilenummern). Die Indizierungsqualität kann durch Training von generischem Wissen oder durch Training mit domänen- und unternehmensspezifischen Dokumenten verbessert werden. Dies verbessert sowohl die Qualität der Suchresultate wie auch das Tagging. Die Grenzen dieser Technologie zeigten sich vor allem bei sehr spezifischen CAE Dokumenten, in welchen sehr viel implizites Wissen kodiert ist, so erkennen domänenspezifische Ingenieure sofort, welche Messdaten, Sensordaten, Informationen und Materialeigenschaften für den jeweiligen Anwendungsfall wichtig sind. Weitere Herausforderungen ergeben sich bei unscharfen Zusammenhängen. Um qualifizierte Informationen, die sich im unscharfen Umfeld zum abgefragten kausalen Zusammenhang befinden, zu erhalten, müssen zusätzliche Technologien (Wissensmodell und bedarfs- und analysebasierte Vernetzung) eingesetzt werden. Deshalb wird die Enterprise Search Technologie nur unterstützend eingesetzt.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Durch neue Vernetzungs- und Abfragetechnologien kann das Auffinden von Informationen im Automotive Engineering Bereich sowie in der Produktion (Smart Factory) verbessert werden. Vor allem durch das Modellieren von implizitem Expertenwissen können Informationen effizient abgefragt und aufbereitet werden. Aufgrund der Heterogenität der Informationen und Daten ist es notwendig, speziell angepasste Technologien zur Abfrage von vernetzten Informationen und Daten zu implementieren. Die großen Herausforderungen sind hierbei das Verständnis der jeweiligen domänen- und unternehmensspezifischen Informationen, die aus intensiven Gesprächen mit den Mitarbeitern der beteiligten Projektpartner und aus den Use Case Definitionen gewonnen werden konnte. Mit Hilfe dieses Wissens und mit den zur Verfügung gestellten Beispieldaten konnten effiziente Technologien identifiziert und implementiert werden. Der Prototyp ist derzeit in Evaluierung bei den jeweiligen Projektpartnern.

Danksagung

Die Autoren danken dem „COMET K2 Forschungsförderungs-Programm“ des Österreichischen Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), des Österreichischen Bundesministeriums für Wirtschaft, Familie und Jugend (BMWFJ), der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG), des Landes Steiermark sowie der Steirischen Wirtschaftsförderung (SFG) für die finanzielle Unterstützung. Ebenfalls danken wir den unterstützenden Firmen und Projektpartnern sowie der Technischen Universität Graz.

Literaturverzeichnis

- Bahrs, J., Meuthrath, B. & Peters, K. (2008). Selbstlernende Suchmaschine als zentraler Informationszugang bei heterogener Informationslandschaft. In Hegering, H., Lehmann, A., Ohlbach, H. J. & Scheideler, C. (Hrsg.): *Beherrschbare Systeme Dank Informatik*. Berlin: Springer. S. 365-371.
- Bernasch, J. & Fachbach, B. (2011). Integration als Schlüssel für die virtuelle Fahrzeugentwicklung. *ATZextra 16*, S. 18-23.
- Blomqvist, E. & Öhgren, A. (2008). Constructing an enterprise ontology for an automotive supplier. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 2008, 21(3), S. 386-397.
- Findwise (2014). Enterprise Search and Findability Survey 2014.
URL: <http://www2.findwise.com/findabilitysurvey2014>.
Abgerufen am: 08. Juni 2015.
- Gehle, M. (2000). IT-unterstützter Wissenstransfer in der internationalen Forschung & Entwicklung: Ein Praxisbericht über den „Marktplatz des Wissens“ der BMW AG. *Wirtschaftsinformatik*, 2000, 42, S. 119-123.
- Softic, S., Rosenberger, M., Zoier, M., Mondelos, K. & Pillinger, E. (2013). A Preliminary Short Survey of State of the Art Enterprise Search Engines for Future Work Place. In: *WEBIST 2013 - Proceedings of the 9th International Conference on Web Information Systems*. Setúbal: SciTePress. S. 626-629.
- Xu, X., Zhu, L., Liu, Y. & Staples, M. (2008). Resource-Oriented Architecture for Business Processes. In: *Software Engineering Conference, 2008. APSEC '08. 15th Asia-Pacific*. Los Alamitos: IEEE Computer Society. S. 395-402.
- Zoier, M. & Fachbach, B. (2013). Effiziente Informationsbeschaffung in der virtuellen Fahrzeugentwicklung. Präsentiert am Grazer Symposium Virtuelles Fahrzeug (15.-16. Mai 2013).
- Zoier, M., Rosenberger, M., Marko, N., Softic, S., Kaiser, C., Fachbach, B., Gursch, H., Zechner, M., Kern, R. & Stocker, A. (2014). Konzeption einer Architektur für flexible Suche und Informationsvernetzung in der Fahrzeugentwicklung. In Ockenfeld, M. (Hrsg.): *Tagungsband der 3. DGI-Konferenz: Informationsqualität und Wissensgenerierung*. Nürnberg: Digital Print Group. S. 49-62.

Kontakt

Michael Spitzer

Area A, Kompetenzzentrum - Das virtuelle Fahrzeug Forschungsgesellschaft mbH

Inffeldgasse 21/A, 8010 Graz, Austria

michael.spitzer@v2c2.at

Smart Engineering for Smart Factories: How OSLC Could Enable Plug & Play Tool Integration

Christian Kaiser¹, Beate Herbst²

Information & Process Management, Virtual Vehicle Research Center¹
Electrics/Electronics & Software, Virtual Vehicle Research Center²

Abstract

In this paper OSLC (Open Services for Lifecycle Collaboration) is proposed as key element in an approach for tool integration. OSLC enables data exchange and resource linking across tools within smart engineering, assisting thereby factories in behaving smart. According to OSLC's description, a core specification and several domain specifications assist software developers in implementing standardized interfaces for information exchange, which allow low-cost exchangeability of tools providing the same type of data. Due to the resource linking approach of OSLC (instead of data synchronization), the typical integration challenges of traceability, data consistency and data interoperability across the whole lifecycle process are appropriately managed and therefore assist collaboration, reuse and integration. Traceability across engineering tools can be a key enabler for smart factories. However, applied to the whole engineering process of a smart production lifecycle, which is in this approach based on the V-model, advantages and challenges yet to be solved of this approach arise, which is why this paper focuses engineering to be able to assist smart factories in future.

1 Introduction

In the production lifecycle process several tools are included, whereas in many cases software tools need to integrate with other tools in order to support a productive workflow (Wagner et al. 2014; Paschke & Softic 2014). A company might already use tools in their tool chain, which support interoperability to relevant other tools of the tool chain. Tool integration challenges can have its origin in merging two companies, as companies might use different tool vendors for the same tasks, employees are used to their tools and long-term contracts might exist. Another tool integration cause is the decision to buy a component from a supplier. A supplier receives requirements and modelling information, has to integrate it

into their tools and finally provides software and hardware components. Again, the supplier might use different tools in its tool chain. Tool integration is a noticeable topic in research since the 1990's (Brown et al. 1992). Tools available on the market employ their own underlying metamodel. Those metamodels tend to vary greatly in size and complexity, therefore confronting production companies with the challenge of tool integration (Wolters & Seceleanu 2013; Zhang et al. 2012). When tools are embedded in a tool chain of an engineering lifecycle, then data input has to be made available in the tool, whereas data output has to be provided in a standardized or proper format, e.g. using an export functionality. The current shift from production to smart production and therefore from factories to smart factories further pressures the development of smart tools and environments. In smart factories ideally every object turns into a cyber-physical system and is able to communicate with others and act in an intelligent way, e.g. the intelligent or so called smart products are able to exchange information regarding their further processing with robotic machines within a smart factory. Production factories can only be smart if the engineering lifecycle provides the possibility for it. Two reasons are explained in the following.

On the one hand, smart products in a smart factory environment enable for example collaboration between humans and machines such as robotic arms. Therefore decisions by smart products and the smart factory environment will have to be made in real time. This causes plenty of new requirements regarding smart production and smart factory to be considered and fulfilled by smart engineering, by facility planning, by designers, etc. This new requirements have to be adopted by the product requirements management in the early engineering phase, modelling, design and production have to consider them. As a result, the engineering lifecycle is capable of the success of smart production by providing its basis. For example in the automotive domain, the number of variants and derivatives has multiplied. Hence, due to configuration possibilities, the lot size in production converges towards one. A lot size of one means that each product is probably just produced once in its specific configuration, a realistic example in the automotive industry. Production lines producing only one specific vehicle for a longer time range will no longer be needed. Thus, a technology enabling a flexible production line is needed. Graph-based reasoning assists the production to act in an intelligent way. This could be achieved by a resource linking approach, creating a graph of linked data.

On the other hand, cyber physical systems, smart products being able to communicate with other products and infrastructure, need access to relevant data to enable intelligent behavior, such as data of the engineering lifecycle process. To be able to understand context and dependencies of retrieved data, traceability across tools used in this engineering lifecycle process is necessary, e.g. which requirements lead to a specific configuration and which requirements are covered by a test scenario. Traceability can be achieved by linking data artifacts, representing real artifacts like model elements that are maintained by tools (Zhang & Moller-Pedersen 2013). Thus, today a convenient technology is needed to enable data exchange and linking between tools with little effort for the user.

A promising technology used for such purposes is OSLC (OSLC 2015a), introduced by an open community that provides a collection of web-service based specifications to ease representation, access, and linking of resources between tools. All offered specifications are based on the W3C Linked Data (W3C 2015) standard, which builds upon common web

technologies such as HTTP (Hypertext Transfer Protocol), the Representational State Transfer (REST) technology, RDF (Resource Description Format), and URI (Uniform Resource Identifier) (Elaasar & Conallen 2013; Paschke & Softic 2014). While several integration approaches and frameworks are available on the market, ModelBus (Fraunhofer FOKUS 2015) and OSLC are appropriate integration technologies which are not proprietary, as they have an open specification and implementation. (Wagner et al. 2014)

Figure 1 depicts data integration with OSLC, which mainly consists of two players:

- A Provider, which uses a web service to store and provide data by implementing CRUD (Create, Read, Update, Delete) functionality.
- A Consumer, which is able to request and manipulate provided data via HTTP requests (HTTP GET, POST, PUT, and DELETE methods).

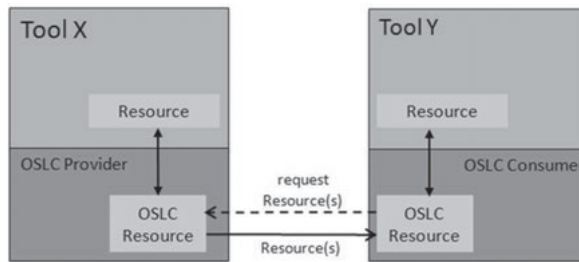


Figure 1: Overview of an OSLC Provider and Consumer concept.

Furthermore, this web-based technology supports the representation of data in form of RDF graphs, consisting of so called triples (subject, predicate, and object). Each triple represents a relationship between two specific artifacts, whereas a subject is linked to an object and the predicate describes the link type. If plenty of artifacts are linked with each other, then one or even more graphs emerge, because not all resulting graph parts necessarily need to be connected. The resulting graphs of, e.g. an engineering lifecycle using OSLC, can then be used for graph-based reasoning. Reasoning on graphs is scalable and most operations are suitable for bigger amounts of data (Urbani et al. 2009). In this way, OSLC enables analysis of multi tool workflow resources and therefore eases lifecycle traceability.

In the presented approach for the production lifecycle process, data artifacts of different tools and therefore different domains, such as requirements management (RM) and architecture management (AM), are linked. As mentioned above, for this connection, an OSLC Provider and Consumer are needed. A mandatory requirement for their data exchange is that both interfaces need to implement the OSLC core specification as well as a domain specification, which defines permitted properties.

2 Smart Production Lifecycle Integration using OSLC

Figure 2 represents a production lifecycle process in form of a V-model workflow management. The V-model usually starts the project definition with requirements

management, e.g. integrating requirements provided from customers, legal norms and regulations, the own (smart) production (facility, etc.) and requirements based on know-how into a requirements management tool. In the second step, in a model based engineering process, models are designed based on specific requirements. In the third step, design and prototype manufacturing is done based on the created models. In the fourth step, all necessary (single) prototype components are tested against the requirements (the model was based on) in the ramp-up phase. Therefore a back link to the model is needed. In the last step, all components are combined into the final system and tested against all requirements to ensure requirement fulfillment. In the following subsections, an example using OSLC is provided.

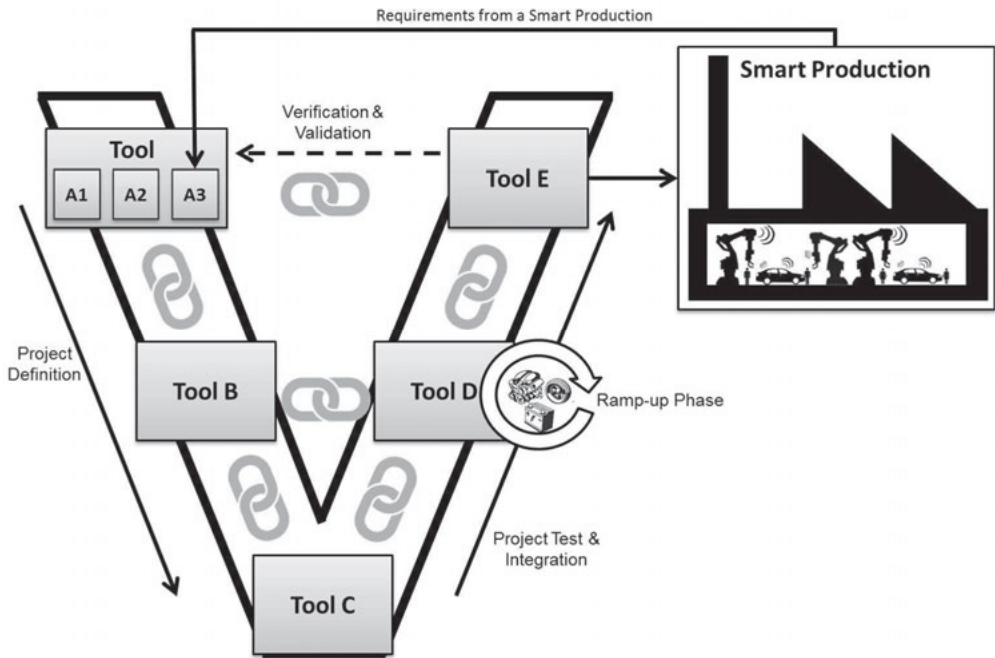


Figure 2: A smart production process represented as V-model.

In the presented example the need for software integration in several consecutive steps is shown. As OSLC still bears some unsolved challenges, the following realistic example is chosen to show advantages as well as challenges of this technology simultaneously.

2.1 System models based on requirements

As shown in Figure 2, the presented approach uses different requirement sources to describe the new product. These requirements are defined by different stakeholders and therefore are managed in different tools in this fictive example:

- The customer uses IBM Doors to manage its requirements (Tool A1). These requirements are provided via the built-in IBM Doors OSLC RM provider.
- There are known legal norms and regulations, managed in HP Quality Center (Tool A2). These requirements are provided via the built-in HP Quality Center OSLC RM provider.
- The quality management department has formulated requirements out of production know-how. However, they use PTC Integrity to manage them (Tool A3). These requirements are provided as a ReqIF (Requirements Interchange Format) file (OMG 2015), represented as asset management resource in OSLC.

To create system models of a product, the product is divided into several subcomponents. Those subcomponents will be put together at a higher level and build a system model of the smart product. These system models as well as its subcomponents are designed in a modeling tool, whereas each component is based on one or more requirements. To reference these requirements, OSLC linking can be used. To overcome consistency problems when synchronizing requirements (possibly changing over time) between the tools, OSLC provides the opportunity to retrieve requirements from all above mentioned requirements sources with the same Consumer implementation as long as all OSLC Providers stick to the OSLC RM specification (OSLC 2015b).

As OSLC tries to enable plug & play of tools of the same domain, e.g. tools providing requirements. The specification is kept to a minimum, what bears a contradiction to enabling plug & play at a closer look, as in some cases it is necessary to extend the provided OSLC domain properties by using so called *extended properties*. For example, the OSLC RM specification only defines the minimum set of properties needed (e.g. *oslc_rm:validatedBy*, to describe a resource, such as a test case, which validates this requirement). However, most requirement management sources use further properties in their tools, e.g. parameter values to be able to provide the parameter values machine readable (Marko et al. 2015), therefore information would be lost if those are not exposed. Thus, an OSLC Consumer of OSLC RM sources has to map retrieved *extended properties* of a source to its internal data storage. As a result, if different OSLC RM sources add different extended properties, plug & play is not possible any more without an initial mapping.

Furthermore, even if no extended properties are in use, it might happen that properties of the loosely defined domain specifications are misused or interpreted variously and therefore lead to different OSLC resource representations, e.g. important information is provided in the *dterms:description* property. Hence, the development of plug & play OSLC adapters seems to be hard to realize, as long as more precise specifications are missing.

2.2 Prototype development based on system models

Once system models in all granularities exist, development has to take place to realize a prototype as next step in the smart production lifecycle. Considering the success of companies like Apple, product design aspects should be in a leading part, comparable to software systems where “design is more important than ever” (Elaasar & Conallen 2013, 165) However, the required functionality of the desired product, described in the above

mentioned system models, still has to be fulfilled. Hence an intensive negotiation or calibration process between system model developers (using Tool B in Figure 2) and prototype designers (Tool C in Figure 2) takes place. At the end of the design and development process, a design and prototype description as well as a production process description exists, which fulfils the system models and therefore is based on the requirements indirectly. The design or prototype may consist of one single part or multiple components representing the whole system if connected. For the purpose of testing, a prototype is manufactured.

As OSLC is currently embossed by the automotive, aerospace and rail industries' engineering communities, certain aspects, e.g. to assist smart series production, are not covered yet. OSLC specifications exist for many domains, such as architecture management, asset management and requirements management. However, as shown in subsection 2.1, tools provided by different vendors may use different extended properties and therefore plug & play seems hard to realize. In case of asset management, the intention of extended properties even may be harder to guess without a context, as every data artifact can be an asset. From an overview perspective, the challenge is to define, how precise a specification should be. Should a new specification be created for the domain of design? Is one design domain enough or is the gap between the design of, for instance, a car and a USB stick too big, so that individual domains will be needed? Will every industry have to define its own set of extended properties in each domain?

2.3 Integration and testing of components

A prototype is ready for testing and it is assumed that it consists of multiple components, whereas some components are bought from a supplier. Each component is based on the system models and therefore is based on a specific set of requirements. Aichernig et al. explain in their paper how test cases can be generated based on formalized requirements using OSLC (Aichernig et al. 2014). Tests are executed at component level. Tests may reveal issues of system models or the design, which triggers redesign of models or redevelopment of components. If tests have been successful, then components are connected and tested again.

Typically multiple test cases are needed for each single component, for each combination of components and for the whole system. Therefore every test case and its result will be linked with components, design, requirements and so on. OSLC allows developers to use unidirectional or bidirectional links. Bidirectional links may simplify graph-based reasoning algorithms. However, it can lead to inconsistencies as shown in the following example. It is assumed that resource X is a component and resource Y is a test case.

- The link between X and Y is bidirectional, as shown in Figure 3a.
- A component was redesigned and therefore the link should be changed to link the new component X1 bidirectional with test case Y, as shown in Figure 3b.
- X deletes its link to Y and creates a new link from X1 to Y. In the next step Y is triggered to change its link from X to X1 as well, however, Y is not available or a problem occurs, as shown in Figure 3c.

- As a result, the back link from Y to X is still there and now points to the wrong resource, as shown in Figure 3d. Now it is not defined which link is the right one and where the back link is missing. As unidirectional links are suitable as well, the problem might not even be recognized and may lead to inconsistency.

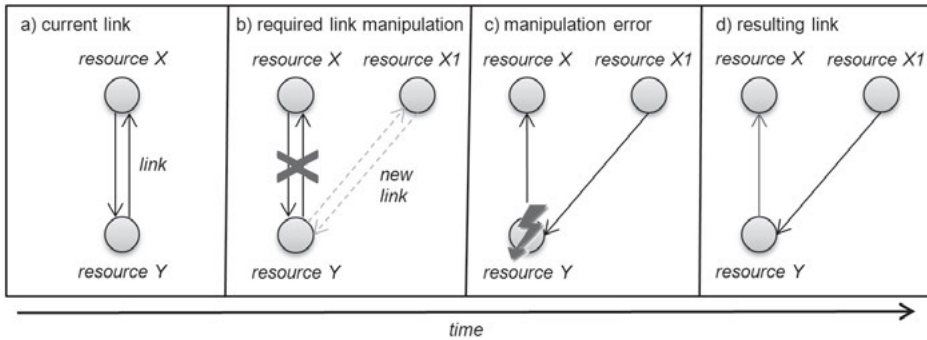


Figure 3: The occurrence of a back link problem causing inconsistency.

In terms of linking between different artifacts, OSLC provides so called delegated user interfaces (UIs). Thereby OSLC enable web applications to provide a user interface for creating and selecting resources and therefore enable traceability. However, another challenge of these delegated UIs is the context-free access caused by the small amount of information provided. For example, if a test case should be linked to a component, then the delegated UI may provide plenty of available component versions to choose from. Without additional context, it may be hard to identify the correct version. Packing a delegated UI with lots of information about the component may not be the ideal solution as well, as then the overview is lost. The remaining advantage is the simplified linking which enables traceability throughout the whole production lifecycle. However, it will not replace collaboration between developers.

OSLC advantages and challenges have been shown so far, instead of continuing the lifecycle process describing verification and validation, traceability in the resulting graph of linked data is the topic in the following subchapter 2.4.

2.4 Traceability

Traceability gains more and more importance in recent years, e.g. the automotive “safety standard ISO 26262 (ISO 2015) requires traceability” (Baumgart & Ellen 2014, 300), as “correctness evidence for designed systems must be presented to regulatory bodies” (Aichernig et al. 2014, 117). Previous subchapters described the interconnection of data artifacts (data artifacts are e.g. a requirement, a system component model, the design of a component or the test case for a component) and how OSLC assists interlinking those artifacts, while unsolved challenges are yet to be solved.

However, if OSLC is used to link artifacts in the whole lifecycle, then the advantage of traceability is offered. Graph-based reasoning is able to calculate the degree of fulfilled requirements (Tool A in the lifecycle in Figure 2) by positive test results (Tool E in the lifecycle), as the trace of engineering is made explicit by links, e.g. it is clear which component is tested, which system model the component is based on and again which requirements the system model is based on. A significant reduction of test cases to fulfill all requirements will be the outcome.

Visualizing all interconnections usually looks like a network of nodes and links. History showed that network analysis may reveal hidden secrets and bear potential for development shortcuts and innovations (Gloor et al. 2009; Mayer-Schönberger & Cukier 2013). Visualizing links between artifacts across tools provides flexible data insights, created by semantically driven customized views on the data. Hence, this assists data analysis, decision taking and collaboration between participants (Softic et al. 2013).

3 Outlook and Conclusion

In this paper OSLC is presented as key technology to enable tool integration, applied to the whole engineering process of a smart production lifecycle. Since there currently is a shift from factories to smart factories, the development of smart tools and environments is pressured. As a result, a new technology to even enable a smart engineering lifecycle, which provides the possibility of graph-based reasoning in a scalable approach, is needed. In the demonstrated example, OSLC is applied to a smart production lifecycle based on the V-model. It is shown that OSLC enables smart engineering, by easily retrieving and linking different lifecycle artifacts. Thereby traceability is made possible, to track the relation of different artifacts e.g. requirements, system component models, or test cases. This easy tool exchangeability and flexibility has an impact on tool market shares, as any innovation by any vendors can be tested and adopted easily. Even though OSLC is a promising technology to create a smart production lifecycle, this paper showed that this approach also involves challenges. As an example, the hard to realize plug & play integration of OSLC adapters was depicted, since the loosely defined specification might not be enough and the provided domains will not fit perfectly in many cases. However, since OSLC is introduced by an open community, adaptation and creation of domain specifications might easily be possible.

Acknowledgement

The research work of Christian Kaiser & Beate Herbst was partially funded by the European Commission within the CRYSTAL project under the ARTEMIS Joint Undertaking funding scheme, by the COMET K2 - Competence Centres for Excellent Technologies Programme of the Austrian Federal Ministry for Transport, Innovation and Technology (BMVIT), the Austrian Federal Ministry of Science, Research and Economy (BMWFW), the Austrian Research Promotion Agency (FFG), the Province of Styria and the Styrian Business Promotion Agency (SFG).

Literature

- Aichernig, B.K., Hormaier, K., Lorber, F., Nickovic, D., Schlick, R., Simoneau, D. & Tiran, S. (2014). Integration of Requirements Engineering and Test-Case Generation via OSLC. In *Proceedings of the 14th International Conference on Quality Software (QSIC)*, 117-126.
- Baumgart, A. & Ellen, C. (2014). A recipe for tool interoperability. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Model-Driven Engineering and Software Development (MODELSWARD)*, 300-308.
- Brown, A.W., Feiler, P.H. & Wallnau, K.C. (1992). Past and future models of CASE integration. In *the Proceedings of the Fifth International Workshop on Computer-Aided Software Engineering*, 36-45.
- Elaasar, M. & Conallen, J. (2013). Design management: a collaborative design solution. In *Proceedings of the 9th European conference on Modelling Foundations and Applications (ECMFA'13)*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 165-178.
- Fraunhofer FOKUS (The Fraunhofer Institute for Open Communication Systems FOKUS) (2015). *ModelBus - Welcome To ModelBus.org*. <http://www.modelbus.org>. Retrieved 2015-06-01.
- OMG (Object Management Group) (2015). *ReqIF*. <http://www.omg.org/spec/ReqIF/>. Retrieved 2015-06-01.
- Gloor, P.A., Krauss, J., Nann, S., Fischbach, K. & Schoder, D. (2009). Web Science 2.0: Identifying Trends through Semantic Social Network Analysis. In *Proceedings of the International Conference on Computational Science and Engineering (CSE '09)*, vol.4, 215-222.
- ISO (International Organization for Standardization) (2015). *ISO 26262-1:2011 - Road vehicles -- Functional safety -- Part 1: Vocabulary*. http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=43464. Retrieved 2015-06-01.
- Marko, N., Leitner, A., Herbst, B. & Wallner, A. (2015). Combining Xtext and OLSC for integrated model-based requirements engineering. In *Proceedings of the 41th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA 2015)*, page unknown as not published yet.
- Mayer-Schönberger, V. & Cukier, K. (2013). *Big data: a revolution that will transform how we live, work, and think*. Boston: Houghton Mifflin Harcourt.
- OSLC (2015a). *Open Services for Lifecycle Collaboration*. <http://www.open-services.net>. Retrieved 2015-06-01.
- OSLC (2015b). *RmSpecificationV2*. <http://open-services.net/bin/view/Main/RmSpecificationV2>. Retrieved 2015-06-01.
- Urbani, J., Kotoulas, S., Oren, E. & Harmelen, F. (2009). Scalable Distributed Reasoning Using MapReduce. In *Proceedings of the 8th International Semantic Web Conference (ISWC '09)*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 634-649.
- Paschke, S. & Softic, S. (2014). Open Services for Lifecycle Collaboration: Ein Ansatz zur Unterstützung der Zusammenarbeit in der Produktentwicklung. In: Butz, A., Koch, M. & Schlichter, J. (Hrsg.), *Mensch & Computer 2014 - Workshopband*. Berlin: De Gruyter Oldenbourg, 313-320.
- Softic, S., Rosenberger, M., Denger, A., Fritz, J. & Stocker, A. (2013). Semantically based visual tracking of engineering tasks in automotive product lifecycle. In *Proceedings of the 13th*

- International Conference on Knowledge Management and Knowledge Technologies (i-Know '13)*, ACM, New York, NY, USA, Article 36 , 4 pages.
- Wagner, M., Dudeck, G., Hein, C., Tcholtchev, N., Gebhardt, C. & Korff, A. (2014). VARIES framework to support tool integration in product line engineering. In *Proceedings of the 18th International Software Product Line Conference: Companion Volume for Workshops, Demonstrations and Tools - Volume 2 (SPLC '14)*, Vol. 2. ACM, New York, NY, USA, 117-120.
- Wolvers, R. & Seceleanu, T. (2013). Embedded Systems Design Flows: Integrating Requirements Authoring and Design Tools. In *Proceedings of the 39th EUROMICRO Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA)*, 244-251.
- World Wide Web Consortium (W3C) (2015). *Data - W3C*.
<http://www.w3.org/standards/semanticweb/data>. Retrieved 2015-06-01.
- Zhang, W., Leilde, V., Moller-Pedersen, B., Champeau, J. & Guychard, C. (2012). Towards Tool Integration through Artifacts and Roles. In *Proceedings of the 19th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC)*, 603-613.
- Zhang, W. & Moller-Pedersen, B. (2013). Establishing Tool Chains Above the Service Cloud with Integration Models. In *Proceedings of the IEEE 20th International Conference on Web Services (ICWS)*, 372-379.

Kontaktinformationen

Christian Kaiser
Virtual Vehicle Research Center
Department information- & process management
Inffeldgasse 21a
8010 Graz
christian.kaiser@v2c2.at
<http://www.v2c2.at>

ABIS 2015 - 21th International Workshop on Intelligent and Personalized Human-Computer Interaction

Measuring Physical Pressure in Smart Phone Interaction for People with Impairments

Mirjam Augstein¹, Daniel Kern², Thomas Neumayr², Werner Kurschl³, Josef Altmann¹

Communication and Knowledge Media, University of Applied Sciences Upper Austria¹
Research & Development, University of Applied Sciences Upper Austria²
Human-Centered Computing, University of Applied Sciences Upper Austria³

Abstract

Personalization has become an important aspect in human-computer interaction. Not only differ users drastically regarding their interests, knowledge and individual prerequisites, they also have varying interaction capabilities. The latter is especially significant for users with different kinds of cognitive and/or motor impairments. Thus, the IAAA project investigates novel interaction methods as well as methods to model users' interaction capabilities in order to personalize the overall interaction process later. This paper focuses on physical pressure as an additional method to interact with common smart phones which could also be used to interact with other interactive systems. It compares four different ways of measuring physical pressure for the specific domain and presents the results of an initial user study that has been conducted with the target group in order to i) evaluate how well users can handle the respective interaction method and ii) how reliably the different approaches work.

1 Introduction

Personalization has become a key aspect in human-computer interaction. Software and its operation should be adapted to the needs and capabilities of the individual user, especially if the target group is highly diverse. The IAAA project¹ focuses on the automated personalization of interaction and involves research endeavors along two dimensions: it identifies and evaluates novel interaction modalities bearing potential to be useful for the

¹ Interaction Analysis for Automated Adaptation.

target group, and investigates user modeling and adaptation strategies to automate the personalization process. This paper focuses on the analysis of physical pressure applied to common smart phones as interaction method. An initial observation-based study with people with different kinds of impairments was conducted in autumn 2014. It revealed that many of the participants were only able to cover a small area of reach when using touch screens (also if the screen itself was small). Yet, most could control their movement along the vertical axis well which led to the hypothesis that physical pressure could be an appropriate way of interacting. This paper compares four technologically different ways of measuring physical pressure on common smart phones. The findings are decisive for the selection of a technology for the target group. We discuss related work in Section 2; Section 3 presents a technological comparison of the four approaches to measure pressure. Section 4 describes our user tests with people with different kinds of impairments; Section 5 provides a summary, conclusions and an outlook on subsequent work.

2 Related Work

Most of the work discussed here tries to overcome the limitation of the typical capacitive screen, which cannot be used for pressure sensing per se. We pick up on three approaches to compare their applicability in our specific target domain. In general, physical pressure can be captured in several different ways. One approach described by (Hwang, Hwang, Bianchi, Ahn, & Wohn, 2013) uses a magnetically driven pen interface, where a pen is augmented with a magnet, where either the magnet is put on a fixed position, or the magnet rests on a spring embedded in the centre of the pen. The magnet's position related to the built-in magnetometer in the smart phone is used to *i)* identify a pen, *ii)* identify gestures drawn nearby, or *iii)* sense the pressure. An evaluation regarding the identification of pressure levels showed that the distance of the magnet must be considered accordingly, since the magnetic field decreases with the distance. A different approach using the magnetic field was developed by (Liang, Cheng, Su, Weng, Chen, & Yang, 2012), who attached on the back of a device a sensor board with 192 hall-effect sensors. When the device's cover is made of any non-ferromagnetic material and is thinner than two cm, a pen can be used as an input device.

Another approach to sense pressure is described by (Hwang, Bianchi, & Wohn, 2013), where the smart phone is brought to vibration with the built in vibration motor. When the device gets in contact with a damping surface (e.g., a user's hand), vibration absorption is measured with the built-in accelerometer. An evaluation showed that up to six pressure levels can be used, two of which lead to an accuracy of 99% for touch and grip. With increasing levels decreases the accuracy. A similar approach called *GripSense* was proposed by (Goel, Wobbrock, & Patel, 2012) that distinguishes three pressure levels with an accuracy of 95.1%. A usability test revealed that pressure input can be useful in numerous scenarios.

Another different approach to overcome the limitations of a capacitive touch screen proposed by (Hwang & Wohn, 2012) is called *PseudoButton*. It tries to use an acoustic-based pressure-sensitive button, where a built-in speaker emits a sound, which cannot be heard by most humans (e.g., above 16.7 kHz). When a finger covers the pinhole of the microphone, it blocks and changes partially the sound according to the pressure applied by the finger. With a final signal analysis it is possible to identify up to five different pressure levels. The

microphone as non-verbal sensor has also attracted researchers to use it for sound-based interaction (e.g., (Misra, Essl, & Rohs, 2008) use it in a musical setting. However, microphones can also be used to derive positions as described by (Do & Silverman, 2008).

As our research does not primarily focus on pressure detection methods but at making standard devices (like smart phones) better accessible for the target group, we did not consider additional hardware options (e.g., based on Force Resisting Sensors) as proposed by (Wilson, Stewart, & Brewster, 2010) for our endeavors.

3 Technologies and Smart Phone App

We implemented four prototypes based on different technologies to measure physical pressure on common smart phones. The prototypes consist of test cases included in an Android app and were used to execute an initial evaluation with the target group (see Section 4). This section focuses on the technological characteristics. All four tests internally distinguish between twelve levels of pressure and display the currently applied pressure as a bar chart so that the user receives immediate visual feedback.

The ***vibration test*** measures pressure by analyzing vibration absorption as described by (Hwang, Bianchi, & Wohn, 2013). Thus, our vibration test first activates the smart phone's vibration motor at the maximum level. The physical pressure applied by the user is then measured by evaluating the phone's built-in acceleration sensor's data. The acceleration sensor provides for each time stamp values for the three coordinates (x, y, z), which are normalized and smoothed by our app before they are further processed. Next, the (Euclidean) distance between the coordinates at a certain time stamp and its predecessor are computed before the distances are added up (the smaller this sum, the higher the physical pressure; the maximum value defines the minimum pressure (mostly, no pressure).

The ***magnetic field test*** examines pressure by measuring changes in the magnetic field around the smart phone as described by (Hwang, Hwang, Bianchi, Ahn, & Wohn, 2013). It analyzes the values for all three dimensions provided by the phone's built-in magnetic field sensor in μT . These values are then used to compute the absolute magnetic field strength (which is next normalized and divided into different levels). Physical pressure in this case is not (as in the vibration test) applied to the phone itself but to an additional prototypic stylus we built. The stylus basically contains a magnet placed on a spring; it works like a common pen so that the user can press the top of it (hereby, the magnet is moved closer to the pen tip and its distance to the device is decreased). The magnetic field test faces additional challenges. In order to gain reliable results, the magnet's initial position must be predefined to calibrate the app accordingly. Thus, the screen indicates via displaying a red circle the position where the pen tip should be placed. As the magnetic field sensor might be installed at different positions for different devices, the optimum position can differ. This test is thus not so easily transferrable. Further, the magnetic field around a smart phone is prone to be influenced by external sources of disturbance (e.g., additional devices). Thus, in order to gain reliable results, the magnetic field must be analyzed before every test.

The ***microphone test*** evaluates physical pressure based on sound analysis as suggested by (Hwang & Wohn, 2012). Our app outputs a sound of a specific frequency via the phone's

built-in speakers and analyzes it using its microphone. Physical pressure is applied by covering the microphone (stronger pressure leads to better covering the microphone, thus the amplitude of the specific frequency is lowered). Several different frequencies were tested. It should be high enough not to be heard by at least a large number of people but still be easily recognizable by the device. The latter was particular challenging because different devices are able to recognize different frequencies. For instance, we tested a tablet² which could only recognize frequencies of up to 10.000 Hz whereas a tested smart phone³ could recognize frequencies of up to 14.500 Hz. For our app we used in the user tests, we set the frequency to 14.000 Hz. The app outputs the sound by repeatedly playing a sound file which contains a constant sound. The analysis of the output sound is done using Fourier transformation with a sampling rate of 44.100 Hz (in our implementation, the JTransforms library⁴ was used). The **built-in touch test** measures physical pressure by analyzing the user's touch input, based on information that is available via the standard Android SDK's methods `getPressure` and `getSize`. Depending on the device and display type, the touch point's size can be retrieved. The approach relies on the assumption that with increasing physical pressure, the size of the touch point increases too. A problem related to this approach is that the values for the touch point's size are strongly dependent on the device type. Devices have different built-in displays that support this approach to different degrees. In our user tests, a Samsung Galaxy S4 mini was used and the results were reasonable. However, for some devices there are limitations regarding processing data from touchscreen to low level driver to the higher level touch event. For these devices, the `getPressure` function returns a binary instead of a floating point value between 0 and 1, which is not sufficient to measure pressure intensities.

4 User Tests and Findings

To evaluate the applicability of the chosen methods for our target group, initial user tests have been conducted in January 2015, using a Samsung Galaxy S4 mini⁵.

4.1 Setting and Participants

The first user test took place in a facility⁶ for people with impairments in Gallneukirchen, Upper Austria in a department where a group of people works with (new) media, e.g., publication of the facility's news magazine or taking and processing pictures. Six persons

² Acer Iconia Tab A510

³ Samsung Galaxy S4 mini

⁴ <https://sites.google.com/site/piotrwendykier/software/jtransforms>, last access July 3rd, 2015

⁵ We later repeated some of the tests with a Samsung Galaxy S3 mini which however did not lead to significantly different results.

⁶ <http://www.diakoniewerk.at/>, last access July 3rd, 2015

with different kinds of impairments like spasms, Down's syndrome, spina bifida or different forms of developmental retardation took part in our tests (2 male, 4 female, aged 22 to 47). The second user test was held in an EDP workshop for people with disabilities of the same facility but located in Hagenberg. Typical activities there are the digitalization of slides as well as the creation of marketing material like business cards. Here also six persons (2 female, 4 male, aged 21 to 50) with a wide range of impairments, e.g., cerebral palsy, spastic tetraplegia, hydrocephalus, and speech disorders participated. This diverse set of impairments is especially helpful for our project as we do not only aim at assisting one group of people, e.g., with cerebral palsy, but rather adapt existing or recommend new input modalities to each individual user based on their needs. Each test lasted for five to ten minutes; instructions were given by the project team members and are described below.

4.2 Tasks and Results

For all tasks, we asked users to apply pressure to the phone, to apply the maximum pressure possible, and to vary pressure if possible. Subsequent illustrations in this section intend to demonstrate how well pressure could be varied. Thereby, the maximum pressure was set to be decently achievable by people without impairments and the minimum pressure was adjusted to equal no interaction at all.

For the *vibration test* we instructed participants to apply pressure to the smart phone (no specified target area) with their fingers or hands while pushing it against a horizontal surface. For most participants the phone was placed on the desk of their work station (as they could not hold it without assistance and concurrently apply controlled pressure to it). It was up to them to press the phone bimanually or single-handed. The results indicate that in the first test (participants P1-P6) most were able to achieve high levels of pressure whereas in the second test no participant was able to apply the maximum detectable pressure. This might be caused by *i*) the relatively high amount of pressure the prototype is configured to regard as maximum and *ii*) the different types of disabilities the participants have, e.g., P12 (**Fig. 1** (middle)) could only use one finger whereas P4 (**Fig. 1**, left) could perform the task bimanually.

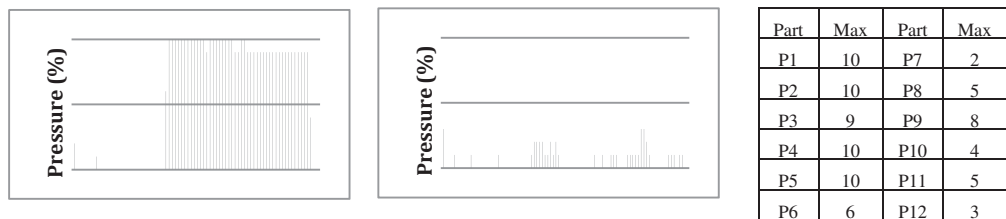


Fig. 1. Physical pressure applied by participant P4 (left) and P12 (middle), measured with the vibration test. 100% (y-axis) denotes maximum pressure as measurable by the app over time (x-axis). Right: maximum achieved pressure of all participants.

For the *magnetic field test*, participants were asked to apply pressure to the mentioned stylus. The pen had to be placed on a circular area on the touch screen. The results show clearly that compared to the vibration method the maximum pressure level was more easily reached by

the majority of the participants (see an example in **Fig. 2**). This is most likely due to the fact that the force necessary to press the stylus to its maximum position is lower compared to the force that has to be applied to the device when using the vibration method. However, this approach entails the risk that participants with lower fine-motor skills are only able to apply either maximum or no pressure at all (see P1 in **Fig. 2** (right)). Still, keeping a moderate level of pressure for a while was possible for most participants (see an example in **Fig. 2** (left)).

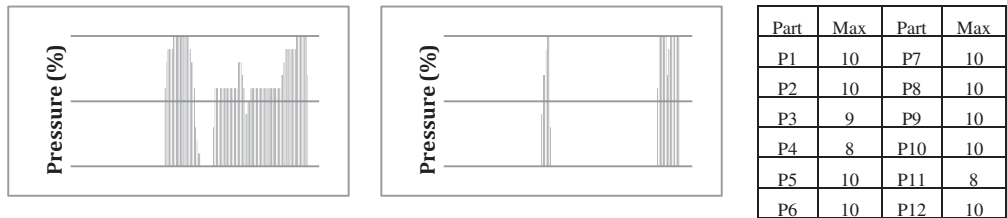


Fig. 2. Physical pressure applied by participant P5 (left) and P1 (middle) over time (x-axis), using the magnetic field test. Right: maximum achieved pressure of all participants.

For the **microphone test**, participants were asked to cover the built-in microphone of the smart phone with one finger and apply pressure. Participants with better fine-motor skills were better able to achieve and hold the maximum detectable amount of pressure (see P5 in **Fig. 3** (left)), because here it is also necessary to precisely hit the microphone. People with only moderate fine-motor skills were in many cases also not able to apply pressure in a constant manner (mostly because they left the target area), see P10 in **Fig. 3** (right). Additionally, many participants needed assistance holding the smart phone while pressing the microphone.

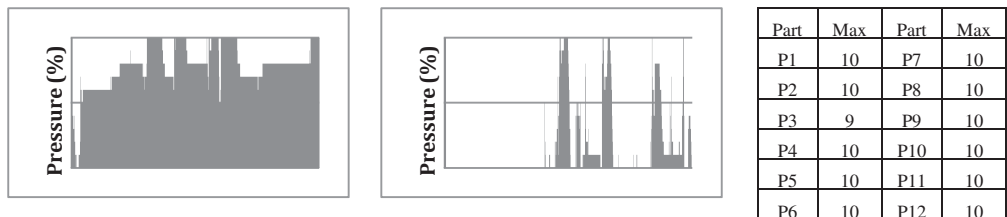


Fig. 3. Physical pressure applied over time (x-axis) by participant P5 (left) and P10 (middle), using the microphone approach⁷. Right: maximum achieved pressure of all participants.

For the **built-in touch test** we asked participants to apply pressure to a specified area of the smart phone's touch screen (depicted by a red circle), using one of their fingers. This method partly brought up surprising results. The majority of the participants seemed not to be able to vary the pressure in a controlled manner. The measured pressure seemed to be quite constant for most participants of the second test group. This might be caused by different reasons.

⁷ Please note that the initial jump (denoting maximum pressure) in both diagrams is caused by a technical shortcoming.

First, most people in the second group had worse fine motor skills, so many could not vary pressure in a controlled way. Second, people with paralyses were not able to bend their fingers which left the touch area almost unchanged although the pressure actually varied (this was also confirmed by observation protocols). Participants of the first test group (most with better fine-motor skills) were better able to vary and control the amount of pressure but had more difficulty reaching the maximum pressure (not only due to participants' interaction capabilities but also to the technological shortcomings related to this approach).

5 Conclusions and Future Work

In this paper we discussed four possibilities of measuring physical pressure with common smart phones and presented the findings of an initial user test with the target group. The main purpose behind this work is to later be able to extend the set of possible interaction modalities for people with motor and/or cognitive impairments and to personalize the overall interaction based on the recorded interaction data. The idea of using physical pressure is rooted in the results of an earlier user observation where we aimed at identifying interactions our target group is capable of performing. We thus compared different technologies that enable us to measure pressure. We did not yet evaluate user interface aspects related to our prototypes because they were not yet intended to be used by the participants autonomously. The findings of our initial study can be summarized as follows: Using the *vibration test*, most participants were able to perform the task without help because there they could apply pressure to any part of the smart phone (without the need to hit a specified target area). Furthermore, the majority of the participants could relatively well vary pressure. Participants with limited fine motor skills were, however, not able to reach the maximum pressure the device was configured to record. We do not consider this a major problem because this could be adapted to meet the needs of the individual later. We consider this approach useful for our target group and will further investigate its potential for everyday interaction. Using the *magnetic field test*, we found that participants with comparatively high fine motor skills could handle it remarkably well. For others it was hard to apply different pressure intensities (mostly ending up in maximum pressure or no pressure at all). An additional problem here was that for some participants it was almost impossible to hold the stylus without help. The main shortcoming of this approach lies, however, in the necessity to calibrate the app every time before using it. To overcome the stylus problem we introduced a different input device after the user tests: we built a prototype where the magnet is fixed to a conventional hole puncher – a device that is easier to handle for the target group - which is placed next to the smart phone. The problem regarding calibration remains, we however decided to further work on an automated calibration mechanism that could replace the manual one. We decided not to pursue integration of the *microphone test* in future prototypes for several reasons. First, it was impossible for several participants to hit the microphone reliably without help (and if, they occasionally left the target area). Second, the frequency to be used varies from device to device and in case the sound can be heard by the user, it is perceived as unpleasant. Third, we found this approach to be highly prone to be disturbed by ambient noise, especially for lower frequency ranges. Regarding the *built-in touch test*, we also decided not to further

consider it as it does not reliably work due to its strong dependence on the device. In the worst case, where the developer only receives a binary value (touch or no touch), the desired functionality of measuring pressure intensity would be lost. Current endeavors involve the extension of our app so that it can be used to identify the number of different pressure levels a user can reliably apply. The results will be used to decide what interaction(s) that until now cannot be performed by the user could be replaced by pressure application.

References

- Do, H., & Silverman, H. F. (2008). A method for locating multiple sources using a frame of a large-aperture microphone array data without tracking. *Proceedings of the IEEE Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP)*. Las Vegas.
- Goel, M., Wobbrock, J., & Patel, S. (2012). GripSense: Using Built-In Sensors to Detect Hand Posture and Pressure on Commodity Mobile Phones. *In Proc. of UIST, (2012)*, 545-554.
- Hwang, S., & Wohn, K. Y. (2012). PseudoButton: Enabling Pressure-Sensitive Interaction by Repurposing Microphone on Mobile Device. *CHI12 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. Austin, Texas, USA.
- Hwang, S., Bianchi, A., & Wohn, K. Y. (2013). VibPress: Estimating Pressure Input Using Vibration Absorption on Mobile Devices. *Proceedings of the 15th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services*. Munich, Germany.
- Hwang, S., Bianchi, A., Ahn, M., & Wohn, K.-y. (2013). MagPen: Magnetically Driven Pen Interaction On and Around Conventional Smartphones. *Proc. of the 15th Int. Conf. on Human-Computer Interaction with Mobile Devices*. Munich, Germany.
- Liang, R.-H., Cheng, K.-Y., Su, C.-H., Weng, C.-T., Chen, B.-Y., & Yang, D.-N. (2012). GaussSense: Attachable Stylus Sensing Using Magnetic Sensor Grid. *Procedding of UIST*, (pp. 319-326).
- Misra, A., Essl, G., & Rohs, M. (2008). Microphone as Sensor in Mobile Phone Performance. *In Proceedings of the International Conference for New Interfaces Musical Expression (NIME-08)*. Genova, Italy.
- Wilson, G., Stewart, C., & Brewster, S. A. (2010). Pressure-based menu selection for mobile devices. *MobileHCI '10 Proceedings of the 12th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services* (pp. 181-190). New York, NY, USA: ACM.

Contact Information

Mirjam Augstein, Daniel Kern, Thomas Neumayr, Werner Kurschl, Josef Altmann, University of Applied Sciences Upper Austria, Softwarepark 11, 4232 Hagenberg {firstname.lastname}@fh-hagenberg.at

User Autonomy Protection in Mobile Coaching Systems

Joakim Haugen¹, Robbert Jan Beun², Fiemke Griffioen-Both²

Utrecht University, Master of Business Informatics, The Netherlands¹

Utrecht University, Dep. of Information and Computing Sciences, Interaction Technology, The Netherlands²

Abstract

This paper presents preliminary findings from a study of user autonomy protection (UAP) in mobile coaching applications. Autonomy refers to doing things out of one's own volition, and is an important ethical principle in the health care sector. Protecting a patient's autonomy can significantly enhance treatment adherence and can have positive motivational effects. We are developing a mobile self-help app to be used by patients undergoing cognitive behavioral therapy for insomnia (CBT-I), and aim to implement UAP in template-based dialogues. Transcripts of real CBT-I sessions are studied in order to unearth specific speech acts that therapists use to protect the patient's autonomy in practice.

1 Introduction

The health care sector is currently moving towards an emphasis on *patient autonomy* (Legare et al., 2008). In contrast to the traditionally paternalistic approach of health care, in which health professionals more or less tell patients what to do, the new trend focuses on involving patients in making decisions about their own treatment. *Autonomy* refers to doing things out of one's own volition (Ryan & Deci, 2000), and is considered a basic human need. It has gained recognition as an ethical principle in the health care sector. The trend towards patient autonomy is equally relevant to mobile coaching application design. Here, we suppose that a mobile coaching application is one that aids the user in attaining sustainable behavior change.

Supporting *user autonomy protection* (UAP) in mobile coaching systems can prove to have significant positive effects. According to the *self-determination theory* (SDT; Deci & Ryan, 2000; Ryan & Deci, 2000), autonomy is a key facilitator of intrinsic motivation. The more autonomous individuals feel in their behavior, the more intrinsically motivated they will be. These positive motivational effects can in turn lead to higher adherence to therapies and treatments. Lack of treatment adherence is a persistent problem in medical care (Vermeire et al., 2001), referring to a lack of compliance with the prescribed medical interventions of one's treatment plan (e.g. taking prescribed medication or performing prescribed activities). This

may undermine the outcome of the treatment or diminish it entirely, depending on the nature of the treatment. This is clearly a problem, not only for the patient but also for the health care provider, as time and efforts spent on the treatment end up being wasted. The problem is exacerbated by the current bottleneck in health care provision.

Mobile coaching systems are built to support existing treatments or replace them entirely. These applications assist the user in performing various tasks and exercises. Mobile devices, particularly the *smartphone*, are an excellent platform for coaching systems for a variety of reasons. The particularly high market penetration of the device means that many patients already have the means to use the application. Furthermore, people usually bring their smartphones with them everywhere they go, so the devices are salient in their daily lives. Smartphones also contain a number of sensors that can provide real-time data input for applications. Because of these reasons, mobiles are not only highly practical, but also present an opportunity to influence the user in desirable ways. *Persuasive technology* aims to do just that (Fogg, 2002). Persuasive applications are designed to change the behavior of users, and do so by enhancing the user's motivation to perform the desired behavior or by making the behavior easier to do. Coaching systems can employ various persuasion strategies to increase the likelihood that the desired behavior is performed, leading to positive outcomes.

The present research studies the potential of UAP as a persuasive strategy. We are developing a mobile coaching system, *SleepCare* (Beun, 2013; Beun et al., 2014), to be used by patients undergoing cognitive behavioral therapy for insomnia (CBT-I). The app provides a number of tools such as an interactive sleep log, and provides consultation by means of template-based dialogue. We aim to implement UAP in the template-based dialogue of the app.

2 Research goals and approach

The goal of the present research is twofold. First, we aim to identify *autonomy protection strategies*. These are general principles that in some way *protect* the autonomy of the conversational partner. By taking the individual's need for autonomy into account, therapists can utilize specific speech acts that allow the client's autonomy to remain intact, or at least allow the infringement of the client's autonomy to be minimal. We expect autonomy protection to occur naturally and intuitively in therapist-client conversations, and we therefore distinguish these conversations as appropriate sources for the identification of autonomy protection strategies. The raw data used for the present research consists of audio recordings of several therapeutic conversations. More specifically, the recordings cover the therapy sessions of two different clients undergoing CBT-I. About 8 hours of conversational data has been transcribed, so as to serve as more appropriate objects of analysis. Speech acts related to UAP will be classified and subsequently generalized to a non domain-specific format that is generally applicable.

The analysis is partly grounded in theory, drawing upon existing literature (e.g. shared decision making in Charles et al, 1997; various forms of politeness in Brown & Levinson, 1987) as hints of what could constitute autonomy protection strategies. The dialogue analysis therefore

partly serves as confirmation. However, the findings of earlier work did not specifically address autonomy as a persuasive instrument, so they are viewed in a new light. Furthermore, the speech acts that protect an individual's autonomy have, to the best of our knowledge, not yet been documented.

The second aim of the present research is to implement the findings from the dialogue analysis in a mobile health care application. The *SleepCare* project was initiated in 2012 with the aim to develop a computerized coaching system for individuals undergoing CBT-I. The coaching system is being developed as a mobile app for Android smartphones, and it is intended to assist the user in various tasks and exercises. The app makes use of template-based dialogue to influence the user, and various persuasive strategies have already been applied to the current dialogue. We wish to increase the application's persuasive potential by also implementing UAP speech acts in the template-based dialogue of the app.

3 Preliminary findings

The present research project is currently in the dialogue analysis stage. At the time of writing, the transcripts have been examined in a global manner. Below, we outline the basic dialogue structure that the therapist [T] employs in order to assess treatment adherence:

- [T]: Asks if a specific task / activity is going well
 - A. [C]: Confirms that the task is going well
 - [T]: Gives positive feedback / compliment
 - B. [C]: Indicates that there is a problem or complication
 - [T]: Gives advice on how to tackle the problem

The primary purpose of each consultation session is to assess how pre-determined tasks and activities are going, identify potential problems and mitigate those. The structure above is a recurring pattern within each session. In the beginning of each session, [T] asks if there is anything [C] would like to discuss, essentially inviting [C] to indicate problem areas. [C] has a list of tasks, and for each one not already indicated as a problem area, [T] asks how it is going. The phrasing used here is interesting, because it is nearly always asked in such a way that [C]'s motivation to do the task is not questioned. For example, [T] might ask "Did you manage to...", rather than "Did you...", something we identify as facekeeping, a form of politeness aimed at maintaining [C]'s dignity. According to Fogg's model of behavior change (Fogg, 2009), the likelihood of an activity being performed is a negative exponential function of motivation and ability. The phrasing used by [T] does put [C]'s ability into question. We argue that phrasing that respects both motivation and ability is desirable.

The conversation may then branch out in one of two ways. [C] can confirm that there are no problems in performing the task, after which [T] usually inquires about the exact approach, which is subsequently outlined by [C]. When done, [T] gives positive feedback, usually in the form of a compliment (e.g. "What a creative idea!" or "That's a great way to do it!"). We identify such compliments as speech acts that conduce towards [C]'s feeling of competence.

Strictly speaking, this is not a case of UAP. However, perceived competence is an important aspect of motivation. According to the cognitive evaluation theory (CET; Ryan & Deci, 2000), the more competent an individual feels in performing a behavior, the more likely that behavior is to occur. CET argues that feelings of competence only enhance intrinsic motivation if accompanied by a sense of autonomy, so one could conclude that the inverse is true as well. In any case, we consider the reinforcement of perceived competence beneficial to treatment adherence.

The alternative route that the conversation might take is when [C] indicates having some kind of problem with performing the task. [T] then inquires about the problem and comes with suggestions as to how [C] can deal with the problem and still perform the task. Important to note is that [T] suggests various solutions, as opposed to ordering [C] to do something. We notice this in sentences like “You could try to...”, “Maybe it’s a good idea to...”, and similar lines. [T] also doesn’t attempt to make [C] promise to employ the suggested solution, but instead leaves it up to [C] to decide whether or not to employ the solution when the problem arises. We consider suggestion to be a UAP strategy.

Usually, [C] accepts the suggestions of [T]. However, it also occurs that a compromise has to be reached. For example, it is advisable that an insomnia patient avoids daytime naps so as to not decrease nighttime sleepiness. As such, [T] would recommend that [C] doesn’t take any daytime naps. [C] might then argue that a daytime nap is needed because he/she feels a lack of energy otherwise. In our data, [C] indicate that he used to take a two hour nap every day around noon. [T] then argued that such a long nap decreases nighttime sleepiness, which is counter-productive. [T] recommended limiting the nap to 30 minutes, as that will have a less significant effect on the nighttime sleepiness, which [C] accepted. This was an instance of a UAP strategy that we define as negotiation, i.e. reaching a compromise between the ideal state (no naps at all) and the individual’s preferred state (a two hour nap).

4 Future work

The preliminary findings of the dialogue analysis show promising signs that UAP is indeed applied in practice by therapists. The spectrum of potential UAP strategies shall be extended through detailed dialogue analysis. We call them potential because they need to be assessed in terms of theoretical correctness and their impact on user autonomy. Furthermore, each UAP speech act needs to be stripped down to a basic dialogue structure. The transcripts used for dialogue analysis were all based on CBT-I interventions, and findings can be applied directly to the SleepCare app. However, we expect UAP to be of great use to all kinds of coaching systems, so we will also discuss a general form of the dialogue structures of each UAP speech act.

Acknowledgement

This research is supported by Philips and Technology Foundation STW, Nationaal Initiatief Hersenen en Cognitie NIHC under the Partnership programme Healthy Lifestyle Solutions.

References

- Beun, R. J. (2013) Persuasive Strategies in Mobile Insomnia Therapy: Alignment, Adaptation, and Motivational support. *Personal and Ubiquitous Computing* 17(6), 1187-1195.
- Beun, R. J., Griffioen-Both, F., Ahn, R., Fitrianie, S., & Lancee, J. (2014) Modeling Interaction in Automated e-Coaching: A Case from Insomnia Therapy. 6th Int. Conf. on Advanced Cognitive Technologies and Applications. Venice, May 25-29, 2014.
- Brown, P. & Levinson, S. C. (1987) *Politeness: Some universals in language usage* (Vol. 4). Cambridge University Press.
- Charles, C., Gafni, A. & Whelan, T. (1997) Shared Decision-Making in Medical Encounter: What does it mean (or it takes two to tango). *Soc. Sci. Med.* 44(5), 681-692.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological inquiry*, 11(4), 227-268.
- Fogg, B. J. (2002) *Persuasive Technology: Using Computers to Change What We Think and Do*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.
- Fogg, B. J. (2009, April). A behavior model for persuasive design. In *Proceedings of the 4th international Conference on Persuasive Technology* (p. 40). ACM.
- Legare, F., Ratté, S., Gravel, K. & Graham, I. D. (2008) Barriers and facilitators to implementing shared decision-making in clinical practice: Update of a systematic review of health professionals' perceptions. *Pat. Educ. & Counseling* 73, 526-535.
- Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary educational psychology*, 25(1), 54-67.
- Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2000) Self-determination theory and facilitation of intrinsic motivation, social development and well-being. *Am Psychol* 55(1), 68-78.
- Vermeire, E, Hearnshaw, H, Van Royen, P & Denekens, J (2001) Patient adherence to treatment: three decades of research. A comprehensive review. *Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics* 26, 331-342.

Contact information

Joakim Haugen: j.haugen@students.uu.nl

Robbert Jan Beun: r.j.beun@uu.nl

Fiemke Griffioen-Both: f.griffioen-both@uu.nl

Analysis and Modeling of Haptic Interaction

Daniel Kern

Software Engineering, University of Applied Sciences Upper Austria, Hagenberg, Austria

Abstract

Nowadays modern computer systems are mainly operated through natural user interfaces. This input scenario can be a problem for elderly people or people with disabilities. Therefore it is important to support these users' input activities. A possible solution for this problem is the automated adaptation of interaction. On the one hand this solution helps people to interact with a natural interface in general; on the other hand it also helps users to avoid input errors. This is also very important in the industrial sector because productivity could be increased due to fewer erroneous interaction activities.

For automated adaptation it is important to firstly analyze a user's interaction abilities. The results of this analysis are different features which are stored in a user model. These features are the basis for the adaptation process of an interaction scenario or user interface. This master thesis mainly focuses on *haptic- and multimodal interaction*, especially the interaction through physical pressure by using a standard smartphone and its built-in sensors. At first there are three different approaches described for measuring physical pressure with a smartphone. The different approaches are vibration-, magnetic- and audio-based. Each interaction approach uses the *Myo* armband to generate haptic feedback. Each of the interaction approaches consists of interaction tests which are executed by users of the target group. The results of these interaction tests include different features which are stored in a user model and give an impression of how well the user performed. The type of the designed user model is based on a feature-based approach. The raw data of the executed interaction are transmitted to a server application which calculates each feature's value. Therefore, there are two main parts of the master thesis: First, the description of the architecture of the user model and second, the explanation of interaction analysis and the transmission process of the interaction data from the smartphone to the analysis application on the server. The interaction tests, the transmission process, and the management of the user model were already implemented in the context of the thesis. The aforementioned interaction tests were also evaluated in a user study with several people with disabilities in a lab setting.

The link to the full version of this master thesis will be published on the ABIS website.

Contact Information

Daniel Kern, University of Applied Sciences Upper Austria, Softwarepark 11, 4232 Hagenberg daniel.kern@fh-hagenberg.at

Smartwatch Interaction – More than just Notifications

Janosch Maier, Wolfgang Wörndl

Fakultät für Informatik, Technische Universität München

Abstract

This paper describes interaction patterns on smartwatches that are currently in use. Based on these patterns, we design a user study to compare different forms of interactions within the setting of a context-aware, proactive recommender system that pushes recommendations to the mobile user. We will compare the interaction forms “action button”, “two button card” and “swiping”.

1 Introduction

Apple, Asus, LG, Motorola and Samsung, the big players in the mobile device market have smartwatches in their product portfolio now (Edwards, 2013; Gent, 2014; Google Inc., 2015). Typical use-cases for smartwatches are notifications especially for organizational functionalities and messenger services (Yalcin, 2014). A user might see his next appointment synced from his electronic calendar without the need to pick up his phone. When a call is received, the user could see who is calling directly from his wrist.

To allow interaction, the smartwatch handles clicks on the touchscreen, voice input (Google Inc., 2015) or gestures (Bernaerts, Steensels, & Vermeulen, 2014). However smartwatches can be seen as low-interaction devices. A typical interaction on an Android device shall not be longer than five seconds (Google Inc., 2015). A context aware recommender system could make use of this notification design. For example a system might recommend places to visit based on the location and the time of the day. In a proactive recommender, these recommendations can be pushed to the user, without explicit user interaction.

This research describes different interaction types, how a user can provide feedback to the recommender system after s/he received a recommendation. As an action on the smartwatch requires less effort than using a handheld device, this might increase the users’ willingness to rate recommendations. To get insight in the process of rating recommendations, we develop an interactive mockup. We will conduct a user study based on the mockup to get insight of which interaction types are faster to use and results in a better user experience.

2 Smartwatch Interaction

2.1 Classification of Android Wear Interaction

The Android Wear design guidelines describe several forms of interaction (Google Inc., 2015). In addition there are further interaction forms that are imaginable or already implemented by certain applications. In general, all on screen output is ordered into cards. By swiping on the device screen, the user can change the screen content. Swiping up and down replaces the current screen with a new card. For example, the user can change to the weather card from the currently shown calendar. Swiping horizontally shows more information on the current topic. For example, on the weather card, a swipe from right to left might produce a forecast for more days that what is shown on the first card. A swipe from left to right goes back to the card before. If the leftmost card is swiped again, the notification will close.

If the user is expected to only invoke one action while looking at a certain notification, s/he can click on an “on card” action (Figure 1.). With action buttons it is possible to attach several actions to one card. Figure 2 shows an action button to start the navigation on the handheld device. More actions can also be grouped on one screen. For example the music card offers four actions to the user (Figure 3.). When there are two actions of which one is confirmative and one is dismissive, swiping to the left or the right is used in some applications. A swipe from right to left means taking the call whereas a swipe from left to right declines the call. The application Tinder (Figure 4.) also uses this swiping method to show admiration or dislike for one picture. The screenshots originate from the applications named in brackets running on a Motorola Moto 360 smartwatch.



Figure 1. The on card action pauses the song [Google Music]

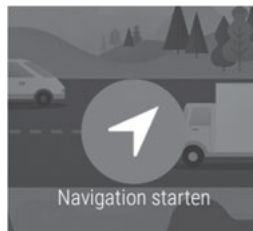


Figure 2. The action button to start a navigation [Google Now]

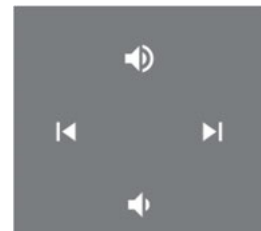


Figure 3. Music control with multiple buttons [Google Music]



Figure 4. Swipe interaction in the tinder application [Tinder]

2.2 Prototype Implementation

The implemented application consists of a handheld (e.g. smartphone) application with several buttons that invoke notifications on the smartwatch. The smartwatch shows the notification and lets the user interact to rate the current recommendation. All notifications use the picture of the location as background image and show the name of the location with some explanatory text. The implemented forms are “action buttons” (Figure 5), “two button card” (Figure 6) and “swiping”. Action buttons are cards with single voting buttons right to the notification card and are shown after a swipe from right to left. The two button card implementation shows both voting buttons on the notification card. The swiping method allows voting by swiping on the notification card.



Figure 5. Recommendation using “action buttons”



Figure 6. Recommendation using a “two button card”

When the button on the Android handheld application is clicked, a timer starts. After a vote is successfully registered, the timer is stopped. The system logs and stores the time it took for the user to vote, the voting direction (up or down), the location and the interaction form for later analysis. The action button method is implemented using standard Android Wear notifications. The invoked voting actions will actually be executed on the handheld. The “two button card” and swiping methods are implemented as custom layouts. To invoke the layouts on the smartwatch, the handheld sends a message using the MessageApi to the watch. The watch shows the custom notification and gets the trigger for the voting actions. The smartwatch performs the measurements and sends them back to the handheld. When a vote is registered, the application provides visual feedback to the user confirming the vote.

3 Planned User Study and Conclusion

We plan to conduct a quantitative study to compare the different interaction methods against each other. This shall show how the perception of different interaction methods on the smartwatch differs. The independent variable is the interaction form of the notification: “action buttons”, “two button card” and “swiping”.

An experimenter explains the testing situation to the participants: “You are trying a new recommender system that will provide you with recommendations where to eat lunch.” The experimenter then hands the smartwatch to the participant. In random order, the participants will get three series of recommendations (action buttons, two button card, swipes) consisting of three single notifications for different locations each. After receiving a notification, the participant shall vote the recommendation either up or down. After each series, the participants fill out a questionnaire on user experience (Laugwitz, Held, & Schrepp, 2008). In the end, s/he answers some follow up questions about further interaction forms and the likeliness to give such user ratings in general.

For statistical analysis, the variables interaction form, time, user experience, recommendation and voting are measured for each interaction. An ANOVA shall show whether a difference between the interaction forms exists for execution time and user experience and if the voting (up or down) influences time and user experience. We will control effects originating from single recommendations (e.g. preference of a certain location). We include questions on other interaction forms to evaluate whether further studies have to take gestures or voice actions into consideration.

The user study to be conducted will give insight on the usage of smartwatches. The survey results shall show whether there are differences in the usage and perception of different interaction forms. The findings of the survey can influence how programs for smartwatches will be designed in the future. A preference of the user for one interaction method will allow designers and developers to enrich the overall user experience on smartwatches. For recommender systems this might improve results by gathering more user ratings of recommendations. Planned future work includes more advanced notification and feedback options to investigate in more detail how smartwatches can be used to improve the overall user experience when delivering recommendations.

References

- Bernaerts, Y., Steensels, S., & Vermeulen, J. (2014). The Office Smartwatch – Development and Design of a Smartwatch App to Digitally Augment Interactions in an Office Environment, 41–44. <http://doi.org/10.1145/2598784.2602777>
- Edwards, C. (2013). Watch clever. *Engineering & Technology*, 8(12), 30–35. Retrieved from <http://digital-library.theiet.org/content/journals/10.1049/et.2013.1200>
- Gent, E. (2014). Apple iphone 6 and apple watch finally unveiled. *Engineering & Technology*, 9(9), 12.
- Google Inc. (2015). Getting Started | Android Developers. Retrieved June 3, 2015, from <https://developer.android.com/training/index.html>
- Laugwitz, B., Held, T., & Schrepp, M. (2008). Construction and Evaluation of a User Experience Questionnaire. In A. Holzinger (Ed.), *USAB 2008, LNCS 5298* (pp. 63–76). Graz: Springer Berlin Heidelberg. http://doi.org/10.1007/978-3-540-89350-9_6
- Yalcin, T. (2014). *Nutzerzentrierte Untersuchung von Benachrichtigungen auf intelligenten Uhren*. Universität Stuttgart.

Contact Information

Technische Universität München
Informatik XI
Boltzmannstr. 3
D-85748 Garching
Email: {maierj,woerndl}@in.tum.de

Personalized Advice and Feedback for Diabetes Patients

Stephan Weibelzahl¹, Eelco Herder², Markus Rokicki², Dominikus Heckmann³, Karsten Müssig^{4,5,6}, Janko Schildt⁷

PFH Private University of Applied Sciences Göttingen, Germany¹

L3S Research Center, Leibniz Universität Hannover, Germany²

Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden, Germany³

Institute for Clinical Diabetology, German Diabetes Center at Heinrich Heine University,

Leibniz Center for Diabetes Research, Düsseldorf, Germany⁴

German Center for Diabetes Research, Partner Düsseldorf, Germany⁵

Department of Endocrinology and Diabetology, Medical Faculty, Heinrich Heine University, Düsseldorf, Germany⁶

Emperra E-Health Technologies GmbH, Germany⁷

Abstract

Diabetes is a widely spread, major epidemic. Proper treatment minimizes the risk of secondary diseases, but particularly elderly patients and those who have just been diagnosed experience difficulties in doing so. The GlycoRec system aims to support patients in making decisions that are related to the treatment by modeling their behavior and their physiology. In this paper, we describe the aims and first steps towards the development of GlycoRec and provide preliminary results on our analysis of variations in recipes, which will be used for providing personalized nutritional advice.

1 Introduction

Diabetes mellitus is a widely spread chronic disease that affects about 8.3% of the world adult population (Shi & Hu, 2014). Even though there is no known cure for diabetes, it can be managed through a combination of diet, exercise and medication. This implies that patients have to take several important decisions on a daily basis, such as: can I eat this, what is my blood sugar level, how much insulin should I take right now? To avoid secondary conditions, such as cardiovascular diseases, it is of high importance that patients are able to manage their diabetes treatment on their own, aiming at near normal glucose levels (American Diabetes Association, 2014).

Most patients who treat their diabetes with insulin go through the same routine several times each day: they monitor their current blood glucose level using a glucometer; they estimate their carbohydrate intake; they calculate the required insulin doses and inject an appropriate amount. Different types of insulin that vary in onset and duration of action may be used.

One of the challenges in managing diabetes is the necessity for patients to learn how their body reacts to food intake, activity and insulin application. Mobile apps currently available for calculating insulin dose without reference to individual needs show systemic issues such as missing validity checks of input data affecting the safety of patients (Huckvale, Adomaviciute, Prieto, Leow, & Car, 2015). Telemedicine and the improved acceptance of smart phones and tablet computers among patients and physicians may contribute to improved patient guidance and self-empowerment (Schildt & Mertens, 2012).

2 The GlycoRec Project

The GlycoRec project¹ aims to develop a system that provides diabetes patients with personalized support and advices for improving their everyday lives and managing their disease. GlycoRec will provide patients with information and advice regarding their nutrition, physical activities, and the use of medicine. This empowers patients to better communicate their needs with their doctors and advisors, and to better implement advices and stated goals in their everyday lives.

The GlycoRec system supports decisions and gives individualized recommendations based on the patient's behavior, physiology and treatment history. Individualized advice may include:

- estimation of nutritional characteristics such as carbohydrate content and glycemic index of meals
- recommendations on insulin application based on glucose level, activity and food intake
- warnings if blood glucose levels are at risk of leaving the target range

Complex adaptive interactive systems such as GlycoRec require systematic elicitation and documentation of requirements (Gena & Weibelzahl, 2007).

Based on an extensive review of the literature, we designed a survey for patients to explore both the patients' situation as well as the main barriers they encounter. Questions on the patients' current situation referred to their strategies for managing their disease as well as the technologies available to them. The exploration of barriers encountered will help to tailor functionality to patients and prioritize features. Moreover, semi-structured interviews with diabetes nurses will be conducted in order to validate the survey results and to elicit expert knowledge on diabetes management strategies (Dix, Finlay, Abowd, & Beale, 1998; Weibelzahl, Jedlitschka, & Ayari, 2006).

¹ <https://www.pfh.de/hochschule/forschung/forschungsprojekt-glycorec.html>

3 System Architecture

The GlycoRec architecture follows the high level pattern of interactive adaptive systems in accordance with (Jameson 2008) comprising inference, modeling and adaptation decision. Figure 1 depicts an outline of the high-level system architecture. A variety of sensor data are collected including actual glucose level as measured by a glucometer, level of activity, and insulin application. Data are gathered through smart phone, smart watch and networked glucometer and insulin pen, stored in a central database and analyzed in order to model current glucose level.

Patients interact with the system via smart TV, tablet, or smart watch. While the smart watch interface is designed for interaction during the day where both the patient and the system can initiate interaction, the smart TV interface supports review and reflection on historical data and facilitates identification of patterns over time. Patients can also share their records with their physician or their diabetes nurse for discussion of their diabetes management.

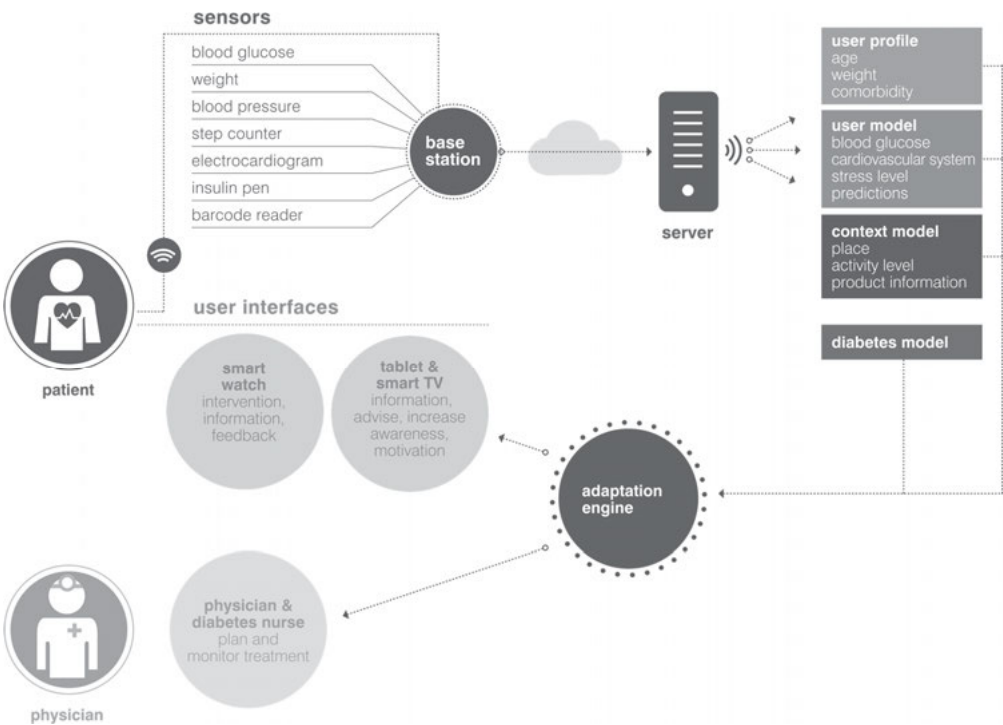


Figure 1: Overview of the architecture of the GlycoRec system

4 User Modeling and Adaptation

From a user modeling perspective, GlycoRec tackles a number of challenges, including but not limited to:

Firstly, physical reactions to insulin, food intake, and activity in diabetes are idiosyncratic. While the general patterns are known, individual patients seem to respond differently in similar situations, depending on factors such as age, weight, general health, medication, comorbidities, to name but a few. Individual response patterns need to be observed and learned.

Secondly, this will involve combining a variety of sensor data. We have selected a number of candidates, but it will be necessary to narrow down the list for both modeling and practical reasons.

Thirdly, the available data vary greatly in granularity and quality. While for instance activity level can be assessed on a continuous basis, most patients measure their glucose level three to seven times a day, with some patients measuring only once a day. So while validation and readjustment of glucose level measures are sparse, the (predicted) glucose level need to be assessed at any time in order to be able to issue warnings. Accordingly, models will differ in certainty at different points in time.

Fourthly, the development process is subject to a number of regulations, as any device involved in the treatment of patients is considered a medical device that needs to be compliant with ISO 13485 (International Standards Organization, 2003). User testing and iterative development is less flexible under these conditions.

Lastly, designing the adaptive user experience for patients is challenging as the disease has huge impact on the patients' lives anyway. Any additional effort and new processes in managing their disease will only be accepted if the benefits are obvious and the required input is minimal, i.e., data collection and modeling need to happen with minimal or no user interaction in the background, but if and only if intervention is required the system needs to take initiative and make reliable recommendations.

5 Nutritional Advice

How can patients be enabled to estimate nutritional characteristics of their meals more accurately and to plan balanced meals in the first place? Here we explore the potential of online recipe recommenders for generating healthy meal plans. Recommending healthy meals is tricky. The used ingredients are the single most important reason for liking or disliking a meal. Nevertheless, there are health-conscious users who also take nutritional information into account (Harvey, Ludwig, & Elswiler, 2012). In a feasibility study on recipe recommendation, Freyne and Berkovsky found that both content-based (e.g. ingredients) and collaborative approaches (taste, context) should be taken into account (Freyne & Berkovsky, 2010).

Despite the availability of online nutritional information², these databases only provide information on single ingredients and/or standardized products such as ready-made meals. Our goal is to provide diabetes patients with recommendations and feedback in everyday situations, including:

- How many carbohydrates can I expect the Thai curry on the menu to contain?
- Which recipe variation best matches both my dietary restrictions and my taste?

As a first step towards personalized nutritional advice, we analyzed an extensive dataset from the German recipe website Kochbar.de³, provided by Kusmierczyk et al. (Kusmierczyk, Trattner, & Nørvåg, 2015).

5.1 Age, Gender, Condition and User Preferences

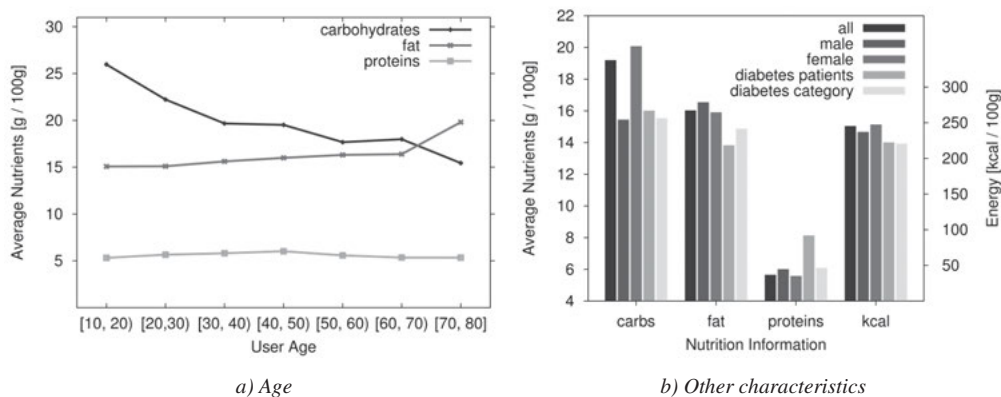


Figure 3: Average nutritional facts of recipes for a) different user ages as given by recipe authors and b) different user groups and recipe category "diabetes".

We identified *differences in eating patterns* with respect to gender, age group, and dietary restrictions such as diabetes. Figure 2a shows average nutritional values of recipes created by different age groups: carbohydrates significantly decrease with age ($F = 152$, $p < 0.01$). Figure 2b shows the average nutritional values of the recipes provided by different user groups. Most notably, recipes provided by female users are, on average, richer in carbohydrates than recipes provided by male users ($t = 52.108$, $p < 0.01$). This is in line with our previous observation, as male users are on average older (50.9 years) than female users (43.8 years) in our dataset ($t = 86.529$, $p < 0.01$). Recipes of self-reported diabetes patients (65 users; higher fraction of male recipe authors) are lower in fat ($t = -2.991$, $p < 0.01$) and contain clearly more protein than

² e.g. <http://www.mri.bund.de/de/service/datenbanken/bundeslebensmittelschlüssel.html>

³ <https://www.kochbar.de>

recipes from other users ($t = 5.629$, $p < 0.01$) - which is in line with recommendations from diabetes information centers.

5.2 Canonical Meals and Their Variations

We clustered popular meal names into “*canonical meals*” and analyzed to what extent these meals *vary in terms of ingredients and nutritional value*. We selected the 200 most frequently used recipe titles as “canonical meals”, to which we assigned all recipes of which the title contained the title of the canonical meal. The top-10 canonical meals contained between 1,085 and 1,812 variations. These insights provide directions for strategies to find the best recipe or for adapting recipes to user needs and preferences.

To find out to what extent canonical meals vary in nutritional value, we selected three different, representative meals (obtained from the most frequently used recipe titles) and calculated the means and standard deviations - see Table 1. We also analyzed which ingredients are associated with recipes that are high and low in carbohydrates, fat, proteins, and energy.

Potato salad is low in protein, but the standard deviations are relatively high. Ingredients associated with high protein are meat and fish, low-protein recipes contain vegetables instead, such as pickles, radish, olives and asparagus. The same pattern can be found for lasagna. Low-fat cheese cake is associated with low-fat milk products and high-fat with chocolate and cream cheese.

Meal	No. of Recipes	Carbohydrates [g]		Fat [g]		Proteins [g]		Energy [kcal]	
		Mean	Std dev	Mean	Std dev	Mean	Std dev	Mean	Std dev
Potato Salad	1,863	10.26	8.025	13.09	17.64	3.27	3.60	171.25	151.17
Cheese Cake	1,681	29.93	15.68	11.97	9.29	7.32	2.97	256.29	95.96
Lasagna	1,187	8.44	10.81	13.23	11.00	8.06	6.18	185.43	137.25

Table 1. Nutritional facts per 100g for three popular canonical meals.

These findings confirm our expectation that it is possible to estimate the nutritional value of certain dishes from the recipes associated with these dishes and that one can identify ingredients associated with high or low levels of food value. This provides a good base for developing food recommender systems that suggest “better recipes” and alternative ingredients for particular recipes.

5.3 Discussion

The results of this first analysis confirm that anticipated differences between user groups are reflected in the data of the Kochbar.de dataset. In addition, we were able to identify popular “canonical” meals and many recipes and variations for these meals. As reported in more detail in (Rokicki, Herder, & Demidova, 2015), this allows us to find ingredients that are commonly

associated with high or low levels of carbohydrates, protein, fat and energy. Using these insights, we aim to develop methods for recommending recipes that fit both the desired meal and the user's dietary needs.

Moreover, we aim to explore ways to interactively estimate the ingredients and the associated nutritional value of restaurant meals, take-away or otherwise ready-made food. There is a growing number of people who do not cook for themselves or have insufficient knowledge on nutrition. There is great uncertainty among diabetes patients when trying new restaurant meals, especially when on vacation in foreign countries. Personalized food recommendation has the potential to address these issues.

6 Future Perspectives

This three-year project commenced in January 2015 and is in its early stages. Requirements have been gathered. Significant involvement of patients in the development process and the application of further user centered design methods (Norman, 1988) is planned for the next phase. A user evaluation including validation against physiological parameters of treatment quality such as the HbA1c value (Larsen, Hørder, & Mogensen, 1990) will demonstrate the effects of the system.

As part of the adaptive advice and feedback, the system aims to provide patients with advice and information on the nutritional value of a meal, and to recommend them alternative meals or ingredients. This paper provides some first insights and confirms the feasibility of the approach. A particular challenge for the food recommender will be to provide detailed feedback on the precision of its estimations and the resulting recommendations. Particularly for “canonical meals” with many variations, estimations may need to be refined with additional user input and feedback.

Acknowledgment

The GlycoRec project is funded by the Federal Ministry of Education and Research (BMBF) under the funding scheme Adaptive, Learning Systems (Adaptive, lernende Systeme).

References

- American Diabetes Association. (2014). Standards of medical care in diabetes 2014. *Diabetes Care*, 37 (suppl 1), S14–S80. doi: 10.2337/dc14-S014
- Dix, A., Finlay, J. E., Abowd, G. D., & Beale, R. (1998). *Human computer interaction* (2nd ed.). Harlow, UK: Prentice Hall.
- Freyne, J., & Berkovsky, S. (2010). Recommending food: Reasoning on recipes and ingredients. In *User modeling, adaptation, and personalization* (pp. 381–386).
- Gena, C., & Weibelzahl, S. (2007). Usability engineering for the adaptive web. In P. Brusilovsky, A. Kobsa, & W. Nejdl (Eds.), *The Adaptive Web: Methods and Strategies of Web Personalization* (pp. 720–762). Berlin: Springer. doi: 10.1007/978-3-540-72079-9_24

- Harvey, M., Ludwig, B., & Elswailer, D. (2012). Learning user tastes: a first step to generating healthy meal plans? In *First international workshop on recommendation technologies for lifestyle change (lifestyle 2012)* (p. 18).
- Huckvale, K., Adomaviciute, S., Prieto, J. T., Leow, M. K.-S., & Car, J. (2015). Smartphone apps for calculating insulin dose: a systematic assessment. *BMC Medicine*, 13, 106. doi: 10.1186/s12916-015-0314-7
- International Standards Organization. (2003). *ISO 13485:2003 – Medical devices – Quality management systems – Requirements for regulatory purposes* (2nd ed.). Geneva, Switzerland: ISO.
- Jameson, A. (2008). Adaptive user interfaces and agents. In A. Sears & J. Jacko (Eds.), *The human-computer interaction handbook: Fundamentals, evolving technologies and emerging applications* (2nd ed., pp. 433–458). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Kusmierczyk, T., Trattner, C., & Nørnvåg, K. (2015). Temporal patterns in online food innovation. In *5th temporal web analytics workshop (tempweb) at www 2015*.
- Larsen, M. L., Hørder, M., & Mogensen, E. F. (1990). Effect of long-term monitoring of glycosylated haemoglobin levels in insulin-dependent diabetes mellitus. *N. Engl. J. Med.*, 323 (15), 1021–1025. doi: 10.1056/NEJM199010113231503
- Norman, D. (1988). *The design of everyday things*. New York: Basic Books.
- Rokicki, M., Herder, E., & Demidova, E. (2015). What's on my plate: Towards recommending recipe variations for diabetes patients. In *Extended proc. user modeling, adaptation and personalization - umap 2015*.
- Schildt, J., & Mertens, H. (2012). Chronic care management of diabetes mellitus—telemedicine as option in a changing supply situation with general practitioners (gp). *Diabetes aktuell für die Hausarztpraxis*, 10 (06), 262–268.
- Shi, Y., & Hu, F. B. (2014). The global implications of diabetes and cancer. *The Lancet*, 383 (9933), 1947—1948. doi: 10.1016/S0140-6736(14)60886-2
- Weibelzahl, S., Jedlitschka, A., & Ayari, B. (2006). Eliciting requirements for an adaptive decision support system through structured user interviews. In *Proceedings of the Fifth Workshop on User-Centred Design and Evaluation of Adaptive Systems, held in conjunction with the 4th International Conference on Adaptive Hypermedia & Adaptive Web-based Systems (AH'06), Dublin, Ireland, 20 June 2006* (pp. 770–778). Dublin: National College of Ireland.

Contact

Markus Rokicki, L3S Research Center, Leibniz Universität Hannover, Appelstraße 9a, 30167 Hannover, Germany. E-mail: rokicki@L3S.de

Interaction with Context-aware Recommender Systems on Smartphones

Wolfgang Wörndl, Béatrice Lamche

Fakultät für Informatik, Technische Universität München

Abstract

In this article we give an overview on selected aspects of user interaction with context-aware recommender systems on smartphones. We discuss these according to the three steps of user interaction with recommender systems using subjective and objective evaluation criteria: 1. Preference elicitation: how input methods on mobile devices can influence the users' rating behavior, 2. Result delivery and presentation: how results can be adapted to the mobile context, 3. Feedback, critiquing and refinement: how interactive explanation can improve the user experience. The selection of examples is based on several studies we did in different mobile scenarios.

The paper is published in:

icom - Journal for Interactive Media, Vol. 14, Issue 1, DeGruyter Oldenbourg, 2015
<http://www.degruyter.com/view/j/icom.2015.14.issue-1/icom-2015-0007/icom-2015-0007.xml>

A pre-print PDF is available for download at:

<http://www11.in.tum.de/lehrstuhl/personen/woerndl/woerndl-publications>

Contact Information

Technische Universität München
Informatik XI
Boltzmannstr. 3
D-85748 Garching
Email: {woerndl,lamche}@in.tum.de

Innovative Computerbasierte Musikinterfaces (ICMI)

GenImpro: Analysewerkzeug, Forschungsumgebung und generatives System für musikalische Evolution

Sebastian Trump

Hochschule für Musik Nürnberg

Zusammenfassung

An der Hochschule für Musik Nürnberg wird aktuell das Forschungsprojekt „Genetische Improvisation“ durchgeführt, das nach einer evolutionären Beschreibung für musikalische Entwicklungslogik sucht. In diesem Rahmen entsteht die Software-Sammlung *GenImpro*, die zunächst nur zur Analyse und als Forschungsumgebung für die durchgeführten Testreihen dient, später die erkannten Muster aber auch generativ nutzbar machen will, indem sie zur musikalischen Metakreation in einen genetischen Algorithmus eingespeist werden.

1 Einleitung

Wie entwickeln sich musikalische Ideen im Verlauf einer Improvisation? Lässt sich eine Klangfolge als genetischer Code beschreiben? Diese Fragen stehen im Zentrum des laufenden Forschungsprojekts „Genetische Improvisation“, dessen Ziel es ist, Strukturen evolutionärer Entwicklungslogik in der Musik aufzuspüren und zu beschreiben. Die Schnittstelle von Musik in Evolution wurde bisher meist aus anthropologischer Perspektive über sehr lange Zeiträume betrachtet.¹ Der im Gegensatz dazu mikroskopische Blick auf Entwicklungen innerhalb eines Musikstücks ist dabei nicht nur aus musikwissenschaftlicher Sicht interessant: Für die im Bereich der *musical metacreation* verbreiteten evolutionären Algorithmen stellt John McCormack (2005) bisher fehlende Theorien von Musik, die evolutionäre Strukturen berücksichtigen, als Desiderat heraus. Mit dem Software-Paket *GenImpro* entsteht ein

¹ Exemplarisch hierfür: *A million years of music: the emergence of human modernity* (Tomlinson 2015), *Origins of Music* (Wallin u. a. 2001) oder *Die Anfänge der Musik* (Stumpf 1911)

integriertes System zur Analyse von Forschungsdaten und künstlerischen Anwendung als generatives System.

Das Untersuchungsobjekt bilden empirische Analysen musikalischer Improvisationen. Darin zeigen sich viel stärker als in komponierter Musik – weil unmittelbar und ohne Übersetzungsleistung zu und wieder aus einem Notentext – die Prozesse bei der Entstehung und Weiterentwicklung musikalischer Ideen. In einer Laborsituation, die nur akustische Kommunikation zwischen den Probanden erlaubt, werden deren frei – unter Vorgabe einer ungefähren Dauer – improvisierten Stücke aufgezeichnet und in *GenImpro* analysiert. Zentral ist dabei die Rolle des Klangs und dessen medialen Charakters, der die musikalische Interaktion in zweierlei Hinsicht formt: Zum einen in seinem direkten Wirken auf den Improvisationspartner, zum anderen in größerem Zusammenhang mit semantischer Qualität als Träger musikalischer Metainformationen. Beides zusammen bildet ein in stark abstrahierten Kategorien beschriebenes Genom einer Klangfolge. In einem späteren Schritt soll es dann möglich sein, die gewonnenen Daten als hypothetisches Modell in einen genetischen Algorithmus einzuspeisen und damit dessen Voraussagegenauigkeit zu evaluieren. So bemisst sich gleichzeitig auch die Anwendbarkeit in Algorithmen der künstlichen Kreativität und damit verbunden der künstlerische Wert des computergenerierten genetischen Klangcodes.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Musikalische Kreativität und Improvisation

Die Frage, wie eine musikalische Idee entsteht, ist eng verknüpft mit den Bedingungen und Prinzipien musikalischer Kreativität (Sternberg 1999). Über die ganze Musikgeschichte hinweg wurden dazu Theorien und Regelwerke als Spiegel musikästhetischer Präferenzen ihrer Zeit geschaffen, die eine formalisierte Analyse im historischen Kontext ermöglichen.

Improvisation und Komposition können aus schaffenspsychologischer Sicht entgegen der üblichen polarisierenden Gegenüberstellung als zwei Varianten eines musikalisch-generativen Prozesses betrachtet werden. Je nach Genre gibt es allerdings unterschiedliche Anteile von improvisiertem und vorgegebenem Material (Lehmann 2008). Die Ausarbeitung dieses Prozesses kann direkt realisiert (improvisiert) oder schriftlich fixiert (auf dem Notenblatt) erfolgen und iterativ evaluiert werden, wobei sowohl intern erzeugte Erwartungen als auch externe Informationen verarbeitet und zu größeren Einheiten zusammengefasst werden (Lehmann, 2005). Im Falle der Improvisation bilden Erfindung, Verarbeitung und klangliche Realisation eine phänomenologische Einheit.

Dieser komplexe Prozess weist Ähnlichkeiten zu unterschiedlichen bestehenden generativen Modellen auf: Nach Johnson-Laird (2002) generiert der Spieler zunächst passende Muster, die anschließend bewertet und selektiert werden. Hier stößt man bereits auf Indizien für eine evolutionäre Entwicklung von Klangfolgen. Daneben wird angenommen, dass der Prozess auch Ähnlichkeiten zur menschlichen Sprachproduktion aufweist (Lehmann 2008). Bereits Ende der 1980er Jahre wurden von Fred Lerdahl und Ray Jackendorff (1996) Untersuchun-

gen durchgeführt, um musikalische Formungsprinzipien analog zur in der Linguistik entwickelten Generativen Transformationsgrammatik (Chomsky, 1969)(Chomsky 1969) zu beschreiben. Bei der Improvisation sind aber auch motorische und affektive Prozesse relevant. Trainierte Bewegungsabläufe werden automatisch abgerufen, um mehr kognitive Kapazität für Planung und ästhetische Vorstellung verfügbar zu machen (Lehmann 2008).

2.2 Algorithmische Komposition

Nicht erst seit der Erfindung des Computers versuchen sich Komponisten an regelbasiertem Generieren musikalischen Materials. Als eines der ersten Systeme dieser Art kann sicherlich Mozarts „Musikalisches Würfelspiel“ zum Komponieren von Walzern mit zwei Würfeln durch Rekombination vorgegebener Takte gelten (Mozart 1793).

Das erste von einem Computer komponierte Stück entstand 1955 auf einem Großrechner der Universität von Illinois: die zufallsbasierte ILLIAC-Suite für Streichquartett von Leejaren Hiller und Leonard Isaacson (Ruschkowski 1998). Später wurden auch komplexere Verfahren wie Markov-Modelle möglich, die mit einer Matrix aus Zustandsübergangsgewichtungen zwischen musikalischen Einheiten, z. B. Tonhöhen, den jeweils wahrscheinlichsten musikalischen Folgeschritt berechnen und so eine automatisierte Komposition auf Basis statistischer Analysen ermöglichen (Xenakis 1971).

In den siebziger Jahren des 20. Jahrhunderts löste der deutsche Komponist Gottfried Michael König in „Projekt 2“ das Problem der vermeintlichen Unvereinbarkeit von Zufallsoperationen und ästhetischem Prinzip durch menschliche Verifikation der computergenerierten Fragmente (Ruschkowski 1998). Diese Entwicklungen weisen uns bereits den Weg hin zum zukünftig denkbaren vollständigen Abbilden der beiden genannten Teilschritte in einem System mit künstlicher Intelligenz.

2.3 Künstliche Intelligenz in der Musikforschung

Mit ständig steigender Computerleistung werden zunehmend auch Modelle der Musikwahrnehmung in Programmen nachgebildet. Diese Methoden der künstlichen Intelligenz (Artificial Intelligence – AI) helfen, durch die spezifischen Herangehensweisen Forschungsprobleme zu erkennen und zu lösen: Die Konzeption erfordert eine exakte Beschreibung der vorliegenden Prozesse. Durch Simulation können neue Theorien validiert werden und Computermodelle als Inspirationsquelle für neue Hypothesen dienen (Toiviainen 2008).

Im Mittelpunkt der aktuellen Forschung stehen künstliche neuronale Netzwerke, die in stark vereinfachter Form gegenüber dem biologischen Original das Zusammenspiel virtueller Neuronen (Nodes) simulieren, die nach mathematischen Algorithmen Eingabedaten verarbeiten. In *The Origins of Music* (2001) beschreiben Wallin et.al. den Forschungszweig der evolutionary musicology als wichtigen Baustein für das Verständnis der Evolution des Menschen, der bisher gegenüber Erkenntnissen aus der Sprachrevolution nur eine untergeordnete Rolle spielte. Aus dieser Grundidee entwickelten Peter Todd und Gregory Werner (1999) ein System, das die selektive Partnerwahl durch die Vogelweibchen bei einigen Vogelarten anhand des attraktivsten männlichen Gesangs als Verbund virtueller Komponisten und Kritiker

nachbildet. Ungeklärt bleibt bei dieser Simulation jedoch, wie die Erwartungen der weiblichen Kritiker tatsächlich entstehen, wurden sie doch hier lediglich aus Markov-Ketten von Volksliedern abgeleitet.

Dieser Frage stellt sich Eduardo Miranda (2004) in der Beschreibung eines mimetischen Modells: Ausgehend von zufälligen Tonfolgen entsteht hier durch häufig wiederholte Imitation, die sowohl Eigenschaften des menschlichen Gehörs als auch der vokalen Klangerzeugung berücksichtigt, ein Repertoire von durch simulierte soziale Interaktion erzeugten Melodien.

AI-Systeme können neben der generativen Funktion auch noch andere Aufgaben leisten: Als Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine verbinden Score Follower-Programme live gespielte Klänge durch probabilistische Voraussagen (Hidden-Markov-Modelle) mit dem musikalischen Verlauf einer Partitur (Toiviainen 2008).

2.4 Genetische Algorithmen

Von besonderem Interesse für dieses Forschungsvorhaben ist ein Ansatz, der versucht, Methoden der evolutionären Informatik als generatives Prinzip zu verwenden. Genetische Algorithmen funktionieren nach der von Darwin (1859) beschriebenen Evolutionstheorie: Aus einer Population mathematischer Objekte, die durch Mutation und Rekombination erzeugt wurde, wird durch eine fitness function die beste Variante selektiert und so zu einer neuen Generation, mit der der Ablauf erneut beginnen kann. In der Informatik dient dieses Verfahren vor allem der Annäherung an Probleme, deren optimale Lösung nicht bekannt ist und nur iterativ erreicht werden kann (Goldberg 1989; Koza 1992).

In der Musik werden Einheiten wie Akkorde, Akkordfolgen oder Melodiephrasen zu einem Genom zusammengeführt und in einem genetischen Algorithmus als Modell für künstliche Kreativität verwendet (E. R. Miranda und Biles 2007). Exemplarisch kann hierfür das Programm GenJam stehen, das durch das evolutionäre Prinzip Jazz-Solos generiert (Biles 1994).

3 GenImpro

Der Ansatz des Forschungsprojekts „Genetische Improvisation“ kehrt das Prinzip der evolutionären Algorithmen zunächst um und begreift diese als verborgene Mechanismen, die eine menschliche Improvisation erzeugen. Mithilfe des integrierten Software-Werkzeugs *GenImpro*² können die Aufzeichnungen analysiert und zu einem Modell der Entwicklungsprinzipien angereichert werden. In einem späteren Schritt sollen anhand des entstandenen Genomalgorithmus neue Strukturen erzeugt werden können. So entstehen Schnittstellen zwischen Mensch und Computer in zweierlei Hinsicht. Erstens als zeitlich entkoppelte Abstraktion von

² Abrufbar unter <https://github.com/bastustrump/genimpro>

improvisierter Musik in einer festen Systematik, zweitens in der generativen Rückkopplung in Echtzeit.

3.1 Analyse³

Die Aufbereitung der aufgezeichneten Forschungsdaten erfolgt automatisiert mit Hilfe von Python-Skripten und der „essentia“-Bibliothek (Bogdanov u. a. 2013) in mehreren Schritten: Zunächst wird die Aufnahme in einzelne Klangereignisse (*sonic events*) segmentiert nach mehreren klanglichen Merkmalen beschrieben (*feature extraction*). Das Aufzeichnen der Merkmale hat dabei zwei unterschiedliche Ziele: Zum einen soll darüber eine Vergleichbarkeit von Klängen im technischen Sinne erreicht werden, für die eine Zuordnung von Merkmalen zu bestimmten wahrnehmbaren Klangeigenschaften keine notwendige Voraussetzung ist. Zum zweiten soll damit eine Annäherung an das Timbre eines Klangs versucht werden, das als „complex set of auditory attributes“ (McAdams 1999) stark an subjektive Wahrnehmung gekoppelt ist. Anschließend werden diese nach den aus psychologischen Aspekten aus der Gestalttheorie Aspekten Nähe, Ähnlichkeit und kontinuierliche Entwicklung (Wertheimer 1925) zu Klangfolgen (*sequences*) gruppiert. Jede Klangfolge erhält als phänotypische Beschreibung ein Set aus zusammengefassten Parametern der enthaltenen Einzelklänge.

Wenn alle Phänotypen der Testreihe vorliegen, erfolgt darüber eine Fuzzy-C-Means Clusteranalyse, die 10 Clusterzentren im Parameterraum ermittelt und so die Genomstruktur formt. Der Abstand zu den Clusterzentren bestimmt den Genotyp der einzelnen Klangfolge und kann über eine Ähnlichkeitsmatrix Aufschluss über deren Verwandtschaftsgrad (siehe Abbildung 1) geben.

3.2 Forschungsumgebung

Über ein interaktives, Browser-basiertes Interface können die extrahierten genetischen Zusammenhänge der Aufnahmen visualisiert werden. Die Darstellung der Klangfolgen ist entweder zeitbasiert linear (siehe Abbildung 1) oder genealogisch als phylogenetischer Baum. In einer Detailansicht zeigen sich Übergänge in einzelnen Parametern sowohl der Phänotypen als auch der Genotypen, die als Basis zur Entwicklung eines Modells der genetischen Abläufe innerhalb der Improvisation ausgewertet werden können.

³ Die genaue Methodik kann anhand von *iPython notebooks* unter <https://github.com/bastustrump/genimpro/tree/master/notebooks> nachvollzogen werden

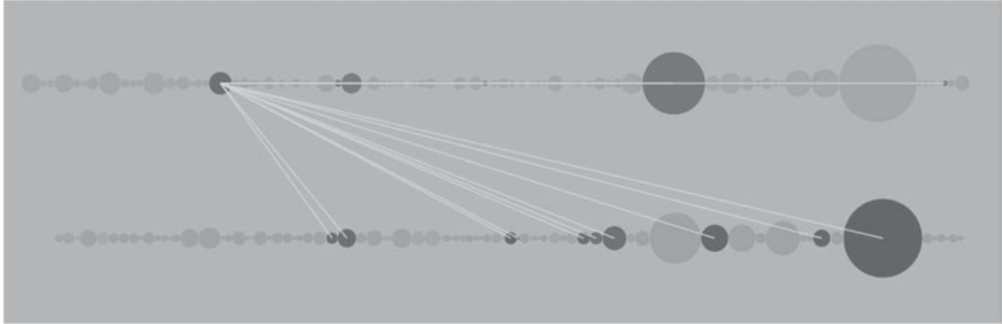


Abbildung 1: Darstellung der Klangfolgenzusammenhänge

3.3 Metakreation

Die Funktionen zur generativen Nutzung sind bisher noch nicht implementiert und werden erst im Laufe des Forschungsprojekts ergänzt. Geplant dafür ist eine Python-basierte Server-Applikation, die über das *Open Sound Control-Protokoll* (Wright 2005) angebunden werden kann und nach dem aus der Analyse ermittelten genetischen Modell neue Strukturen erzeugt. So soll es möglich sein, *GenImpro* an verbreitete Anwendungen wie *Max/MSP*, *PureData*, *Supercollider* etc. zur Klangerzeugung oder Steuerung von Live-Elektronik anzubinden.

Literaturverzeichnis

- Biles, J. (1994). GenJam: A Genetic Algorithm for Generating Jazz Solos. In *Proceedings of the 1994 International Computer Music Conference*. Ann Arbor: University of Michigan Library.
- Bogdanov, D., Wack, N., Gómez, E., Gulati, S., Herrera, P., Mayor, O., u. a. (2013). ES-SENTIA: an Audio Analysis Library for Music Information Retrieval. In *International Society for Music Information Retrieval Conference (ISMIR'13)* (S. 493–498). Curitiba, Brazil.
- Chomsky, N. (1969). *Aspects of the theory of syntax*. Cambridge Mass.: MIT Press.
- Darwin, C. (1859). *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. London: John Murray.
- Goldberg, D. E. (1989). *Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning*. Reading, Mass.: Addison-Wesley Pub. Co.
- Johnson-Laird, P. N. (2002). How Jazz Musicians Improvise. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 19(3), 415–442.
- Koza, J. R. (1992). *Genetic programming: on the programming of computers by means of natural selection*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Lehmann, A. C. (2008). Komposition und Improvisation. In H. Bruhn, A. C. Lehmann, & R. Kopiez (Hrsg.), *Musikpsychologie. Das neue Handbuch*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

- Lerdahl, F., & Jackendorff, R. (1996). *A generative theory of tonal music*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- McAdams, S. (1999). Perspectives on the contribution of timbre to musical structure. *Computer Music Journal*, 23(3), 85–102. Zugriffen 27. Februar 2015
- McCormack, J. (2005). Open Problems in Evolutionary Music and Art", in F. Rothlauf et al. (eds), *Lecture Notes in Computer Science*, Vol 3449, *Applications of evolutionary computing: EvoWorkshops 2005, EvoBIO, EvoCOMNET, EvoHOT, EvoIASP, EvoMUSART, and EvoSTOC, Lausanne, Switzerland, March 30-April 1, 2005: proceedings*.
- Miranda, E. (2004). At the Crossroads of Evolutionary Computation and Music: Self-Programming Synthesizers, Swarm Orchestras and the Origins of Melody. *Evolutionary Computation*, 12(2), 137–158.
- Miranda, E. R., & Biles, J. (Hrsg.). (2007). *Evolutionary computer music*. London: Springer.
- Mozart, W. A. (1793). *Musikalisches Würfelspiel. Eine Anleitung „Walzer Oder Schleifer Mit Zwei Würfeln Zu Componieren Ohne Musikalisch Zu Seyn, Noch Von Der Composition Etwas Zu Verstehen“*. (K. H. Taubert, Hrsg.). Mainz: Schott.
- Ruschkowski, A. (1998). *Elektronische Klänge und musikalische Entdeckungen*. Stuttgart: Reclam.
- Sternberg, R. J. (Hrsg.). (1999). *Handbook of creativity*. Cambridge, U.K.; New York: Cambridge University Press.
- Stumpf, C. (1911). *Die Anfänge der Musik*. Leipzig: J.A. Barth.
- Todd, P. M., & Werner, G. M. (1999). Musical Networks. In N. Griffith & P. M. Todd (Hrsg.), . Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Toiviainen, P. (2008). Musikalische Wahrnehmung und Kognition im Computermodell. In H. Bruhn, A. C. Lehmann, & R. Kopiez (Hrsg.), *Musikpsychologie. Das neue Handbuch*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Tomlinson, G. (2015). *A million years of music: the emergence of human modernity* (First edition.). New York: Zone Books.
- Wallin, N. L., Merker, B., & Brown, S. (2001). *The Origins of Music*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Wertheimer, M. (1925). *Drei Abhandlungen zur Gestalttheorie*. Erlangen: Philosophische Akademie.
- Wright, M. (2005). Open Sound Control: an enabling technology for musical networking. *Organised Sound*, 10(03), 193–200.
- Xenakis, I. (1971). *Formalized music*. Indiana University Press.

Kontaktinformationen

Sebastian Trump, Hochschule für Musik Nürnberg, Veilhofstraße 34–40, 90489 Nürnberg, sebastian.trump@hfm-nuernberg.de, Tel. +49 (0)911/231-14972

Gedanken zur Nutzung von Handgesten in der Musikproduktion

Axel Berndt, Simon Waloschek, Aristotelis Hadjakos

Zentrum für Musik- und Filminformatik, HfM Detmold / HS Ostwestfalen-Lippe

Zusammenfassung

Die digitale Musikproduktion ist ein Gebiet, welches mit seinen komplexen Anwendungen die Entwicklung von Benutzungsschnittstellen regelmäßig vor große Herausforderungen stellt. Hier herrschen meist graphische Bedienoberflächen vor, die dem WIMP-Paradigma verhaftet sind. Eine darüber hinaus gehende Auseinandersetzung zur Einbindung von Post-WIMP-Interfaces in diesem Anwendungsszenario ist bislang weder in der Wissenschaft noch in der Praxis nennenswert. Am Beispiel der Freihandgesten-interaktion will der vorliegende Text sinnvolle Anknüpfungspunkte aufzeigen und motivieren. Ihre Einbindung in die etablierten Setups der Digital Audio Workstations wird ausgearbeitet und diskutiert.

1 Anknüpfungspunkte an bestehende Szenarien

Tonstudios sind von je her Multi-Device-Umgebungen. Spezialisierte Geräte kümmern sich um die Klangerzeugung, Generierung von Audioeffekten, Tonaufnahme, Abmischung usw. Sie sind zumeist über Audio- und MIDI-Kabel miteinander vernetzt. Im Zentrum dieser Umgebung steht heute die *Digital Audio Workstation* (kurz DAW), ein Computer, welcher alle Komponenten integriert und um Software-Komponenten ergänzt. Auch die Software-Architektur, nicht nur des alle Signalströme zusammen führenden Sequencer-Programms, das gleichermaßen als Host fungiert, sondern der Gesamtheit aller Komponenten, ist mittlerweile hochkomplex. Software-Module (Plugins) erweitern die Architektur und werden über Schnittstellen wie VST, VST3, AAX, AU und RE eingebunden. Wer nicht auf die speziellen Klangeigenschaften der analogen Geräte angewiesen ist, kann für alle Funktionen auch entsprechende und oft kostengünstigere Software-Alternativen finden, sodass eine moderne Musikproduktionsumgebung sogar als reine Software-Lösung möglich und praktikabel ist.

Trotz dieser hochgradigen Verteilung von Funktionen auf eine Vielzahl miteinander vernetzter, spezialisierter Komponenten sind deren Benutzungsschnittstellen einer aus der klassischen Hardware kommenden, relativ einheitlichen Tradition verhaftet. Es dominieren Fader, Drehregler, Buttons und sogar digitale Kabel in überladenen, graphischen Benutzeroberflächen, wo sie mittels Maus und Tastatur bedient werden. Dass dies bei weitem keine optimale

Lösung darstellt, ist hinlänglich bekannt. So ist etwa die Maus für radiale Eingaben denkbar ungeeignet, weshalb Drehregler meist über eindimensional horizontale oder vertikale Bewegungen bedient werden. Während Multitouch- und Stifteingabe einen allmählichen Einzug in diese Umgebung halten, findet der Reichtum an Post-WIMP-Paradigmen, welche die Mensch-Computer-Interaktion darüber hinaus kennt, kaum Widerhall in diesem Anwendungsfeld.

Neue Interface-Technologien kommen vor allem im Zusammenhang mit digitalen Musikinstrumenten zum Einsatz, was die Tagungsbände der alljährlich stattfindenden Konferenz NIME anschaulich widerspiegeln. Eine vergleichbar umfangreiche und tiefgründige Auseinandersetzung und Befruchtung für die Musikproduktion fehlt aber fast gänzlich, also gerade dort, wo die Vielzahl von spezialisierten Geräten eine entsprechende Spezialisierung und Optimierung von Benutzungsschnittstellen nahelegen, ja geradezu einfordern würde. Die wenigen Ansätze zur in diesem Text beispielhaft besprochenen Freihandgesteninteraktion kommen in ihrer Wahrnehmung selten über den Status von Spielereien hinaus. Neuartige Eingabemodalitäten werden häufig als Ersatz für Bestehendes eingeführt. Der Eingriff in etablierte Workflows ist dabei oft so gravierend, dass sie in der Praxis nicht angenommen werden. Wie aber kann diese Hürde überwunden und Freihandgesteneingabe als praktikable Bereicherung in diese Szenarien eingeführt werden? Mit dieser Frage mag sich jeder Entwickler in diesem Feld konfrontiert sehen. Deren Gedanken dazu werden jedoch kaum festgehalten. Deshalb ist es das Anliegen dieses Textes, sie einmal systematisch nachzuzeichnen und zur Diskussion zu stellen.

Bevor die technische Einbindung der Freihandgestensteuerung in klassische DAW-Setups diskutiert wird, sollen die verschiedenen Anwendungsszenarien vorgestellt werden. Dabei wird das Feld der digitalen Musikinstrumente, das neuartigen Eingabemodalitäten sehr wohl offen gegenübersteht, bewusst ausgespart. Im Fokus dieser Ausführungen steht die Musikproduktion, im Besonderen die Arbeit in der DAW. Hier kann und soll diese Freihandgesteneingabe kein Ersatz von etablierten Modalitäten wie Maus- und Tastatureingabe sein, die sich an vielen Stellen im besten Sinne bewährt haben. Vielmehr ist sie dort als Ergänzung gedacht, wo noch Optimierungspotential besteht und ein Mehrwert zu erwarten ist. Diese Anknüpfungspunkte werden bei den weiteren Betrachtungen identifiziert.

Die **professionelle Musikproduktion** findet im Tonstudio unter entsprechend eingerichteten Abhörbedingungen statt. Hier ist die Nutzung unterschiedlichster, spezialisierter Geräte am deutlichsten ausgeprägt. Ansätze zum Mixing via Freihandgesten existieren für dieses Szenario zwar bereits (Balin & Loviscach 2011, Ratcliffe 2014), haben sich bislang aber nicht etabliert – wohl auch deshalb, weil der Hardware-Fader am Mischpult bereits als eine optimale Lösung angesehen werden kann. Das größte Potential für die Freihandgestensteuerung liegt vielmehr in der höherdimensionalen Parametersteuerung, etwa von Effekten und der Klangsynthese. Hier werden, zumeist über Drehregler, mehrere zueinander in Bezug stehende Parameter eingestellt. Mit zwei Händen kann ein Nutzer lediglich zwei Drehregler gleichzeitig bedienen, mit der Maus sogar nur einen. Diese Begrenzung kann die deutlich höherdimensionale Freihandgesteneingabe überwinden. Für die Eingabe statischer Werte mögen Maus und Tastatur dennoch die bessere Lösung sein, denn die sich frei in der Luft bewegende Hand korrespondiert eher mit einer kontinuierlichen als mit einer diskreten Werteingabe. Das größte

Potential ergibt sich deshalb dann, wenn die Effektsteuerung kontinuierlich und live zur laufenden Musik geschieht. Die aus den Gesten abgeleiteten Steuerdaten können als Sequenz von MIDI-Befehlen in der DAW aufgezeichnet werden. Bei einer rein am Computer produzierten Musik (ohne Einspielungen durch menschliche Musiker) kann dieses Verfahren auch zur Steuerung expressiver Parameter (Tempo, Dynamik, Artikulation, Klangfarbe; siehe Berndt 2011) verwendet werden. So kann vergleichsweise schnell eine bereits recht facettenreiche „Rohinterpretation“ eines vorgegebenen musikalischen Materials mittels Handgesten erstellt werden. Deren Details können dann über etablierte Methoden (Maus, Tastatur, Stift) ergänzt und bearbeitet werden.

Auch die **Musikwissenschaft**, speziell die **Interpretationsforschung** und **Musikedition**, sind potentielle Anwendungsfelder. Im Zentrum der Editionsarbeit mag zwar der musikwissenschaftlich aufbereitete und (meist noch) gedruckte Notentext stehen. Die im Editionsprozess gefällten Entscheidungen etwa über Vortragsanweisungen werden aber die mit dem Text entstehenden Darbietungen prägen und damit auch wieder das klingende Resultat. Dabei steht der Editor oft vor der Entscheidung zwischen mehreren Varianten, die sich je nach Quelle unterscheiden können. Typische Fragestellungen können sein: Wo beginnt ein Crescendo-Pfeil und bis wohin geht er? Wie schnell ist das geforderte Aufführungstempo? Welche Artikulation ist am plausibelsten? Will der Bearbeiter verschiedene Lösungen am klingenden Musikstück erproben, so ist er entweder auf die gegebenen Funktionalitäten von Notensatzprogrammen angewiesen oder mit einem unzumutbaren Produktionsaufwand im Sequencer konfrontiert. Auch die Ergänzung des kritischen Berichtes um Klangbeispiele stößt auf zunehmendes Interesse. Mit Techniken zur ausdrucksvollen Bearbeitung einer rein notengetreuen Wiedergabe in eine „Rohinterpretation“, wie sie bereits im vorherigen Abschnitt beschrieben wurden, kann deshalb auch in der musikwissenschaftlichen Editionsarbeit ein Mehrwert geschaffen werden.

In den Bereichen der **hobbymäßigen Musikproduktion** und des **Home Recordings** können Handgesten als Eingabemodalität einen leichteren und im besten Falle auch intuitiveren Zugang zu allgemein als eher abschreckend komplex empfundenen Themenfeldern wie der Klangsynthese und Effektsteuerung geben. Das kann positiv zu deren Bedien- und Erlernbarkeit beitragen. Sensoren wie der Leap Motion Controller (Leap Motion, Inc 2013) sind zudem unkompliziert anzuschließen und in Betrieb zu nehmen. Damit ist diese Eingabemodalität direkt verfügbar, was in diesem Anwendungsfeld von ganz entscheidender Bedeutung ist. Ein Nutzer, der nur gelegentlich für ein oder zwei Stunden in der DAW arbeitet, nimmt keine langwierigen Aufbau- und Startphasen in Kauf. Noch drastischer ist das im Bereich des **Jamming** der Fall. Entsprechende Programme, wie etwa der *Music Maker Jam* (MAGIX Software GmbH 2015) müssen ad hoc ausführbar sein und die kreative Arbeit mit dem musikalischen Material sofort, ohne jede Vorbereitung ermöglichen. Eine Reduktion der interaktiven Parameter zu Gunsten der leichteren Bedienbarkeit wird von fortgeschrittenen Nutzern häufig als künstlerische Einschränkung wahrgenommen und abgelehnt. Hier können Freihandgesten einen schnellen Zugang zu einer größeren Anzahl bedienbarer Parameter geben. Vor allem aber die Kombination mehrerer Modalitäten (z.B. Freihand und Touch) scheint in diesem Szenario vielversprechend.

2 Der Griff in die DAW

Im Musikproduktionsprozess bieten sich Handgesten vor allem dort an, wo Effekte, Instrumentenklänge und expressive Parameter wie Tempo und Dynamik kontinuierlich über die Zeit gesteuert werden sollen. Die Einbindung in eine typische DAW-Architektur wird in Abbildung 1 veranschaulicht und einzelne Gesichtspunkte im Weiteren diskutiert. Als Klangquellen können (akustisches) Audiomaterial und MIDI-Daten dienen. Letztere gestatten tiefergehende Eingriffe in die Musik, da zusätzlich zu klangspezifischen Eigenschaften auch Tonhöhe und -dauer deutlich differenzierter beeinflusst werden können.

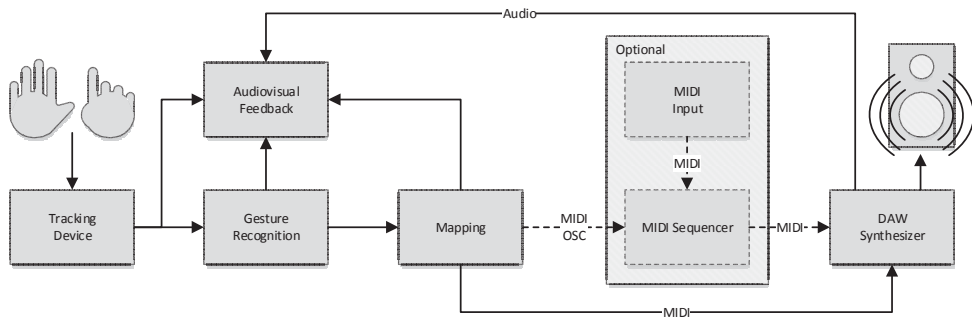


Abbildung 1: Integration der Freihandgesteninteraktion in die DAW.

2.1 Handerfassung und Gestenerkennung

Für die Erfassung der Hände gibt es heute bereits eine Vielzahl hoch entwickelter, kommerzieller Lösungen, die in unterschiedlichem Maße für bestimmte Arbeitsumgebungen geeignet sind. Populär ist die Microsoft Kinect 2 (Microsoft 2013), eine auf Infrarotlicht basierende Tiefenbildkamera. Ihre Genauigkeit wird allerdings durch die vergleichsweise geringe Auflösung von etwa 3 Millimetern bei 2 Metern Abstand deutlich begrenzt. Zugleich ist die Bildwiederholrate mit 30 Bildern pro Sekunde für die Erfassung hochfrequenter Bewegungen ungeeignet. Die Kinect eignet sich also vornehmlich für größere, weit ausholende (Körper-)Gesten und damit auch eher für die Grobsteuerung von musikalischen Parametern, bspw. für langsame und kontinuierliche Dynamik- und Tempoänderungen. Für feingranulare und hochfrequente Parameter, wie etwa notenweise variable Artikulationen ist die Kinect auch aufgrund ihrer geringen zeitlichen Auflösung nicht geeignet.

Vergleichsweise jung ist der Leap Motion Controller, der speziell für das Tracking von Händen optimiert ist. Sein Arbeitsraum ist mit rund 1m³ deutlich geringer, bietet aber mit maximal 0,01 Millimetern eine höhere Genauigkeit. Dank der 300 Bilder pro Sekunde können auch schnelle Bewegungen zuverlässig erkannt werden. Der Controller ist vorwiegend für die Nutzung am Schreibtisch optimiert und ist dann das Mittel der Wahl, wenn fein differenzierte Handgesten und -posen mit geringer Latenz erkannt werden sollen. Der Leap Motion Controller wird sich vorwiegend für professionelle Arbeitsumgebungen am Schreibtisch oder Mischpult eignen. Der Nutzer kann aus seiner Arbeitshaltung heraus schnell mit einer oder beiden

Händen in den Tracking-Bereich greifen, Eingaben tätigen und zurück zu Maus und Tastatur kehren. Die Kinect wird sich hingegen eher für performative und spielerische Anwendungszwecke eignen.

2.2 Mapping und Anbindung an die DAW

Die Gestenerkennung ermittelt aus den Rohdaten der Tracking Hardware im nächsten Schritt die Gesten, aus denen das Mapping musikalisch sinnvolle Steuersignale ableitet. Im einfachsten Fall sind das MIDI-Signale¹, welche direkt an die DAW geschickt und dort aufgezeichnet werden. Hier steuern sie die Parameter von Klangsynthese- und Effekt-Plugins sowie die Abmischung. Je intuitiver dieses Mapping definiert ist, desto leichter lassen sich die Gesten vom Nutzer erlernen und anwenden. Frameworks wie das kommerzielle GECO (Uwyn bvba/sprl 2013) gestatten dem Nutzer sogar die Definition eigener Mappings. Zur Steuerung ausschließlich klangbezogener Parameter einer schon vorhandenen Musik ist das bereits ausreichend. Komplexere Eingriffe in das Notenmaterial und seine Zeitstruktur (Tempo, Micro-Timing) sind so allerdings noch nicht möglich.

Für komplexere Bearbeitungen bis hin zur Handgesten-gesteuerten, algorithmischen Musikgenerierung in Echtzeit muss die MIDI-Sequencer-Funktionalität auf ein eigenständiges Modul ausgelagert werden. Die DAW fungiert nun nur noch als Tongeber (Klangsynthese, Effekte) und als Aufnahmegerät. Der ausgelagerte MIDI Sequencer kann nun selbst MIDI-Daten einlesen oder generieren². Sämtliche Funktionalität kann interaktiv gestaltet und durch Steuersignale aus dem Mapping-Modul angesteuert werden³. Eingriffe in die Zeitstruktur des Musikstücks sind nun ebenso möglich wie die Veränderung und Erweiterung des Notenmaterials⁴. Tatsächlich kann an dieser Stelle auch ein digitales Musikinstrument zum Einsatz kommen, das eine eigene Audioausgabe generiert, was freilich weg führt vom hier betrachteten Anwendungsbereich der Musikproduktion. Nimmt man also den Umweg über einen externen MIDI Sequencer, sind weitreichende Bearbeitungen möglich. In beiden Fällen werden die MIDI-Datenströme abschließend von der DAW reproduzier- und editierbar aufgezeichnet.

2.3 Audiovisuelles Feedback

Direktes Feedback während der Eingabe trägt zur Erlernbarkeit der Eingabemodalität und der Gesten bei und verringert die mentale Belastung. Der Grund für eine nicht oder falsch erkannte Geste wird aus dem Feedback oft direkt klar, bleibt ohne dieses hingegen meist verschlossen

¹ Zumeist werden es Controller-Befehle sein.

² Z.B. aus dem Arbeitskontext einer Musikedition heraus (Wiedergabe der aktuell bearbeiteten Partiturstelle).

³ Hier sind dem Entwickler keine Grenzen gesetzt, welche Signale das Mapping generiert und verarbeitet werden. Es könnten MIDI- ebenso wie OSC-Nachrichten sein.

⁴ Z.B. die Änderung von Tonhöhen, die Generierung von Ornamenten aus Handgesten oder Sprünge in der MIDI-Datei.

und frustriert. Es bietet sich daher an, sowohl die erfassten Daten (Körper, Hände, Tiefenbild, Gesten) visuell als auch das Audioresultat in Echtzeit darzubieten, sodass der Nutzer sofort hört und sieht, was er durch seine Eingaben bewirkt.

Um präzises Feedback zu bieten, sollte die Latenz zwischen der Gesteneingabe und dem erfahrbaren Output möglichst gering sein. In Bezug auf die Eingabe expressiver Parameter kann diese Restriktion etwas sanfter aufgefasst werden, da hier keine diskreten, zeitgenauen Klangereignisse eingegeben werden, sondern vordefiniertes Klangmaterial um zusätzliche Informationen erweitert wird. Der Benutzer hat daher in der Regel genügend Zeit, sich vorzubereiten und seine Gesten entsprechend vorausschauend zu koordinieren.

3 Fazit

Obwohl im Bereich der Musikproduktion einige der komplexesten und traditionellsten Benutzungsschnittstellen anzutreffen sind und von neuartigen Interaktionsmodalitäten wie der Freihandgesteninteraktion profitieren können, konnten sich diese bislang nicht etablieren. Als Ersatz für etablierte Modalitäten sind die Auswirkungen auf bestehende Workflows zu gravierend. Wir sehen ihr größtes Potential vielmehr als Ergänzung in all jenen Situationen, in denen eine große Zahl von Parametern direkt und intuitiv zu steuern ist, in der Effektsteuerung, Klangsynthese und Ausarbeitung von ausdrucksvollen Interpretationen. Die entsprechende technische Integration der Handgesteneingabe in bestehende DAW-Setups wurde diskutiert.

Literaturverzeichnis

- W. Balin and J. Loviscach (2011). *Gestures to Operate DAW Software*. In *130th Audio Engineering Society Convention*. London, UK: Audio Engineering Society.
- A. Berndt (2011). *Musik für interaktive Medien: Arrangement- und Interpretationstechniken*. München: Verlag Dr. Hut.
- Leap Motion, Inc. (2013). *Leap Motion controller*. www.leapmotion.com.
- MAGIX Software GmbH (2015). *Music Maker Jam*. app on iTunes, Google play and Windows Store, version 1.2.3.
- Microsoft (2013). *Kinect for Xbox One*. www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/.
- J. Ratcliffe (2014). Hand Motion-Controlled Audio Mixing Interface. In *Proc. of New Interfaces for Musical Expression (NIME) 2014*, London, UK: Goldsmiths, University of London, S. 136-139.
- Uwyn bvba/sprl (2013). *GECO: Multi-Dimensional MIDI/OSC/CopperLan Expression Through Hand Gestures*. app on Airspace store. version 1.3.0.

Kontaktinformationen

Axel Berndt, Simon Waloschek, Aristotelis Hadjakos
Zentrum für Musik- und Filminformatik, HfM Detmold, HS Ostwestfalen-Lippe
Email: {berndt; waloschek; hadjakos}@hfm-detmold.de

Der Hexenkessel: Ein intermediales Hybridinstrument

Jacob T. Sello

ZM4 - Zentrum für Mikrotonalität & Multimedia: UMIS-Projekt, HfMT Hamburg

Zusammenfassung

In diesem Text wird der *Hexenkessel* vorgestellt, ein innovatives Hybridinstrument für multimediale Bühnenkunst. Bei diesem Instrument handelt es sich um eine klassische Orchesterpauke, deren Fell durch ein in den Kessel eingebautes Projektions- und Tracking-System zum interaktiven Touchscreen erweitert wird. Damit wird der Hexenkessel zum universellen Controller für den Einsatz im weiten Feld der multimedialen Künste.

1 Einleitung

Anders als mit akustischen Musikinstrumenten, bei denen Konstruktionsprinzipien die Klangzeugung bedingen und dabei eine spezifische Handhabung erfordern, lässt sich elektronische Musik auf ganz unterschiedliche Weise steuern. Sie bietet dem Komponisten die Wahl seine elektronischen Klänge vom Tonband oder vollautomatisiert vom Sequenzer zu Gehör zu bringen, oder bestimmte Eingabewerkzeuge, wie Klaviaturen, Dreh- und Schieberegler oder andersartige Sensoren zu nutzen, um die Musik „live“ aufzuführen. Eine wichtige Rolle für die Umsetzung der musikalischen Intention spielt der verwendete Controller. Denn erst dieser ermöglicht die intuitive und gestisch-expressive Interpretation von elektronischer Musik, wie sie in instrumentaler Musik ganz alltäglich ist.

Im Grenzbereich zwischen Live-Elektronik und interaktiver Computermusik werden häufig traditionelle Musikinstrumente mit Sensoren versehen. So kann der Instrumentalist während seines Spiels Einfluss auf die Parameter des ihm zur Seite gestellten elektronischen Setups nehmen. Ein derart modifiziertes Instrument wird als *augmented musical instrument* oder als Hybridinstrument bezeichnet. Entscheidend dabei ist, dass ein Instrument durch den Einsatz von Technologie in seinem Funktionsumfang erweitert wird. Der im Folgenden vorgestellte *Hexenkessel* ist ein solches Hybridinstrument.

1.2 Der Prototyp

Der Prototyp des *Hexenkessels* wurde in einer 21“-Pedalpauke der Manufaktur Fiedler aus den 1960er Jahren realisiert. Nach langwierigen Experimenten mit unterschiedlichen Projektions- und Tracking-Systemen gelang es, ein bühnentaugliches Setup zu konstruieren, sodass das Instrument im Jahr 2010 mit der Komposition *Licht & Hiebe* erstmals im öffentlichen Konzert mit dem Schlagzeuger Stefan Weinzierl seine Premiere hatte.¹



Abbildung 1: Hexenkessel Prototyp (2010)

1.3 Entwicklung

Im Jahr 2005 stellte die Music Technology Group der Universitat Pompeu Fabra in Barcelona ihren *Reactable* vor², der nicht zuletzt durch den Einsatz auf der Welttournee der

¹ Ein Demonstrationsvideo findet sich unter: <http://vimeo.com/jacobsello/hexenkessel>

² Jorda (2005)

isländischen Sängerin Björk im Jahr 2007 für erhebliches Aufsehen sorgte. Verschiedene ähnliche sog. *Tangible User Interfaces* entstanden etwa zeitgleich und wurden wie der *Reactable* zumeist als Open-Source-Projekte im Internet detailliert dokumentiert.³ Bei diesen Multitouch-Interfaces handelt es sich zumeist um tischartige Konstruktionen mit einer Plexiglasoberfläche, auf welche rückseitig Steuerelemente projiziert werden, die durch Kamera basierte Finger- und Objekt-Tracking-Algorithmen Interaktionen ermöglichen. Anders als beim herkömmlichen Touchscreen können hier mehrere Finger gleichzeitig erfasst werden, sodass auch die Erkennung komplexer Gesten möglich wird. Während bei diesen Multitouch-Tischen die Projektions- und Tracking-Technologien in ein lediglich die Technik umhüllendes, ansonsten weitgehend funktionsfreies Gehäuse installiert werden, fügt sich die Technik des *Hexenkessels* nahtlos in ein etabliertes Orchesterinstrument ein und erweitert damit dessen künstlerisches Potential, ohne dabei kritische Klangeinbußen hervorzurufen.

Im Jahr 2011 wurde das Instrument in die USA transportiert, um dort an der renommierten „Margaret Guthman New Instruments Competition“ in Atlanta teilzunehmen. Bei diesem internationalen Wettbewerb für neuartige Musikinstrumente wurde der *Hexenkessel* von der Jury, u. a. Sergi Jorda (*Reactable*) und John Chowning (*FM-Synthese*), mit einem Sonderpreis („Algorithm Award“) gewürdigt. Diverse Konzerte folgten: NIME 2011 (Oslo), ZKM (Karlsruhe), Greatest Hits Festival (Hamburg), u.a.

2 Technologie

Diverse unter dem Akronym des DIY (Do It Yourself) hervorgebrachte Ideen konnten für dieses Projekt aufgegriffen und zweckdienlich modifiziert werden. So ist etwa die Konstruktion des Tracking-Systems an bewährte Verfahren aus dem Umfeld der NUI Group⁴ angelehnt, die ursprünglich für die Multitouch-Tische entwickelt wurden. Das Steuerinterface wurde hingegen vollständig selbst entwickelt. Denn dieses gibt die Möglichkeiten des Instruments vor und sollte damit als Bestandteil der jeweiligen Komposition angesehen werden. Neben der Konzeption und Umsetzung dieses graphischen Interfaces lag die besondere Herausforderung in der Realisation eines dem *Reactable* ähnlichen Konzeptes innerhalb der räumlichen Grenzen des Paukenkessels unter Einsatz minimaler finanzieller Ressourcen. So wurde der ursprüngliche Prototyp mit insgesamt rund 500 Euro realisiert.

³ Auch kommerzielle Hersteller engagieren sich in diesem Forschungsfeld. So hat etwa Microsoft in Kooperation mit dem koreanischen Samsung-Konzern mit dem SUR40 (2012) ein marktreifes Produkt vorgestellt, das ähnlich den genannten interaktiven Tischen Finger- bzw. Gestentracking mit einem 40“-LCD-Display vereint.

⁴ Die *Natural User Interface Group* (NUI Group) mit ihren über 5000 Mitgliedern stellt auf Ihren Webseiten diverse Multitouch-Techniken vor und bietet ein lebendiges Forum zum Ideen- und Erfahrungsaustausch: <http://nuigroup.com>

2.1 Projektion

Als Projektor innerhalb des Paukenkessels kommt ein LED-Projektor (Optoma ML-750) zum Einsatz, der einerseits kompakte Maße aufweist und zudem wenig Hitze entwickelt, was in Anbetracht der mangelhaften Luftzirkulation innerhalb des engen Paukenkessels unabdingbar ist. Zugunsten dieser Eigenschaften müssen Abstriche in Bezug auf Lichtleistung (700 ANSI-Lumen) und Auflösung (1280 x 800 Pixel) hingenommen werden. Um trotz einer extrem kurzen Projektionsdistanz ($< 40\text{cm}$) eine dem Fell entsprechende Bildgröße zu erhalten, wurde für den Prototyp ein eigenes Objektiv entwickelt. Zudem wurde das Bild über zwei Spiegel umgelenkt. Das führte jedoch zu deutlichem Lichtverlust und zu Problemen mit der Fokussierung. Deshalb wird in dem aktuellen Setup mit der Standardlinse des Projektors gearbeitet, wobei das Bild über einen konkaven Spiegel auf das Fell umgelenkt wird, um so die gewünschte Bilddiagonale zu erhalten. Die dabei entstehenden Bildverzerrungen werden durch digitale Vorverarbeitung weitgehend eliminiert. Während mit dem ursprünglichen Projektionsverfahren die gewünschte Bildgröße des 21“-Kessels ($\varnothing \sim 53\text{cm}$) nur knapp erzeugt werden konnte, ist es nun problemlos möglich, auch Pauken mit einem Felddurchmesser von 26 Zoll ($\varnothing \sim 66\text{cm}$) zu bespielen.

Die Kabelzuführung (Strom, HDMI, USB) erfolgt durch das Luftausgleichloch im Kessel. Während diese Öffnung in der Fiedler-Pauke minimal erweitert werden musste, ist die Lochgröße in den meisten modernen Pauken ausreichend um die Stecker und Kabel hindurch zu führen und den Druckausgleich weiterhin zu gewährleisten.

2.2 Tracking-System

Zum Erkennen der Schlägel- bzw. Fingerposition kommt ein optisches Tracking-System zum Einsatz. Eine Infrarot-Kamera (modifizierte Sony PS3eye-Webcam) im Kessel erfasst die Finger- und Schlägelpositionen, die sich als helle Bereiche (*Blobs*) auf dem Fell darstellen. Für das optische Tracking ist es dabei notwendig, ein Verfahren der Infrarot-Ausleuchtung anzuwenden. Verschiedene umfänglich dokumentierte Methoden, mit jeweils ganz unterschiedlichen Eigenschaften kommen in Frage.

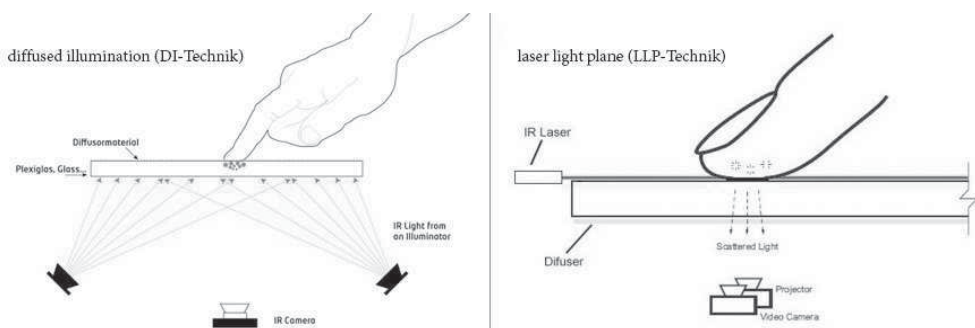


Abbildung 2: Ausleuchtungsverfahren für das optische Finger-Tracking. Bildquelle <http://wiki.nuigroup.com>

Für den Prototyp wurde das LLP-Verfahren (*laser-light-plane*) realisiert, bei dem Laser mit einer speziellen Linse (*line-generator*) eine dünne Lichtschicht im Infrarotspektrum (780nm) knapp oberhalb des Fells erzeugen. In aktuellen Versuchen wird mit dem DI-Verfahren (*diffused illumination*) experimentiert. Hier sind die IR-Lichtquellen innerhalb des Kessels montiert. Dadurch wird es möglich, nicht nur Umrisse sondern auch spezifische Markierungen auf der Unterseite von Objekten (*Fiducials*) zu unterscheiden, da die Objekte auf dem Fell nicht seitlich sondern von unten beleuchtet werden. So können, wie auch beim *Reactable*, bestimmte Objekte im Sichtfeld der Kamera vordefinierte Aktionen auslösen. Das DI-Verfahren bietet einen weiteren Vorteil im Vergleich zum LLP-Verfahren: Die Größe der entstehenden *Blobs* ist von dem Druck des auf das Fell einwirkenden Objekts abhängig. Somit lässt sich auf diese Weise auch die Intensität der Berührung erfassen, was bei dem LLP-Verfahren nicht möglich ist. Allerdings erscheinen die aufliegenden Finger und Objekte beim DI-Verfahren weniger kontrastreich, was zu Schwierigkeiten bei der Erkennung kleinerer Objekte führen kann.

Zum Erfassen der Finger- bzw. Schlägelposition wird die quellcode-offene Tracking-Software *Community Core Vision* (CCV) verwendet. CCV liest das Bild der Infrarot-Kamera und unterzieht dieses einer Vorverarbeitung. So wird zunächst der statische Bildhintergrund eliminiert, das Farbbild wird in Graustufen konvertiert und anhand unterschiedlicher Algorithmen gefiltert, sodass schließlich markante Lichtpunkte als Berührung interpretiert werden können. Die erkannten Positionskoordinaten werden nun, kodiert im TUIO-Format⁵, via Netzwerk an eine weitere Software geschickt, wo die inhaltliche Auswertung der Daten stattfindet. Dabei ist es unerheblich, ob die Daten auf demselben Computer weiterverarbeitet oder durchs Netzwerk an einen zweiten Rechner gesendet werden.

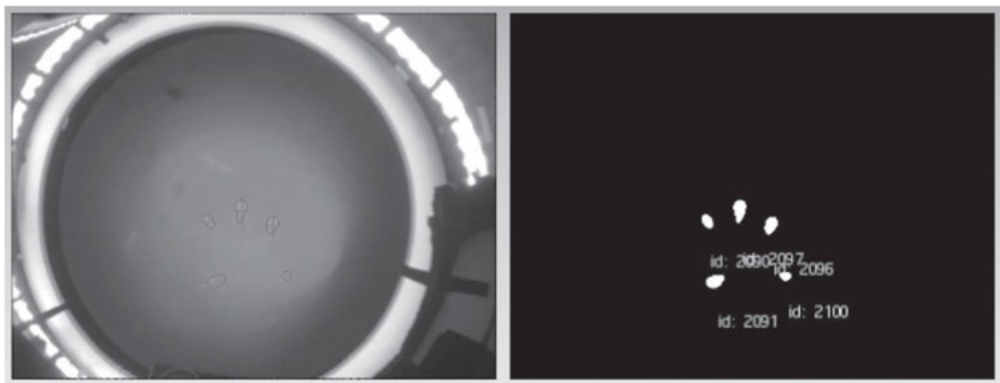


Abbildung 3: Tracking-Software CCV - Input (links) und Output (rechts)

⁵ Vgl.: <http://tuio.org/>

2.3 Interpretation der Tracking-Daten

Die in CCV generierten Tracking-Daten werden in der graphischen Programmiersprache *Max* empfangen, verarbeitet und interpretiert. Hier wird zudem die Bildentzerrung berechnet, die notwendig ist, um dem Einfluss der Spiegelwölbung entgegenzuwirken. Auch das Mapping der Tracking-Koordinaten auf die entsprechenden Bildpunkte (Kalibrierung) erfolgt in *Max*. Hinzu kommen drei weitere Module: die Videosynthese zum Erzeugen des graphischen Interfaces, die Interpretation der Tracking-Daten zur gestischen Interaktion mit dem Interface sowie die Audiosignalverarbeitung (Synthese und Live-Elektronik). Zudem können hier weitere Sensoren oder auch z. B. ein DMX-Interface zum Steuern von Bühnenlicht eingebunden werden. Dies geschah in der Komposition *Licht & Hiebe* (2010), der ersten Komposition für den *Hexenkessel*. Hier verschmilzt die technische mit der künstlerisch-kompositorischen Tätigkeit, eine klare Trennung erscheint kaum möglich. So sind etwa die in der Komposition *Licht & Hiebe* realisierten Interface-Elemente zur Steuerung von Live-Sampling, Time-Stretching, Klangsynthese, Spatialisation oder Licht nur werkspezifische Anwendungen. In einer anderen Komposition könnten völlig andere Verfahren und entsprechende Bedienelemente implementiert werden. Auf dem Fell könnten sogar Spielanweisungen im Sinne einer Partitur dargestellt werden. Die Möglichkeiten sind vielfältig und vom Komponisten frei zu gestalten.

2.4 Probleme des gegenwärtigen Setups

Die durch das Spiel entstehenden Vibrationen wirken sich im Allgemeinen nur minimal auf das technische System aus. Jedoch entsteht beim aktuell eingesetzten DI-Verfahren ein neues Problem: Denn während bei den klassischen, mit einer festen Plexglasoberfläche versehenen Multitouch-Tischen statische Lichtpunkte (etwa die Lichtquelle und ihre direkten Reflexionen) durch Subtraktion des Hintergrunds problemlos eliminiert werden können, verschieben sich diese Punkte im *Hexenkessel* mit den Schwingungen des Paukenfells. Daher muss im *Hexenkessel* mit indirekter Beleuchtung gearbeitet werden, was durch einen in den Kessel gelegten Holzring gewährleistet wird, der die hellen Direktreflexionen unterbindet. Dieses hat jedoch zur Folge, dass die Randbereiche weniger stark ausgeleuchtet sind, sodass hier das Tracking nicht immer optimal funktioniert. Obwohl größere Objekte wie Paukenschlägel weiterhin zuverlässig erkannt werden, bereitet das Erfassen der Finger in diesen Bereichen Probleme.

Die zeitliche Latenz des Systems liegt derzeit zwischen 50ms und 25ms. Diese Zahl ist von der Geschwindigkeit der verwendeten Kamera und den Kameratreibern abhängig. So liefert die Sony PS3eye Kamera unter Apple-Betriebssystemen eine Bildrate von lediglich 30 Bildern pro Sekunde (fps), während unter Windows bis zu 60 fps ausgegeben werden, was zu einer deutlich schnelleren Reaktion des gesamten Systems führt. Mit Hilfe einer Hochgeschwindigkeits-Industriekamera ließe sich die Verzögerung weiter reduzieren. Die Tracking-Geschwindigkeit des gegenwärtigen Setups bleibt für die wirklich zeitkritische Interaktion problematisch. So wurde etwa bei der Komposition *Licht & Hiebe*, wo heftige Schläge einen synchronisierten Lichtblitz auslösen, anstelle des optischen Trackings ein Mikrofon verwendet, um bei überschreiten eines Schwellwerts das Stroboskop auszulösen.

3 Ausblick

Dank finanzieller Unterstützung durch die Hamburger Behörde für Wissenschaft und Forschung (BWF) gelang es im Jahr 2014 die Weiterentwicklung des *Hexenkessels* als Forschungsprojekt der Hamburger Musikhochschule (HfMT Hamburg) fortzuführen. So soll das Instrument innerhalb von drei Jahren im Rahmen des sog. UMIS-Projektes (UMIS = Unified Musical Instrument Surfaces) optimiert werden, um die Ergebnisse schließlich in Form von Konzerten mit studentischen Kompositionen zu präsentieren. Ob die Entwicklung des *Hexenkessels* je über den Status des kleinserienfähigen Prototyps hinausgehen wird, bleibt abzuwarten. Die Zielgruppe der experimentierfreudigen Paukenspieler erscheint zu klein, um hier in die Massenproduktion zu gehen. Doch möglicherweise ließe sich eine entsprechende Funktionalität auch in den Kesseln herkömmlicher Schlagzeuge realisieren. Dies könnte eine ganz neue Gruppe potentieller Nutzer ansprechen. Derweil ist der weitere Einsatz des *Hexenkessels* im Kontext der zeitgenössischen Musik und multimedialen Bühnenkunst geplant.

4 Schlussteil

Danksagung

Besonderer Dank gilt der NUI-Group für die engagierte Forschungstätigkeit und den freizügigen Wissenstransfer im Feld der *Natural User Interfaces*. Des Weiteren danken wir der BWF Hamburg für die finanzielle Förderung des laufenden UMIS-Projektes sowie der Firma *Adams Instruments*, die uns zu einer hochwertigen Pauke für die weitere Entwicklung verhalf.

Literaturverzeichnis

Jorda, S. (2005): *Digital Lutherie Crafting musical computers for new musics' performance and improvisation*. Barcelona: Universitat Pompeu Fabra

NUI Group Authors (2009): *Multitouch Technologies*. 1st Edition, online unter: <http://nuigroup.com>

Sello, J. T. (2014): *Die Klanginstallation. Ein interdisziplinäres Versuchslabor zwischen Kunst, Musik & Forschung*. Hamburg: Verlag Dr. Kovač

Miranda, E. R. & Wanderly, M. M (2006): *New Digital Musical Instruments: Control and Interaction Beyond the Keyboard*. Middleton: A-R Editions

Kontakt: Jacob.Sello@hfmt-hamburg.de

Das Rhythmus-Radar

Matthias Husinsky, Patrik Lechner

Institut für Creative\Media\Technologies, Fachhochschule St.Pölten¹

Zusammenfassung

Das Rhythmus-Radar ist ein interaktives und digitales Multi-User Musikinstrument im Kontext von Museen und Ausstellungen. Es wurde mit dem Ziel entwickelt Kindergruppen einen intuitiven und spielerischen Zugang zum Thema *Rhythmus* zu geben.

Kernelement der audiovisuellen Installation ist ein runder Tisch, auf dem kleine Scheiben abgelegt werden können. Jede Scheibe repräsentiert einen individuellen Klang. Auf den Tisch wird ein Zeiger projiziert, der sich, angelehnt an alte Radargeräte, kontinuierlich um die Achse des Tismittelpunktes dreht und die Tischoberfläche auf abgelegte Scheiben hin abtastet. Durch die kontinuierliche Bewegung des Zeigers ergibt sich so eine zyklische, wiederholte Abfolge von Klängen mit frei gestaltbaren rhythmischen Mustern. Durch eine große Auswahl an vorgegebenen Klängen und die Möglichkeit Klänge selbst aufzunehmen und zu bearbeiten, lässt sich durch Variierung der Anzahl und Positionen der Scheiben eine große Anzahl rhythmisch prägnanter Klangfolgen in Echtzeit generieren und verändern.

Besonderer Wert wurde bei der Installation auf eine einfache und leicht verständliche Handhabung des Instruments gelegt. Durch seine Multi-User-Tauglichkeit ist die Installation für Besuchergruppen gut geeignet. Neben dem spielerischen Zugang findet so auch der pädagogische Aspekt eines gemeinsamen Musizierens seine Berücksichtigung.

1 Einleitung

Für die *Kinder-Musik-Welt TOCCARION* im Festspielhaus Baden-Baden sollte eine Installation entwickelt werden, die Kindern zwischen 5 und 12 Jahren das Thema *Rhythmus* auf spielerische Weise näher bringt. Die Anforderung hierbei war, einen spielerischen Zugang zur Thematik zu schaffen, der mit einem Lerneffekt über die Eigenschaften von Rhythmen verbunden sein sollte. Die Bedienung sollte sowohl alleine, als auch durch mehrere Personen gleichzeitig möglich sein, ohne dass dabei jemand eine führende Rolle einnehmen muss.

Durch die zyklische Wiederholung einer Abfolge von Sounds entstehen musikalische Muster, die durch die Klänge selbst und ihre zeitliche Abfolge, das heißt ihren Rhythmus, charakterisiert sind. Die Herausforderung bestand darin, Kindern eine intuitive Möglichkeit zu geben, gemeinsam in der Gruppe rhythmische Klangfolgen zu entwerfen und mit den

verschiedenen gegebenen Parametern (Klang, Abfolge) zu spielen. Dies sollte in Echtzeit geschehen und alle gleichberechtigt am Werk beteiligen. Um diese Anforderungen erfüllen zu können, wurde ein System entworfen, das mehrere Soft- und Hardwarekomponenten miteinander verknüpft und dabei Usability für Kinder gewährleistet.



Abbildung 1: (a,b) Der Radar-Tisch mit aufgelegten Steinen. (Fotos: Michael Bode) (c) Ladestation zur Auswahl eines Sounds aus einem Set. (d) Ladestation mit Mikrofon zur Aufnahme eines eigenen Sounds

2 Beschreibung der Installation

Rhythmus-Maschinen und -Software, die sich eines radialen Konzepts bedienen, haben eine lange Tradition. Raymond Scott baute bereits um 1959 mit der *Circle Machine* eine Art radialen Step-Sequencer (Winner & Chusid 2001). Aktuelle kommerzielle Produkte bedienen sich ebenfalls dieses Konzepts, wie der *Orb*, ein Hardware-Synth der Firma *Future-Retro*¹ oder *Loopesque*², eine Tablet-App mit radialen Step-Sequencer. *Circular Optical Object Locator* (Hankins et. al. 2002) und *Radear* (Arellano & McPherson 2014) sind prototypische Entwicklungen zur kollaborativen Rhythmus-Gestaltung mit radialem Ansatz und haptischem Interface.

Für das Toccarion wurde eine Installation entwickelt, die eine Analogie zu altmodischen Radargeräten herstellt. Solche stellen den abtastenden Radarstrahl als Zeiger dar, der sich um die Mitte eines Bildschirms im Kreis dreht. Trifft der Radarstrahl auf ein Objekt, blitzt dieses kurz auf und ein Sound wird abgespielt.

Das Rhythmus-Radar verhält sich ähnlich. Auf einen kreisrunden Tisch in der Mitte eines Raumes wird von oben ein Zeiger projiziert. Auf dem Tisch können Scheiben (im Folgenden *Markersteine* genannt), die mit Sounds „aufgeladen“ sind (s.u.), frei angeordnet werden. Beim Auflegen wird ein Stein sofort erkannt und mittels Projektion aufgehellt. Sobald der projizierte Zeiger den Markerstein kreuzt wird der dem Stein zugeordnete Sound getriggert. Mehr als 30 aufgelegte Scheiben sind problemlos verarbeitbar und die Variabilität der dadurch entstehenden rhythmischen Muster entsprechend groß.

¹ <http://www.future-retro.com/products.html#!/Orb-Sequencer/p/50664763/category=0>

² <http://loopseque.com/>

Die Markersteine selbst haben keine fest zugeordneten Sounds, sondern werden von den UserInnen bei fünf um den Tisch im Raum verteilten *Ladestationen* aufgeladen.

- An drei Ladestationen können Percussion-Sounds aus drei Sets (Orchester, Rock, Ethno) ausgewählt und auf die Steine aufgeladen werden (vgl. Abbildung 1(c))
- Eine Station bietet den BenutzerInnen die Option, selbst über ein Mikrofon ein kurzes Sample einzusingen oder zu sprechen (vgl. Abbildung 1(d))
- Eine Station lässt die Bearbeitung eines bereits aufgenommenen Sounds mit einem Effekt (Hall, Phaser, Delay, Pitch-Shift) zu.

Der Vorgang des Aufladens geschieht über das Auflegen eines Steins auf die Station. Über einen Kopfhörer kann man die vorhandenen Sounds an den Stationen vorab anhören und via Knopfdruck auf den Stein übertragen. Sobald ein Stein aufgeladen ist, kann er am Radar-Tisch aufgelegt werden und ist somit sofort im Klangmuster integriert.

3 Technischer Hintergrund

3.1 Systemstruktur

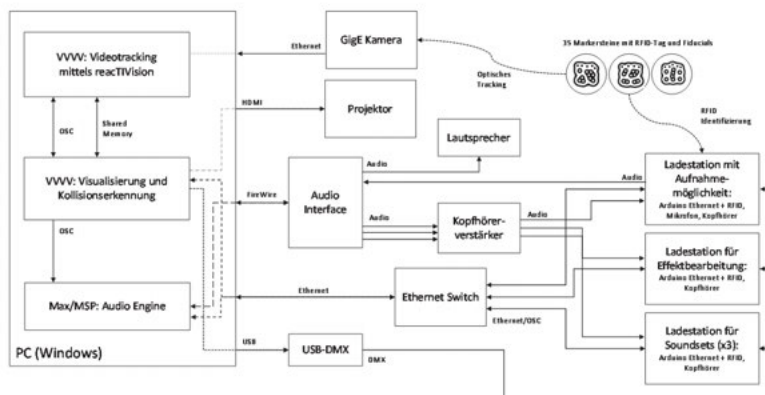


Abbildung 2: Blockschaltbild der Komponenten des Rhythmus-Radars

Die Realisierung der Installation erforderte aufgrund der verteilten Komponenten, sowie der Anforderung einer gleichzeitigen Anwendung durch mehrere Personen, den Einsatz und die Synchronisierung einer Reihe von Hard- und Softwaremodulen. Abbildung 2 zeigt ein Blockschaltbild der Struktur, wobei im Folgenden die einzelnen Teilstücke separat betrachtet werden. Die Hauptaufgabe übernimmt ein PC mit einer Reihe von eigens programmierten Softwarekomponenten. Vernetzt ist dieser via Ethernet mit mehreren Mikrocontrollern und einer Kamera. Die Ausgabe erfolgt über verschiedene Interfaces (HDMI, Audio, DMX).

3.2 Markersteine

Die Markersteine sind als Repräsentanten der Sounds das Kernstück der Installation. Sie sind mobil und werden an den Ladestationen und am Radartisch eingesetzt. Am Tisch ist ihre Position ausschlaggebend für ihre Rolle im entstehenden rhythmischen Muster. Für die Erkennung der Position und der ID des Steines kommt ein markerbasiertes Videotracking zum Einsatz (vgl. 3.3.1), wobei ein eindeutiges optisches Muster am Stein diesen kennzeichnet. Um auch auf den Ladestationen eindeutig erkennbar zu sein, ist im Stein ein RFID³-Chip eingearbeitet (vgl. 3.5). Im System sind RFID und optisches Muster in einer Lookup-Tabelle eindeutig zugeordnet, um beide Identifizierungsmethoden zu synchronisieren.

3.3 Video-Engine

Die Video-Engine deckt die Aufgaben rund um die optischen Komponenten des Radar-Tisches ab: Das Tracking der Steine am Tisch, die Visualisierung des Radar-Zeigers sowie die Kollisionserkennung des Zeigers mit den Steinen. Beide Komponenten werden durch zwei separate Instanzen der Programmiersoftware VVVV⁴ abgedeckt, die aus Performancegründen in unterschiedlichen Threads laufen. Die Kommunikation zwischen den beiden Instanzen erfolgt via Shared-Memory⁵ und Open Sound Control (OSC).

3.3.1 Videotracking

Das Videotracking basiert auf *reactIVision* (Kaltenbrunner & Bencina 2007), einem OpenSource Framework für markerbasiertes Videotracking mit „Fiducials“ genannten Mustern. Die Markersteine haben alle eindeutig unterscheidbare Fiducials auf ihrer Oberfläche eingraviert. Eine Gigabit-Ethernet Kamera ist senkrecht über dem Tisch angebracht und vollzieht das Tracking im Infrarotbereich. Die Koordinaten der erkannten Steine müssen anschließend noch aufgrund der optischen Verzerrung, verursacht durch Kamerapositionierung und Optik, angepasst werden.

3.3.2 Kollisionserkennung und Visualisierung

In der zweiten Instanz von VVVV erfolgt eine Kollisionserkennung der getrackten Markersteine mit dem Radar-Zeiger. Bei Berührung des Zeigers mit dem Stein wird mittels OSC ein Trigger für den entsprechenden Sound an die Audio-Engine (vgl. 3.4) gesendet. Außerdem erhält der/die AnwenderIn ein visuelles Feedback über die Berührung, indem mittels Projektion vom Stein ausgehend eine kreisrunde Wellenausbreitung simuliert wird. Weiters steuert diese Instanz auch die LED-Beleuchtung der Ladestationen via DMX.

³ RFID – Radio Frequency Identification. Eine Methode zur kontaktlosen Übertragung von Daten,

⁴ <http://vvvv.org>

⁵ Shared-Memory ist ein Konzept, das vorsieht, dass zwei Programme auf denselben RAM-Bereich zugreifen können.

3.4 Audio-Engine

Die Audio-Engine übernimmt die Zuordnung der Sounds zu den Markersteinen, die Sound-Verarbeitung und Playback. Programmiert wurde diese in Max/MSP⁶, wobei alle audiorelevanten Operationen (Aufnahme, Playback, Effekt-Processing und Audio-Routing) in diesem Patch vorgenommen werden. Die Kommunikation mit den Ladestationen (vgl. 3.5) und der Video-Engine erfolgt via OSC. Die Ausgabe erfolgt über ein 10-kanaliges Audiointerface.

3.5 Ladestationen

Die Ladestationen sind User-Schnittstellen zum Aufladen von Sounds auf die Steine (siehe auch Abbildung 1 (c, d)). Basis der Ladestationen sind ein Arduino Ethernet⁷ mit RFID-Shield⁸ zur ID-Erkennung der Markersteine. Ebenfalls angeschlossen sind mehrere Taster, über welche die Aktionen an den Stationen (Aufladen, Aufnahme, Effektbearbeitung) gesteuert werden. Die IDs der Steine und gewählte Aktion werden mittels OSC über Ethernet an die Video- und Audio-Engine kommuniziert, wo die eigentliche Programmlogik ausgeführt wird. Über Kopfhörer lassen sich die gewählten Sounds anhören. Eine LED-Beleuchtung an den Stationen gibt mittels Farbwechsel zusätzlich Feedback über den Erfolg der Handlungen.

4 Das Rhythmus-Radar im Einsatz

4.1 Beobachtungen

Laut Feedback der LotsInnen des Toccarions wird das Rhythmus-Radar nicht nur von Kindern, sondern auch von Erwachsenen sehr gut angenommen. Entscheidend hierbei ist, dass die Interaktion wegen der Reduktion auf wesentliche Elemente sogar von kleinen Kindern sofort verstanden wird. Sie begreifen leicht, dass ein Markerstein einen Sound repräsentiert und dieser durch Platzierung am Tisch akustisch und visuell vom projizierten Zeiger getriggert wird. Jede Aktion (Verschieben, Hinzulegen, Wegnehmen von Steinen) bewirkt auf der Stelle eine akustische Reaktion, sodass sich schnell ein Erfolgserlebnis einstellt.

Neben dem spielerischen Aspekt hat die Installation auch einen pädagogischen Mehrwert. Da sich rhythmische Zusammenhänge wie Regelmäßigkeit oder Halbierung/Verdoppelung von Abständen zwischen den Sounds anschaulich visualisieren lassen, können sich UserInnen diese Grundkenntnisse aneignen. Durch die Verteilung der Installation auf mehrere Ladestationen und den zentralen Tisch können Gruppen mit acht oder mehr Kindern gemeinsam an einer rhythmischen Klangfolge arbeiten. Einige können gleichzeitig an den

⁶ <http://cycling74.com>

⁷ <http://www.arduino.cc/en/pmwiki.php?n=Main/ArduinoBoardEthernet>

⁸ <https://www.sparkfun.com/products/10406>

Ladestationen Sounds aufladen, andere gemeinsam eine Klangfolge am Tisch legen. Als sehr beliebt hat sich die Ladestation mit Mikrofon, bei der eigene Sounds aufgezeichnet werden können, erwiesen. Auf Kinder übt die Möglichkeit, selbst produzierte Geräusche musikalisch-rhythmisch verwerten zu können, eine große Faszination aus.

4.2 Weiterentwicklung

Aktuell werden Erweiterungen für das Rhythmus-Radars geplant. In Zukunft sollen neben simplen perkussiven Sounds auch Phrasen und Loops einzelner Musikstücke als Klangbausteine zur Auswahl stehen. Darüber hinaus existieren noch weitere Ideen zum Thema Polyrythmik, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann. Die Herausforderung bei der Erweiterung des Rhythmus-Radars wird sein, die einfache Bedienbarkeit auch bei komplexerer Funktionalität weiterhin zu gewährleisten, da diese nach Meinung des Autors essentiell für das intuitive Verständnis der Anwendung ist.

5 Fazit

Das Rhythmus-Radar ist eine interaktive, audiovisuelle Installation zum kollaborativen Erforschen rhythmischer Klangfolgen. Scheiben, die sich bei unterschiedlichen Stationen mit Sounds aufladen lassen, können auf einem runden Tisch abgelegt werden. Dort werden sie, analog zu einem alten Radargerät, abgetastet und bei Detektion abgespielt. Das Konzept ist für Kinder leicht verständlich und erfüllt neben der spielerischen Erkundung rhythmischer Klangfolgen auch pädagogische Anforderungen, indem sich rhythmische Zusammenhänge visualisieren und dadurch begreifen lassen. Auf technischer Ebene war die Adaptierung und Vernetzung mehrerer technischer Hard- und Softwarekomponenten notwendig. Die Komplexität bleibt allerdings versteckt, sodass die notwendige Technologie nicht vom Ziel - einen spielerischen Zugang zum Thema Rhythmus zu schaffen - ablenkt.

Literaturverzeichnis

- Arellano, D., & McPherson, A. (2014). Radear: A Tangible Spinning Music Sequencer. *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME) 2014*
- Hankins, T., Merrill, D., & Robert, J. (2002). Circular optical object locator. *Proceedings of the 2002 conference on New interfaces for musical expression* (pp. 1-2). National University of Singapore.
- Kaltenbrunner, M., & Bencina, R. (2007). reacTIVision: a computer-vision framework for table-based tangible interaction. *Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction* (pp. 69-74). ACM.
- Winner, J. & Chusid, I. (2001). Circle machines and Sequencers. *Electronic Musician*, (Online verfügbar: <http://www.emusician.com/artists/1333/circle-machines-and-sequencers/32380> (abgerufen am 23.6.2015))

Kontaktinformation

DI(FH) Matthias Husinsky, FH-St.Pölten, A-3100 St.Pölten; matthias.husinsky@fhstp.ac.at

Cornea Ti – Interaktion zwischen Raum, Klang und Licht

Benjamin Knichel, Klaus Teltenkötter

Fachbereich Gestaltung, Hochschule Mainz

Zusammenfassung

*Cornea Ti*¹ ist eine interaktive audio-visuelle Installation, welche für die Präsentation auf dem Lichtkunst-Festival "Luminale 2014" entwickelt wurde. Der entstandene Raum bildet eine begehbare Installation, sowie gleichzeitig eine Bühne für musikalische Darbietungen. Die Installation reagiert auf die Präsenz von Personen und erzeugt davon abhängige Licht- und Klangstimmungen. In ihrer Rolle als Bühne reagiert sie zudem auf Klang und wird so zu einer interaktiven Musikvisualisierung, die das Wechselspiel zwischen Musikern und deren Umgebung ermöglicht.

1 Einleitung

Die Wechselwirkung zwischen Raum, Klang und Licht ist ein spannendes Feld kreativen Schaffens und war Ausgangspunkt für dieses Hochschulprojekt auf dem Gebiet der Innenarchitektur. Projekte wie die *CAVE* (vgl. Cruz-Neira, C. et al. 1992) und die *Allosphere* (vgl. Amatriain, X. et al. 2008) zeigen die Möglichkeiten von immersiven virtuellen Umgebungen, um Musik multisensorisch erlebbar zu machen. Im Gegensatz dazu wurde mit dieser Installation ein realer Raum entwickelt, der durch Licht und Klang verschiedene Raumstimmungen schafft. Aufgeteilt in kleine Teams, entwickelten die Studierenden unterschiedliche Konzeptideen, von denen dann eine ausgewählt wurde, um von der kompletten Gruppe realisiert zu werden.

Das räumliche Konzept basiert auf drei Frachtcontainern, bei denen einzelne Wände entfernt wurden, um sie zu einem größeren Raum mit einer Abmessung von insgesamt 8,5 x 5 Metern zusammenzufügen. Die Container können für den Transport wieder voneinander getrennt werden, wodurch die Installation trotz ihrer Größe transportabel bleibt. Eine wichtige Rolle bei diesem Projekt spielte die Entscheidung des Teams für eine ambivalente Funktion der Installation: Sie sollte sowohl aktiv erlebt und begangen werden können, als auch eine Bühne

¹ <http://luminale2014.fh-mainz.de/>

für „Visual Music“ bilden, welche der Zuschauer dann passiv erleben kann. Dieser Anspruch erforderte bei allen Entscheidungen die Berücksichtigung der unterschiedlichen Anforderungen für Besucher und Musiker innerhalb der Installation, sowie für das Publikum außerhalb der Installation.

2 Aufbau der Installation

Das gestalterische Konzept der Installation basiert auf Anagrammen und Schnittebenen: Die negativen Formen von Buchstaben gehen ineinander über und bilden so einen Raum, aus dem man je nach Blickwinkel und Beleuchtung Anagramme des Namens "Cornea Ti" herauslesen kann. Nur von außen kann man alle Buchstaben sehen und es bleibt dem Besucher überlassen, die einzelnen Buchstaben zu sinnvollen Wörtern wie „creation“ oder „reaction“ zu kombinieren. Die 32 Schnittebenen bilden durch die Subtraktion der Buchstabenformen eine Art höhlenartigen Raum (vgl. Abbildung 1).



*Abbildung 1: Beispiel Morphing und Innenansicht
Foto: Martina Pipprich*

Für das Innere der Installation galten folgende praktische Grundsätze: Der Innenausbau musste robust genug sein um eine hohe Anzahl von Besuchern zu überdauern und gleichzeitig eine mögliche Gefährdung der Besucher durch Sturz oder Anstoßen minimieren. Dies wurde in erster Linie durch eine umfassende Polsterung aller Schnittebenen erreicht. Um für das Publikum einen guten Einblick von außen zu gewährleisten, wurde eine Wand an der Stirnseite des Raums komplett entfernt und die Lamellen so angepasst, dass es aus Zuschauerperspektive möglichst wenig Verdeckungen gibt.

3 Interaktion

Durch die Doppelrolle der Installation war es notwendig, zwei unterschiedliche Varianten von interaktivem Verhalten zu implementieren, eine für den normalen Besucherbetrieb und eine zweite für die abendlichen Konzerte. Zur Erfassung von Besuchern und Musikern wurden 50 Lichtschranken installiert, welche eine Lokalisierung von Besuchern und Bewegungen ermöglichen. Eine Software interpretiert diese Informationen und übersetzt sie in Signale zur Steuerung von Licht und Klang. 1600 steuerbare RGB-LEDs und 8 verteilte Lautsprecher ermöglichen eine flexible und vielschichtige audiovisuelle Inszenierung.

3.1 Begehbare Installation



*Abbildung 2: Begehbare Installation
Foto: Martina Pipprich*

Der Modus als erlebbare Installation reagiert auf Bewegungen und Präsenz von Personen: Die steuerbaren LEDs machen die transformierten Buchstaben erlebbar, indem die LEDs Schicht für Schicht mit ihrem Licht dem Besucher folgen und die einzelnen Buchstaben visuell freilegen. Das Licht reagiert auf die Anzahl der Besucher und deren Geschwindigkeit im Raum, ihre Begegnungen untereinander und ihren Aufenthalt. So wurde beispielsweise die Lichtfarbe durch die Anzahl der Personen bestimmt: Auf einer Skala zwischen zwei Farbwerten wurde analog zur Besucherzahl eine Farbe für die Grundbeleuchtung ausgewählt.

Zur Steuerung des Klangs wurde mittels Pure Data ein Softwareprogramm entwickelt, das in der Lage ist, reaktiv flexible Klangsteuerungsmuster zu erzeugen. Ausgangsklänge waren

dabei vorher aufgenommene bzw. synthetisch generierte Samples auf Basis der Buchstaben von „CORNEA TI“, die beim Betreten der Installation in Echtzeit transformiert und akustisch in den Raum projiziert werden. So morphen sich Buchstaben akustisch und visuell ineinander und werden durch digitales LED-Licht und digitale Klänge erlebbar gemacht. Die Interaktion zwischen Besucher und Raum sowie von Besuchern untereinander ermöglichen ein immersives Klang- und Raumerlebnis. Doch erst aus der Perspektive des Publikums heraus erfährt der Besucher die Installation in seiner Ganzheit: die Transformation von Licht und Form durch Musik. Das Spiel mit der Rolle des Besuchers, der vom Betrachter zum Darsteller auf einer Bühne wird, ist gewollt und beeinflusst dessen Verhalten und Wahrnehmung.

3.2 Interaktive Bühne



*Abbildung 3: Installation als interaktive Bühne
Foto: Martina Pipprich*

Die Installation wurde für einen Zeitraum von einer Woche auf der „Luminale“ in Frankfurt am Main ausgestellt. Während dieser Zeit fanden täglich Konzerte des Ensemble Modern Frankfurt und der Internationale Ensemble Modern Akademie Frankfurt statt, bei denen die Besucher die Installation in ihrer zweiten Funktion als Bühne für visuelle Musik erleben konnten. Während dieser Konzerte erfasste die Installation nicht nur die Positionen der Musiker, sondern reagierte auch auf die erzeugten Klänge. Die Musiker konnten das Licht durch ihr Spiel direkt beeinflussen und so mit dem Raum interagieren.

4 Ergebnisse

Der Spagat zwischen den beiden Rollen der Installation war eine Herausforderung, da man nicht auf ein einziges Ziel hin optimieren konnte, sondern teils zu Kompromissen gezwungen war. Die enge Zusammenarbeit zwischen Gestaltern, Musikern und Programmierern hatte in diesem Zusammenhang einen großen Einfluss auf die Qualität des Ergebnisses. So war es möglich, potentielle Schwächen zu einem frühen Zeitpunkt zu erkennen und diese zu verbessern.

Während der Ausstellung konnte eine hohe Zahl an Besuchern beobachtet werden, während diese die Installation erkundeten. Auffällig war die Irritation vieler Besucher, wenn diese entdeckten, dass sie von der anderen Seite der Installation durch andere Besucher beobachtet wurden. Nicht jedem gefiel diese Situation, doch gerade der Wechsel der Perspektive beim anschließenden Betrachten der Installation von außen stellte für viele einen besonderen Reiz dar.

Bei den abendlichen Aufführungen wurden auch Improvisationen aufgeführt, welche besonders interessant waren im Bezug auf das Zusammenspiel zwischen Installation und Musikern. Diese Aufführungen stellten für alle Beteiligten ein Experiment dar. Es war unklar, wie Musiker und Installation auf einander reagieren würden. In engen Grenzen war es zwar möglich, in Echtzeit einige Parameter und Schwellenwerte für die Interaktion anzupassen, doch ansonsten lief das System automatisiert und lieferte insgesamt überraschende und positive Ergebnisse. Die meisten Musiker ließen sich auf die Situation ein und so entstand ein Dialog zwischen Interpreten und Installation.

Literaturverzeichnis

- Amatriain, X. et al. (2008): Experiencing Audio and Music in a Fully Immersive Environment. In: Kronland-Martinet, R., Ystad, S. & Jensen, K. (Hrsg.): *Computer Music Modeling and Retrieval. Sense of Sounds*. Berlin: Springer-Verlag. [S. 380-400].
- Cruz-Neira, C. et al. (1992): The CAVE: audio visual experience automatic virtual environment. In: *Commun. ACM* 35, 6. New York: ACM [S. 64-72]

Danksagung

Diese Installation wäre nicht möglich gewesen ohne die Hilfe eines sehr großen Teams, besonderer Dank gilt daher allen Beteiligten für deren unermüdlichen Einsatz. Studenten des Bachelor-Studiengangs Innenarchitektur der Hochschule Mainz: Tamara Dietrich, Francois Flammang, Mona Heßler, Kamila Kamilova, Matthias Käsler, Carina Kilian, Vera Krulitsch, Eva Lohrmann, Massumeh Riaz, Sonja Rakhlenko, Marietta Scheider, Sophie Seidler, Johannes Hauke. Studenten der Hochschule für Musik und Darstellende Kunst Frankfurt, der Kompositionsklasse Prof. Orm Finnendahl: Andrés Fernandes Rodríguez, Isabel Gonzales, Huynbae Lee. Mathias Ewald für die Bauleitung. Laura Enders für Klangregie. Wir danken dem Ensemble Modern und der Internationale Ensemble Modern Akademie für deren großartige Beteiligung bei den abendlichen Konzerten.

Darüber hinaus danken wir unseren Sponsoren Strack Logistik e.K., Zumtobel Lighting GmbH, Rheinland Pfalz Ausstellung, Serge Ferrari AG, polycasa, SCHMIDHUBER und para3D, ohne deren Unterstützung dieses Projekt nicht möglich gewesen wäre.

Kontaktinformationen

Benjamin Knichel, Hochschule Mainz, Holzstraße 36, 55116 Mainz
benjamin.kniche1@hs-mainz.de

Klaus Teltenkötter, Hochschule Mainz, Holzstraße 36, 55116 Mainz
klaus.teltenkoetter@hs-mainz.de

Press Play²? Praxisorientierte und wissenschaftliche Sicht auf Gamification

Press Play² - Gamification in Wissenschaft und Praxis

Ralf Schmidt¹, Jörg Niesenhaus², Sandra Schering³

Entertainment Computing, Universität Duisburg-Essen¹

Centigrade GmbH²

itemis AG³

1 Hintergrund und Themenfeld

Der Begriff *Gamification* ist ein viel zitierter und stark diskutierter Begriff, unter dem im Allgemeinen der Einsatz von Spielelementen in spielfremden Kontexten (Deterding et al., 2011, S. 10) verstanden wird. Gamification bildet damit einen Gegensatz zu eher geschlossenen Anwendungsformen des Spiels, wie dem „Game-Based Learning“ (Prensky, 2007) oder den „Serious Games“ (Michael & Chen, 2005). Durch die Integration von Spielmechaniken werden sich eine höhere Flexibilität und höhere Akzeptanzraten, besonders in Produktivkontexten, erhofft. Zielsetzungen sind im Allgemeinen ein verbessertes Nutzererlebnis sowie die Steigerung von Motivation und Engagement gegenüber Produkten oder Prozessen (z. B. Herger, 2014). Der Zusammenhang aus diesen Nutzenversprechen, die weite Verbreitung smarter Technologien und die postulierte zunehmende Akzeptanz gegenüber Spielen durch nachwachsende Generationen (Prensky, 2007) begründen ein stark wachsendes Interesse an der Thematik in Wissenschaft und Unternehmen.

Der letztjährige Gamification-Workshop (Schering et al., 2014) hatte, anknüpfend an vorherige Beiträge auf der Mensch & Computer Konferenzserie, eine breite Exploration des Themenfeldes Gamification zum Ziel. Durch Vorträge und in praktischer Zusammenarbeit mit den Teilnehmern aus Wissenschaft und Wirtschaft wurde das bislang weitestgehend amerikanisch geprägte Thema im Hinblick auf europäische Wirtschafts- und Kulturstandards diskutiert. Übergreifende Zielsetzung war es, die wesentlichen Chancen und Herausforderungen für die Umsetzung von Gamification-Projekten zu bestimmen. Mit *Anwendungsgebieten*, *Best Practices*, *Langzeitaspekten*, *Design*, *Motivation* und *Kritik* wurden insgesamt sechs Themencluster während des Workshops herausgearbeitet, die für die Teilnehmer und das Themenfeld an sich relevant sind und die im diesjährigen Workshop detaillierter beleuchtet werden:

Anwendungsgebiete

Durch den recht flexiblen Ansatz von Gamification und dem zumeist übergeordneten Ziel der Motivationsförderung existiert mittlerweile eine große Vielfalt möglicher Anwendungsdomänen und Beispiele. Dabei ist, analog zu dem Forschungsbereich der Serious Games, ein Fokus auf Lernanwendungen auszumachen (Hamari et al. 2014). Fragestellungen des Workshops in diesem Bereich sind die Erarbeitung einer möglichen Typologie der Anwendungsgebiete für Gamification in Organisationen.

Best Practices

Eine Vielzahl von Fallstudien aus Wissenschaft und Praxis sowie Präsentationen des letztjährigen *Press Play* Workshops beschreibt die Wirkung von Spielelementen in spezifischen Kontexten und mit spezifischen Zielgruppen (z. B. Mekler et al., 2013; Thom et al., 2012). Neben dem zunehmenden Erkenntnisgewinn aus der Diskussion um Einzelbeispiele wird die Forderung nach soliden empirischen Erkenntnissen um die Wirkung von Spielmechaniken aufgestellt (Deterding, 2014). Der Workshop bietet Raum zum Austausch eigener Erfahrungswerte sowie zur Diskussion über Anforderungen und Herausforderungen künftiger Evaluationen und Aufwand-Nutzen-Rechnungen aus Praxis und Wissenschaft.

Langzeitaspekte

Digitale Spielerlebnisse sind ebenso wie andere Erlebnisformen Abnutzungseffekten unterlegen. So untersuchte ein Workshop der Mensch und Computer 2013 die temporalen Aspekte des Nutzererlebens¹ in der Interaktion mit technischen Systemen. Im Bereich digitaler Spiele benennt Koster (2005) beispielsweise Mastery, also das Beherrschen eines Spiel durch Erlernen seiner unterlegenen Muster und Mechaniken, als Grund. In der Flow-Theorie wird ein notwendiger optimaler Anforderungsgrad postuliert, um Spieler langfristig zu begeistern (Csikszentmihalyi, 2008). Im Workshop wird thematisiert, welche Rolle diese und weitere Gründe im Kontext von Gamification–Anwendungen spielen und wie diese hinsichtlich der Designziele zu bewerten sind.

Design

Bereits im ersten Workshop bildeten Themen zum Designprozess und Vorgehensmodell einen Schwerpunkt der Diskussionen (Herrmann & Schmidt, 2014; Schering, 2014). Diese werden daher erneut aufgegriffen. Relevante Fragen behandeln die Erhebung, den Kreativ- und Produktionsprozesses, die Teamzusammensetzung sowie Integration von motivationalen und didaktischen Zielen in ein Gamification-Projekt. Zudem sollen mit der Frage nach Vereinbarkeit von Businesszielen und Nutzerzielen wirtschaftliche Fragestellungen stärker in den Fokus rücken.

¹ <http://www.uselab.tu-berlin.de/muc2013/muc2013-ws.html#audience>

Motivation

Insbesondere der Aspekt der Motivation wird im Zusammenhang mit Gamification stark diskutiert, nicht zuletzt, weil dadurch eine Beurteilung der tatsächlichen Effektivität ermöglicht wird. Fragen wie: „Wie muss eine Gamification-Anwendung gestaltet werden, um Kurz- oder Langzeitmotivation erreichen zu können?“ oder „Welche Auswirkungen haben extrinsische oder intrinsische Motivationselemente auf den Nutzer?“ sind nur einige, denen auf den Grund gegangen werden soll.

Kritik

Aufgrund ihrer häufig verhaltensbeeinflussenden Zielsetzungen und extrinsischen Anreizsystemen werden Gamification-Vorhaben häufig kritisiert. So stellt Bogost (2011) die Vorstellung, durch Anreize eine Produktbindung zu erreichen, in Frage. Schell (2011) kontrastiert in seinem Tech Talk zusätzlich den Freizeitbereich mit Produktivkontexten. Im Workshop sollen diese und andere Kritikpunkte offen diskutiert und moralisch wie auch kulturell eingeordnet werden.

2 Beiträge

Die zuvor aufgeführten sechs Themencluster sollen im diesjährigen Workshop aufgegriffen und diskutiert werden. Um Anstöße und Impulse für entsprechende Diskussionen zu bieten, werden im Rahmen des Workshops verschiedene Vorträge gehalten. Einerseits dienen verschiedene Impulsvorträge und Posterpräsentationen, die nicht im Tagungsband enthalten sind, der Anregung weiterer Diskussionen rund um die Themencluster, ebenso wie dadurch ein Überblick über aktuelle Arbeiten geliefert werden soll. Unserem Aufruf zur Einreichung von Beiträgen zum Tagungsband sind mehrere Forscher und Praxisvertreter gefolgt, wovon zwei Beiträge zur Präsentation und Veröffentlichung ausgewählt wurden, die im Workshop detailliert vorgestellt werden:

Romina Kettner, Katja Herrmann und Werner Gaulke weisen in ihrem Beitrag auf das vorherrschende Problem eines fehlenden Messinstruments zur Effektivitätsmessung von Gamification-Anwendungen hin. Sie stellen daher den entwickelten „Internal Gamification Questionnaire (IGQ)“ als ein eben solches Messinstrument vor und beschreiben dessen Evaluierung. Der Fragebogen zielt vor allem auf eine Wirksamkeitsbeurteilung sowie Vergleichbarkeit von in Unternehmen eingesetzten Gamification-Anwendungen ab.

Sebastian Korbas thematisiert in seinem Beitrag die Problematik, dass in nutzerzentrierten Designprozessen von Gamification-Anwendungen oftmals wenig darüber bekannt ist, wodurch die adressierten Nutzer motiviert werden können. Er stellt daher einen Fragebogen als Messinstrument vor, mittels dessen motivationale Nutzertypen im Kontext gamifizierter Systeme erhoben und somit die Eigenschaften der angestrebten Zielgruppe genauer charakterisiert werden können.

Neben den verschiedenen Vorträgen und Posterpräsentationen werden die Teilnehmer in interaktiven Sessions viel Raum für Diskussionen sowie Anwendung der Inhalte aus den einzelnen Beiträgen haben. Wir erwarten dadurch einen spannenden Mix aus Theorie und Praxis, um vielfältige Ideen zur Beantwortung der Fragestellungen rund um die identifizierten Themencluster zu sammeln.

Unser besonderer Dank gilt den beitragenden Autoren und den Organisatoren der Mensch & Computer 2015 für die gute Unterstützung bei den Vorbereitungen und der Durchführung des Workshops.

Kontaktinformationen

Ralf Schmidt, *Universität Duisburg-Essen*, Forsthausweg 2, 47057 Duisburg, ralf.schmidt@uni-due.de

Jörg Niesenhaus, *Centigrade GmbH*, Kreuzstraße 1-3, 45468 Mülheim an der Ruhr, joerg.niesenhaus@centigrade.de

Sandra Schering, *itemis AG*, Am Brambusch 15, 44536 Lünen, sandra.schering@itemis

Programmkomitee

Simon Eitering, itemis AG; Marc Herrlich, Universität Bremen; Katja Hermann, Universität Duisburg-Essen; Markus Krause, Universität Hannover; Stefanie Waschk, Engage NRW

Literaturverzeichnis

- Bogost, I. (2011). Notes on Loyalty. Gamification and Operational Closure. Online verfügbar unter http://www.bogost.com/blog/notes_on_loyalty.shtml, zuletzt geprüft am 01.08.2012.
- Csikszentmihalyi, M. (2008). *Flow. Das Geheimnis des Glücks*. 14. Aufl. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Michael, D., Chen, S. (2006): Serious games. Games that educate, train, and inform. Boston, MA: Thompson Course Technology.
- Deterding, S. (2014). Gamification Absolved? Gamification Research Network. Online verfügbar unter <http://gamification-research.org/2014/08/gamification-absolved-2/>, zuletzt geprüft am 06.01.2014.
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does Gamification Work? A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. In: *Proceedings of 47th Hawaii International Conference on System Sciences*.
- Herger, M. (2014). Enterprise Gamification: Engaging people by letting them have fun. CreateSpace Independent Publishing Platform
- Herrmann, K., & Schmidt, R. (2014). Ein Vorgehensmodell zur Entwicklung von Gameful Design für Unternehmen. In: Andreas v. Butz, Michael Koch und Johann Schlichter (Hg.): *Mensch & Computer 2014 – Workshopband 14. Fachübergreifende Konferenz für Interaktive und Kooperative Medien*. München. Berlin: De Gruyter, S. 369–378.
- Koster, R. (2005). *A theory of fun for game design*. 1. Aufl. Scottsdale, Ariz: Paraglyph Press.

- Mekler, E. D., Brühlmann, F., Opwis, K., & Tuch, A. N. (2013). Do points, levels and leaderboards harm intrinsic motivation? In: Lennart E. Nacke, Kevin Harrigan und Neil Randall (Hg.): *Gamification '13. Proceedings of the First International Conference on Gameful Design, Research, and Applications*. Gamification '13. Toronto, Ontario, Canada, 04.10.2013: ACM, S. 66–73.
- Prensky, M. (2007). *Digital game based learning*. St. Paul, Minn. [u.a.]: Paragon House.
- Schell, J. (2011). The Pleasure Revolution. Google Tech Talk, 29.11.2011. Online verfügbar unter <http://www.youtube.com/watch?v=4PkUgCiHuH8>, zuletzt geprüft am 14.09.2013.
- Schering, S. (2014). Ein Design Space für interne Gamification-Anwendungen. In: Andreas v. Butz, Michael Koch und Johann Schlichter (Hg.): *Mensch & Computer 2014 – Workshopband. 14. Fachübergreifende Konferenz für Interaktive und Kooperative Medien*. München. Berlin: De Gruyter, S. 361–368.
- Schering, S., Niesenhaus, J., Schmidt, R. (2014). Tagungsband des Gamification-Workshops „Press Play? Praxisorientierte und wissenschaftliche Sicht auf Gamification. In: Andreas v. Butz, Michael Koch und Johann Schlichter (Hg.): *Mensch & Computer 2014 – Workshopband. 14. Fachübergreifende Konferenz für Interaktive und Kooperative Medien*. München. Berlin: De Gruyter, S. 355–360.
- Thom, J., Millen, D., DiMicco, J. (2012). Removing gamification from an enterprise SNS. In: Steven Poltrock, Carla Simone, Jonathan Grudin, Gloria Mark und John Riedl (Hg.): *Proceedings of the ACM 2012 conference on Computer Supported Cooperative Work*. Seattle, Washington, USA: ACM, S. 1067.

Der IGQ - Ein Messinstrument für die Wirksamkeit von Gamification

Romina Kettner, Katja Herrmann, Werner Gaulke

Universität Duisburg-Essen

Zusammenfassung

Leistungs- und Effektivitätssteigerung, stärkere Unternehmensbindung sowie erhöhte MitarbeiterInnenzufriedenheit zählen zu den wesentlichen Motivatoren für den Einsatz von spielerisch angereicherten Prozessen in Unternehmen. Die anhaltende Diskussion über die Wirksamkeit solcher Gamification-Anwendungen kann unter anderem auf das Fehlen geeigneter Messinstrumente insbesondere für die „weichen“ Faktoren zurückgeführt werden. Um diese Lücke zu schließen und eine Basis für die empirisch fundierte Wirksamkeitsbeurteilung und Vergleichbarkeit von internalen Gamification-Anwendungen zu schaffen, wurde der Internal Gamification Questionnaire (IGQ) entwickelt. Konstruktionsprozess und Validierung des aus neun Subskalen bestehenden Fragebogens werden in diesem Beitrag vorgestellt.

1 Einleitung

Eine höhere Unternehmensbindung in Form von Loyalität, gesteigerte Effektivität und Zufriedenheit gehören zu den angestrebten Zielen von Gamification im Unternehmenseinsatz (Rauch 2013; Hamari 2013). Dabei kann Gamification sowohl an die KundenInnen als auch die MitarbeiterInnen eines Unternehmens gerichtet sein. Erstere werden z.B. in Form von Marketingaktionen angesprochen während letztere durch interne Prozesse und Anwendungen erreichbar sind.

Beide Fälle eint, dass bisher keine ausreichend evaluierten Messinstrumente zur Wirksamkeitskontrolle eingesetzter Gamification-Elemente existieren (Hamari 2013; Cechanowicz et al. 2013). Diesen Umstand bezeichnet Maan (2013) als „Lack of `Win States` or `Success Metrics`“, wonach das gewünschte Verhalten und die Erfolgsmaße, welche über die Güte einer Gamification-Anwendung entscheiden, nicht klar definiert sind. Um eine qualifizierte Aussage darüber treffen zu können, ob sich z.B. die Motivation durch die Verwendung von Gamification erhöht, sind objektive und transparente Messinstrumente nötig. Der vorgestellte Fragebogen ist speziell auf die Evaluation von Anwendungen im Sinne der

sogenannten internalen Gamification (Werbach & Hunter 2012), die Optimierung interner Geschäftsprozesse, zugeschnitten, wodurch eine innerbetriebliche Nutzung in Unternehmen vorgesehen ist. In diesem Beitrag wird ein solches Messinstrument in Form des *Internal Gamification Questionnaire (IGQ)* vorgestellt.

1.1 Stand der existierenden Messinstrumente

Nach bisherigen Erkenntnissen ist sich die Wissenschaft nicht einig, inwiefern Gamification-Anwendungen einen effektiven Nutzen bringen (Iosup & Epema 2014). Die positiven Effekte, die Gamification-Anwendungen häufig nachgesagt werden, sind gemäß Hamari (2013) empirisch oftmals nur unzureichend untersucht. Während einige empirische Arbeiten den positiven Einfluss von Gamification-Anwendungen auf motivationale Affordances nachgewiesen haben wollen, berichten andere, dass die Lang-Zeit-Effektivität ausbliebe (Farzan et al. 2008a; Farzan et al. 2008b; Hamari 2013). Als ein Grund für diese heterogenen Forschungsergebnisse kann das Fehlen geeigneter Messinstrumente angesehen werden (Hamari et al. 2014; Cechanowicz et al. 2013). Betrachtet man die Evaluationsmöglichkeiten für die Wirkungskomponenten von Gamification, so fällt das Defizit an geeigneten Instrumenten auf (Mitgutsch & Alvarado 2012; Cechanowicz et al. 2013). Denn nicht nur der messbare Nutzen von Gamification ist kaum erforscht, sondern ebenfalls die Auswirkungen auf einzelne Facetten wie beispielsweise Gameful-Experience (Nacke et al. 2010), User-Experience (Ullrich & Diefenbach 2010) oder auch das Flow-Erleben, gemäß Csikszentmihalyi (1991), in Spielsituationen (Nacke et al. 2009). Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass derzeit keine zweckdienlichen Messinstrumente bekannt sind, welche eine geeignete Evaluationsmöglichkeit für internale Gamification darstellen. Der im Folgenden vorgestellte Fragebogen ermöglicht nicht nur die Vergleichbarkeit von Gamification-Anwendungen (Hamari et al. 2014), sondern bietet ein Instrument um deren Wirksamkeit zu messen.

2 Konstruktion des IGQ

Grundlegend für die Beurteilung der Wirksamkeit von Gamification-Anwendungen ist die Ermittlung geeigneter messbarer Faktoren. Einer davon ist die User-Experience, deren Analyse laut Cechanowicz et al. (2013) Implikationen für Gamification-Designansätze beinhaltet. Jung et al. (2010) führen ergänzend zahlreiche Beispiele für Studien an, die sich mit Gameful-Experience und der erlebten Zufriedenheit von Nutzenden in diesem Zusammenhang beschäftigen, sodass die Kategorie *Erlebnis* den Einfluss von Gamification abbildet. Im Unternehmenskontext, spielt die soziale Interaktion häufig in Form von kollaborativen Gruppensettings eine wichtige Rolle und dient in vielen Studien als Wirksamkeitsfaktor (Jung et al. 2010). Darüber hinaus ist das Verhältnis zwischen den Unternehmensangehörigen und ihrer Organisation ein wesentlicher Punkt, da der Unternehmenserfolg auch von der Loyalität, dem Commitment und der Identifikation seitens der MitarbeiterInnen mit dem Unternehmen abhängt (Borzaga & Tortia 2006; Van Knippenberg & Sleebos 2006). In unmittelbarem Zusammenhang mit diesen Merkmalen steht

ebenso die Compliance, welche durch sogenannte *Ethic Programs* Einzug in die vornehmlich US-amerikanische Arbeitswelt erhielt (Weaver & Trevino 1999) und die Triade der bindungsrelevanten Faktoren vollendet. Anknüpfend an diese Betrachtungen erarbeitete Schering (2015) u.a. die Kategorien *Verhalten*, *Bindung* und *Erleben*, welche einschließlich ihrer Wirkungsfaktoren im Rahmen der Fragebogenentwicklung zu betrachten sind und insgesamt neun separate Subskalen ergeben.

Kategorien	Faktoren/Subskalen
Verhalten	Soziale Interaktion
Bindung	Loyalität, Commitment, Compliance
Erleben	Flow, Zufriedenheit, Engagement, User Experience, Gameful Experience

Tabelle 1 - Faktoren des IGQ mit den jeweiligen Subskalen.

Die Itemkonstruktion erfolgte für jede dieser Subskalen mittels der deduktiven und der induktiven Strategie. Demnach wurden theoretisch fundierte Verhaltensindikatoren in Form von Aussagen formuliert und die daraus resultierenden Items durch die inferenzstatistische Methode der exploratorischen Faktorenanalyse überprüft. Infolge der Recherche und Sichtung des theoretischen Fundaments und der Identifikation von Kernelementen, welche die einzelnen Konstrukte dezidiert beschreiben, entstand ein initialer Itempool von 101 Aussagen. Aus diesem wurde nach einer abschließenden inhaltlichen Analyse, die sich auf die Kongruenz zwischen Item und zu messendem Konstrukt (Bühner 2011) fokussierte, die 85 geeignetsten Items für die Überprüfung im Rahmen des *Pretests* ausgewählt. Anhand von 25 qualitativen Interviews (17 männlich, 8 weiblich; $M=32$ Jahre) nach der Methode der explorativen Befragung wurden mögliche Schwächen der Itemkonstruktion und der Verständlichkeit des Inhalts identifiziert (Raab-Steiner & Benesch 2010). Das Sprachverständnis der Probanden wurde erfasst um ungeeignete Probanden auszufiltern. Für 56 Items ergab sich Modifizierungsbedarf, 26 Items wurden direkt in die Zweitfassung übernommen und drei Items erwiesen sich als ungeeignet weshalb sie eliminiert wurden.

3 Evaluation des IGQ

Zur Überprüfung des Messinstruments erfolgte eine empirische Evaluation. Demnach sollte die Korrelation des Vergleichsinstruments, bestehend aus vorhandenen konstrukterfassenden Fragebögen, mit den konstruierten Subskalen des IGQ berechnet werden, um Aussagen über die Qualität des Letzteren hinsichtlich der konvergenten und divergenten Validität zu treffen. Gegenstand der Hauptstudie war die 82 Items umfassende Zweitfassung des IGQ. Bevor diese in Form einer Online-Befragung beantwortet werden sollten, wählten die 91 Befragten (31 männlich, 60 weiblich; $M=25.5$ Jahre) eine von acht Gamification-Anwendungen aus, die sie in einem definierten Zeitraum nutzten. Die Zuteilung zu einem der beiden Fragebögen wurde randomisiert, wonach sich 46 Testpersonen in der Kontrollgruppe und 45 in der Experimentalgruppe wiederfanden.

3.1 Ergebnisse

Die Evaluation in der Hauptstudie diente der Überprüfung der internen Validität, welche für alle neun Subskalen durch eine Hauptkomponentenanalyse mit anschließender Rotation (Promax) sichergestellt werden konnte. Zudem stellte die Itemanalyse einen wesentlichen Bestandteil der methodischen Überlegungen dar. So wurde die Itemtrennschärfe mit der Produkt-Moment-Korrelation ermittelt und alle Items mit einem Trennschärfekoeffizienten von unter .40 entfernt. Darüber hinaus wurde die Itemschwierigkeit bestimmt, wodurch sich ein durchschnittlicher Schwierigkeitsindex von 58,97 berichten lässt. In diesem Zusammenhang verhalf die Schätzung der internen Konsistenz durch die Berechnung des Reliabilitätskoeffizienten Cronbachs Alpha zu der Ermittlung der finalen Items des IGQ. Schließlich ließ sich die externe Validität mittels einer Korrelationsanalyse hinsichtlich der konstruierten Items des IGQ und existierenden Items der Vergleichsinstrumente verifizieren. Was die externe Validität anging, konnte ansatzweise für die Subskalen *Compliance* und *Commitment* die divergente Validität nachgewiesen werden. So korrelierte Erstere schwach negativ ($r_s(91) = -.28, p = .064$), wenn auch knapp nicht signifikant, mit der *Organizational Citizenship Behavior Scale* von Moorman und Blakely (1992,1995), welche die Loyalität im Arbeitskontext erhebt. Letztere Subskala wies einen marginal signifikant gewordenen, schwach negativen Zusammenhang ($r_s(91) = -.29, p = .056$) mit dem *Minnesota Satisfaction Questionnaire* (Hirschfeld, 2000) zur Erfassung der arbeitsbezogenen Zufriedenheit auf. Für die Subskala *Flow* konnte die divergente Validität anhand der positiven Korrelation mit der negativ gepolten *Mindful Attention Awareness Scale* (Brown & Ryan, 2003) ($r_s(91) = .32, p < .05$) zur Erfassung der Geistesabwesenheit nachgewiesen werden.

Subskala	Cronbachs α	Schwierigkeitsindex	Vergleichsinstrumente
Soziale Interaktion (9 Items)	.90	35,76	Dimension Scales of Social Interaction (Lechler 2001)
Loyalität (4 Items)	.87	63,63	Organizational Citizenship Behavior Scale (Moorman & Blakely 1992,1995)
Commitment (6 Items)	.83	57,72	Organizational Commitment Questionnaire (Mowday et al. 1982)
Compliance (3 Items)	.69	70,55	
Flow-Erleben (4 Items)	.78	35,83	Flow State Scale-2 (Jackson & Eklund 2002), Mindful Attention Awareness Scale (Brown & Ryan, 2003)
Job-Zufriedenheit (5 Items)	.82	65,76	Rev. Vers. Minnesota Satisfaction Questionnaire (Hirschfeld 2000), Maslach Burnout Inventory – General Survey (Maslach & Leiter 1997)
Engagement (5 Items)	.87	58,96	Utrecht Work Engagement Scale (Schaufeli et al. 2002), Maslach Burnout

			Inventory – General Survey (Maslach & Leiter 1997)
User Experience (6 Items)	.93	53,77	Usability Metric for User Experience (Finstad 2010)
Gameful Experience (7 Items)	.86	64,55	Game Experience Questionnaire (Ijsselsteijn et al. 2013)

Tabelle 2: Übersicht über die Subskalen des Internal Gamification Questionnaire

4 Fazit

Das vorliegende Messinstrument bietet erstmals einen umfassenden Ansatz der Evaluation und Vergleichbarkeit von Gamification-Anwendungen, was in dieser Form bisher nicht möglich war. Einer der Gründe für seine Einzigartigkeit liegt in dem modularen Aufbau des Messinstruments, wodurch es vielseitig und flexibel einsetzbar ist. Diese Qualität erweist sich insbesondere für den Einsatz in der praktischen Anwendung als vorteilhaft (Bauer und Hauptmann 1999). Durch die Berechnung eines spezifischen Summenscores für jede einzelne Subskala, können leicht die Stärken und Schwächen der betrachteten Gamification-Anwendungen abgelesen werden und ebenfalls Unterschiede über spezifische MitarbeiterInnengruppen hinweg identifiziert werden. Der Praxiseinsatz wird durch die Testlänge von nur insgesamt 49 Items für alle Subskalen begünstigt, denn damit beträgt die Durchführungsdauer unter Verwendung aller Subskalen etwa 25 Minuten, wobei die Entwicklung einer Kurzversion in weiterführenden Arbeiten verfolgt werden könnte. Hinsichtlich der Überprüfung der konvergenten und divergenten Validität konnten nur für zwei der neun Subskalen erfolgreiche Ergebnisse erzielt werden, was möglicherweise auf die unzureichende Eignung der Stichprobeauswahl zurückzuführen ist. Diese bestand zu 57% aus Studierenden, die nicht der Hauptzielgruppe des IGQ entsprechen. Im Rahmen einer zukünftigen Validierung des IGQ sollte eine Evaluation im Arbeitsalltag mit bereits länger im Unternehmen genutzten Gamification-Anwendungen erfolgen, um Realbedingungen zu schaffen. Trotz der offenen Forschungspunkte bildet der IGQ aufgrund seiner guten Reliabilität und der zufriedenstellenden internen Validität bereits jetzt einen guten Ansatz für ein umfassendes Messinstrument für Gamification. Während die erste Version des IGQ zunächst in Englisch verfasst wurde um eine bessere Gegenüberstellung mit den ebenfalls englischen Vergleichsinstrumenten zu erlangen, wird die nächste Revision auch in deutscher Sprache erscheinen.

Die in diesem Artikel diskutierte Version 1.0 des IGQ ist auf <http://gamification-evaluation.de> verfügbar.

Literaturverzeichnis

Borzaga C. & Tortia, E. (2006). Worker Motivations, Job Satisfaction, and Loyalty in Public and Nonprofit Social Services. *Nonprofit and voluntary sector quarterly*, 35(2), 225-248.

- Brown, K. W. & Ryan, R. M. (2003). The benefits of being present: Mindfulness and its role in psychological well-being. *Journal of personality and social psychology*, 84(4), 822-848.
- Bühner, M. (2011). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion*. 3. Auflage. München: Pearson.
- Cechanowicz, J., Gutwin, C., Brownell, B., & Goodfellow, L. (2013). Effects of gamification on participation and data quality in a real-world market research domain. In *Proceedings of the First International Conference on Gameful Design, Research, and Applications*. ACM, 58-65.
- Csikszentmihalyi, M. (1991). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. New York: Harper Perennial.
- Farzan, R., DiMicco, J., Millen, D., Brownholtz, B., Geyer, W. & Dugan, C. (2008a). Results form Deploying a Participation Incentive Mechanisms within the Enterprise. In *Proceedings of the twenty-sixth annual sigchi conference of human factors in computing systems*. ACM Press.
- Farzan, R., DiMicco, J., Millen, D., Brownholtz, B., Geyer, W. & Dugan, C. (2008b). When the experimenter is over: Deploying an incentive system to all the users. In *Proceedings of the Symposium on Persuasive Technology. In conjunction with the AISB*.
- Finstad, K. (2010). The Usability Metric for User Experience. *Interaction with Computers*, 22(5), 323-327.
- Hamari, J. (2013). Transforming Homo Economicus into Homo Ludens: A Field Experiment on Gamification in a Utilitarian Peer-to-Peer trading Service. *Electronic Commerce Research and Applications*, 12(4), 236-245.
- Hamari, J., Koivisto, J. & Sarsa, H. (2014). Does Gamification Work?- A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. In *Proceedings of the 47th Hawaii international conference on system sciences*. IEEE, 3025-3034.
- Hirschfeld, R. R. (2000). Does Revising the Intrinsic and Extrinsic Subscales of the Minnesota Satisfaction Questionnaire Short Form Make a Difference? *Educational and Psychological Measurement*, 60(2), 255-270.
- Iosup, A. & Epema, D. (2014). An Experience Report on Using Gamification in Technical Higher Education. In *Proceedings of the 45th ACM technical symposium on science education*. ACM, 27-32.
- Ijsselstein, W. A., Kort, Y. A. W. D. & Poels, K. (2013). The Game Experience Questionnaire: Development of a self-report measure to assess the psychological impact of digital games. Manuscript in Preparation.
- Jackson, S. A. & Eklund, R. C. (2002). Assessing Flow in Physical Activity: The Flow State-2 and Dispositional Flow Scale-2. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 24, 133-150.
- Jung, J. H., Schneider, C., & Valacich, J. (2010). Enhancing the motivational affordance of information systems: The effects of real-time performance feedback and goal setting in group collaboration environments. *Management Science*, 56(4), 724-742.
- Lechler, T. (2001). Social Interaction: A Determinant of Entrepreneurial Team Venture Success. *Small Business Economics*, 16(4), 263-278.
- Maan, J. (2013). Social Business Transformation through Gamification. *International Journal of Managing Information Technology (IJMIT)*, 5(3).
- Maslach, C. & Leiter, M. P. (1997). *The Truth About Burnout*. San Francisco: Jossey-Bass.

- Mitgutsch, K. & Alvaro, N. (2012). Purposeful by Design?: A Serious Game Design Assessment Framework. In *Proceedings of the International Conference on the Foundations of Digital Games*.
- Moorman, R. H. & Blakely, G. L. (1992). A preliminary report on a new measure of organizational citizenship behavior. In *Proceedings of the annual meeting of the southern management association*, 185-187.
- Moorman, R. H. & Blakely, G. L. (1995). Individualism-Collectivism as an Individual Difference Predictor of Organizational Citizenship Behavior. *Journal of organizational behavior*, 16(2), 127-142.
- Mowday, R. T., Porter, L. W. & Steers, R. M. (1982). *Employee-organization Linkages: The Psychology of Commitment, Absenteeism, and Turnover*. New York, USA: Academic Press.
- Nacke, L. E., Stellmach, S., Sasse, D. & Lindley, C.A. (2009). Gameplay experience in a gaze interaction game. In *Proceedings of the 5th Conference on Communication by Gaze Interaction- COGAIN 2009: Gaze Interaction For Those Who Want It Most*, The COGAIN Association, 49-54.
- Nacke, L. E., Drachen, A. & Göbel, S. (2010). Methods for Evaluating Gameplay Experience in Serious Gaming Context. *International Journal of Computer Science in Sport*, 9(2).
- Raab-Steiner, E. & Benesch, M. (2010). *Der Fragebogen: Von der Forschungsfrage zur SPSS/PASW-Auswertung*. Wien: Facultas WUV Universitätsverlag.
- Rauch, M. (2013). Best Practices for Using Enterprise Gamification to Engage Employees and Customers. In Kurosu, M. (Hrsg.): *Human-Computer Interaction. Applications and Services*. Heidelberg: Springer, S. 276-283.
- Schaufeli, W. B., Salanova, M., González-Romá, V. & Bakker, A. B. (2002). The Measurement of Engagement and Burnout: A Two Sample Confirmatory Factor Analytic Approach. *Journal of Happiness Studies*, 3(1), 71-92.
- Schering, S. (2015). Mr. Gami Fication's Safe – An analysis tool for gamification in the business. Zugriff am 7. Mai 2015, unter <http://interactivesystems.info/gamification-tool>.
- Ullrich, D. & Diefenbach, S. (2010). From Magical Experience to Effortlessness: An Exploration of the Components of Intuitive Interaction. In *Proceedings of the 6th nordic conference on human-computer interaction: extending boundaries*. ACM, 801-804.
- Van Knippenberg, D. & Sleafbos, E. (2006). Organizational identification versus organizational commitment: Self-definition, social exchange, and job attitudes. *Journal of Organizational Behavior*, 27(5), 571-584.
- Weaver, G. R. & Treviño, L. K. (1999). Compliance and Values Oriented Ethics Programs. *Business Ethics Quarterly*, 9(2), 315-335.
- Werbach, K. & Hunter, D. (2012). *For the Win. How Game thinking can revolutionize your Business*. Philadelphia, USA; Wharton Digital Press.

Kontaktinformationen

Katja Herrmann
Interactive Systems, Universität Duisburg-Essen
Forsthausweg 2, 47057 Duisburg, Deutschland
katja.herrmann@uni-due.de

Gamification User Types zur Unterstützung der Konzeption in der Softwareentwicklung

Sebastian Korbas

Centigrade GmbH, Niederlassung Mülheim a. d. Ruhr

Zusammenfassung

Dieser Beitrag stellt die Verwendung von Gamification User Types als unterstützendes Element im Rahmen des Designprozesses von Software-Applikationen vor. Anhand der Erhebung und Klassifizierung von fünf verschiedenen Nutzertypen mit spielerischem Hintergrund wurde von der Firma Centigrade GmbH in einem konkreten Anwendungsfall das motivationale Konzept für die User Experience einer Smartphone App gestaltet. Hierzu wurde eine explorative Studie mit 121 Probanden durchgeführt.

1 Einleitung

Im Zuge von nutzerzentrierten Designprozessen kommt es regelmäßig vor, dass der Konzeption in Abhängigkeit von der jeweiligen Projektlage oder den geltenden Rahmenbedingungen nur schwer ein konkreter Nutzer zu Grunde gelegt werden kann. Beispiele hierfür sind etwa Produktentwicklungen für die Forschung, Designstudien oder Projekte, die eine große und weit gestreute Nutzergruppe adressieren. Um an die relevanten Daten zur Skizzierung von Personas und ihren Bedürfnissen sowie Anforderungen zu gelangen, sind empirische Studien von Nöten, die Charaktereigenschaften, Persönlichkeitsmerkmale oder motivationale Beweggründe insbesondere in Bezug auf die Nutzerinteraktion mit dem System offenbaren. Im Bereich der psychologischen Forschungsmethodik steht dazu eine Vielzahl an Instrumenten zur Verfügung. Häufig weisen diese aber eine entweder zu hohe (zu spezifisch auf einen expliziten Anwendungsfall zugeschnittene) oder zu geringe (zu generalisierte Aspekte der Persönlichkeit erfassende) Spezialisierung auf, um in einem technikbezogenen Kontext mit motivationalen Komponenten valide Messergebnisse im Sinne des Designprozesses zu liefern. Im Bereich der Gamification können solche, an der motivationalen Basis des Nutzers erhobenen Daten jedoch entscheidend für die Annahme oder Ablehnung eines Systems sein. Falsch eingesetzte Motivatoren, die in einem Fall erfolgreich funktionieren, können in einem

anderen, ähnlich gelagerten Kontext das Gegenteil bewirken. Die Beispiele hierfür sind mittlerweile zahlreich und es zeigte sich dabei ebenfalls, dass häufig bereits kleine Details der motivationalen Ausrichtung einen starken Einfluss auf die gesamte User Experience haben können (vgl. Schering, Niesenhaus & Schmidt, 2014). Es liegt also nahe, zu Beginn des Designprozesses von Gamification-Projekten zunächst eine Erhebung ebendieser Nutzermotivatoren durchzuführen.

Im Bereich der Videospieleforschung finden sich ähnliche Ansätze, um Spieler gemäß eines vorliegenden Musters anhand ihres Verhaltens im Spiel zu klassifizieren. Am häufigsten trifft man im Rahmen dessen auf die Spielertypen-Taxonomie von Richard Bartle (1996). Diese klassifiziert Spieler in vier Kategorien: Achiever, Explorer, Killer und Socializer. Was hierbei jedoch ebenso häufig außer Acht gelassen wird ist, dass Bartle über seine Taxonomie selbst aussagt, dass diese aufgrund ihrer qualitativen Erhebung zu spezifisch auf so genannte MUD-Spieler (Multi-User-Dungeon) zugeschnitten ist und somit zu exklusiv ist, um ohne weiteres auf einen anderen Kontext angewendet werden zu können (Bartle, 1996). Im Umfeld der jüngeren Fachliteratur zum Thema Gamification wurde bereits begonnen, auf diesen Bedarf zu reagieren, indem von den Autoren verschiedene Modelle von Gamification-Nutzertypen skizziert wurden. Diese verfolgen verschiedene Ansätze, wie etwa eine generelle Teilung in intrinsisch und extrinsisch motivierte Spieler (Marczewski, 2013a) oder die Entkopplung von einem allgemeinen Nutzertypen hin zu einem sich im Kontext der aktuell dargebotenen Inhalte veränderndem Typus (Canossa & Drachen, 2009). Dazu variiert je nach Modell außerdem die Anzahl der Klassifikationen. Aktuelle Konzepte differenzieren hier momentan beispielsweise in acht Unterteilungen (vgl. Radoff, 2011; Herger, 2014). Allen Ansätzen gleich ist jedoch, dass diese bislang nicht ausreichend und in größerem Maßstab über den Konzeptionsstatus hinaus untersucht und empirisch evaluiert wurden. Die einzige groß angelegte Studie, die Gamification-Nutzertypen adressiert, wird derzeit von Andrzej Marczewski (2015) durchgeführt und befindet sich momentan in zweiter Iteration in der Datenerhebungsphase (Stand: 05/2015).

Der Mangel und somit gleichzeitige Bedarf nach verlässlichen Messinstrumenten zur Klassifikation von Nutzertypen mit motivationalen Hintergründen für die Designpraxis wird somit deutlich. Insbesondere, da diese als Grundlage im industriellen Gamification-Kontext fehlen und dadurch immer noch Systeme an den Endnutzer gelangen, deren motivationale Konzepte nicht ausreichend auf den Kontext abgestimmt sind. In der Folge empfiehlt es sich für Designer in diesem Bereich, je nach Projektumfang und Ressourcen selbst einen eigenen, spezifisch abgestimmten Fragebogen zu entwickeln und eine Evaluation damit durchzuführen.

2 Marczewski's intrinsisches Nutzertypenmodell

Als theoretische Grundlage dieses Fragebogens sollte Marczewski's intrinsisches Nutzertypenmodell (2013b) dienen. Die Entscheidung hierzu fiel, da Marczewski bereits Erfahrungen in der Evaluation seiner Nutzertypen in erster Iteration mit 426 Probanden sammeln und seine Nutzertypen dahingehend anpassen konnte (Marczewski, 2013c). Hierbei ist er von einer vergleichbaren intrinsischen Basis wie Bartle (1996) ausgegangen, hat die hier zu

Grunde liegenden intrinsischen Motive jedoch weiter ausgebaut und generalisiert. Außerdem hat er die vier bestehenden Nutzertypen um noch zwei weitere ergänzt. Abbildung 1 veranschaulicht dieses Modell.

Unter dem Philanthropist, also dem Menschenfreund, versteht man einen sozial eingestellten Nutzer, der gerne Verantwortung trägt und sich um andere kümmert. Er agiert bevorzugt für ein größeres Ziel, dem eine höhere Bedeutung oder ein tieferer Sinn beziehungsweise Nutzen innewohnt. Nutzertypen dieser Kategorie sind häufig Tutoren oder Betreuer und in sozialen Projekten oder Vereinen engagiert. Ebenfalls auf eine soziale Basis baut auch der Socialiser. Dieser Typus ist aber mehr an der Interaktion mit anderen interessiert. Für ihn stehen die Kommunikation und der Vergleich mit anderen im Vordergrund. Eher auf eigene Vorteile bedacht ist hingegen der Player. Er wird am stärksten von „klassischen“ Gamification-Mechanismen angetrieben wie etwa dem Willen, der Beste in einer Tätigkeit zu sein und stets auf den vordersten Plätzen zu rangieren. Das Gewinnen aber auch das Erleben einer Aktion um ihrer selbst Willen machen für diesen Typus einen großen Anreiz aus.



Abbildung 1: Illustration des intrinsischen Nutzertypen-Modells von Marczewski (2013b). © Gamified UK 2014

Es gibt unter vielen Anwendern – vor allem im Spielebereich – auch einen großen Anteil, der seine Erfüllung in kreativer Freiheit und dem Bestreiten neuer, unkonventioneller Wege sucht. Diese werden von Marczewski als Free Spirits, also Frei-Geister, bezeichnet.

Ein weiterer für die Fragebogenkonstruktion verwendeter Nutzertyp ist der Achiever. Dieser kann frei als „Sammler“ übersetzt werden. Achiever sind am zufriedensten, wenn sie bei ihren Handlungen einen Fortschritt wahrnehmen und klar kommunizierte Ziele erreichen können. Sie sind häufig entwicklungsgetrieben und wollen Sachverhalte in ihrer Komplexität erfassen und darin eintauchen.

Die Nutzertypen des Socialisers und Achievers entsprechen in ihren Grundzügen ihren Gegenstücken in Bartle's Modell. Artverwandt mit Bartle's Explorer ist Marczewski's Free Spirit. Das Modell des Killers wurde von Marczewski hingegen entschärft und in den Player umgewandelt. Neben dem oben bereits erwähnten Philanthropist führt Marczewski noch einen weiteren Nutzertypen an, der sich nicht bei Bartle findet: den Disruptor. Dieser Nutzer wird dadurch angetrieben, dass er bestehende Systeme kompromittieren und Schlupflöcher aufdecken will. Er ist als eine Art negierter Explorer zu verstehen. Allerdings wurde dieser Nutzertyp aufgrund seiner Charakteristik nicht im Rahmen des hier vorgestellten Fragebogens berücksichtigt, da der explorative Fokus der Erhebung lediglich projektrelevante Nutzertypen zum Ziel haben sollte.

3 Fragebogenkonstruktion

Der hier vorgestellte Fragebogen wurde im Rahmen einer Designstudie entwickelt. Diese hatte zum Ziel, eine Smartphone App im Kontext der Energiewende zu konzipieren, die ihre Anwender durch gamifizierte Elemente in einem nachhaltigeren Lebensstil unterstützen sollte.

3.1 Pretest

Im ersten Schritt der Fragebogenkonstruktion wurden zu jedem der oben beschriebenen fünf Nutzertypen jeweils vier Aussagen generiert. Diese wurden in einer vorangestellten Erhebung qualitativ auf ihre Aussagekraft hin überprüft. Die Stichprobe des Pretests bestand dazu aus je vier weiblichen und männlichen Probanden, die zunächst kurze Zusammenfassungen der Spielertypen vorgelegt bekamen und anschließend die generierten Aussagen diesen zuzuordnen sollten. Anhand der Erkenntnisse dieser Erhebung wurden die Aussagen angepasst und um vier weitere Items ergänzt (siehe: Tabelle 1).

Nr.	Aussage (Item)
1	Mir gefällt es, wenn ich einen steten Fortschritt bei den Dingen erkennen kann, die ich tue.
2	Ich bin kreativ und gestalte oder entwerfe gerne Dinge.
3	Ich helfe gerne anderen.
4	Ich tausche mich gerne online mit anderen aus.
5	Ich teile mein Wissen gern mit anderen.
6	Ich bin wissensdurstig und bilde mich gerne weiter.
7	Für mich sind Dinge wichtig, die einen tieferen Sinn oder Nutzen für das Allgemeinwohl haben.
8	Ich mache anderen gerne Geschenke oder bereite ihnen kleine Aufmerksamkeiten.
9	Es motiviert mich, auf eine bestimmte Sache oder Option hinzuarbeiten bzw. darauf zu sparen.
10	Ich verbringe oft viel Zeit mit dem Ausprobieren einer Sache.
11	Auf persönliche Erfolge bin ich stolz und zeige diese gerne.
12	Mir gefällt es, gemeinsam mit anderen etwas zu erreichen.
13	Ich versuche oft, der Beste in dem zu sein, was ich tue.
14	Ich arbeite Dinge gerne in festen Etappen ab.
15	Ich beteilige mich gerne an Dingen, wenn dadurch anderen direkt und sichtbar geholfen wird (bspw. Spendenaktionen für Menschen in Not, Tierhilfe, Umweltschutz, etc.).
16	Ich wäge meine Handlungen objektiv ab, damit ich immer weiß, wie viel ich leiste und was ich zu bekommen habe.
17	Es bereitet mir besondere Freude, wenn ich bei einer Sache versteckte Hinweise oder Anspielungen entdecken kann.
18	Ich wähle gerne aus vielen Möglichkeiten aus.
19	Ich messe mich gerne im Wettbewerb oder Vergleich.
20	Wenn ich mich an etwas beteilige, stehen dabei für mich in erster Linie Ergebnisse und Vergütungen im Vordergrund.
21	Ich achte stets darauf, vor anderen gut dazustehen.
22	Ich bin umso motivierter, wenn andere mir bei einer Sache zusehen.
23	Es macht mich besonders stolz, wenn ich für eine Leistung eine Urkunde oder Auszeichnung bekomme.
24	Ich habe Freude am sammeln bestimmter Objekte (bspw.: Schallplatten, Comics, Briefmarken, etc.).

Tabelle 1: Generierte Items des Gamification User Type Tests nach der Pretest-Anpassung.

3.2 Fragebogen (Onlinestudie)

Der finale Fragebogen zur Nutzertypenerfassung wurde als Onlinestudie konzipiert und sollte möglichst schnell durchführbar und schlank aufgebaut sein. Dieser Umstand ist maßgeblich auf die Projektplanung mit dementsprechend eng kalkulierten Zeitressourcen und dem ihr zu Grunde gelegten Lean UX-Designprozess zurückzuführen. Auf explorativer Ebene soll schnell zu verwertbaren Ergebnissen gelangt werden, an denen sich iterativ der Designprozess aufbauen kann. So wurden zu Beginn der Befragung zur Skizzierung von Personas die demografischen Daten Geschlecht, Alter, Beruf und Bildungsstand abgefragt. Anschließend folgten vier Fragen zum Lebensstil der Probanden. Dazu gehörte die Größe des Haushalts in Personen, ob der Proband diesen selbst führt, ob er ein Smartphone oder Tablet benutzt und wie er sich selbst im Hinblick auf seine Nachhaltigkeit im Alltag einschätzt (4-stufige Likert-Skala). Hieran setzte nun der Kern der Umfrage an: Vier nacheinander geschaltete Blöcke mit je sechs Items, aus denen der Proband via Checkboxes maximal zwei auswählen konnte, mit denen er sich am meisten identifizierte. Alternativ konnte er auch kein Feld ankreuzen. In jedem dieser Item-Blöcke adressierte jeweils ein Item konkret einen einzelnen der fünf Nutzertypen. Zusätzlich war aber auch noch je ein hybrides Item unter der Auswahl, das auf zwei Nutzertypen verwies. Somit fokussierte der Fragebogen eine schnelle und im Entwicklerteam interdisziplinär auswertbare Ergebnisform auf deskriptiver Ebene. Komplexe inferenzstatistische Verfahren standen nicht im Mittelpunkt der Erhebung und bildeten nur einen Randaspekt der Studie aus.

4 Ergebnisse

4.1 Stichprobe

An der Online-Studie nahmen 121 Probanden in einem Zeitraum von 12 Tagen teil. Davon waren 57 (47.1%) Teilnehmer männlich und 64 (52.9%) weiblich. Die Teilnehmer waren zwischen 16 und 63 Jahren alt ($M=31.40$, $SD=9.924$). 116 (95.9%) der Teilnehmer gaben an, ein Smartphone oder Tablet zu benutzen. Von den befragten Versuchsteilnehmern verfügten 46 (38.0%) über ein abgeschlossenes Studium, 42 (34.7%) über das Abitur/Fachabitur, 23 (19.0%) über den Realschulabschluss beziehungsweise die mittlere Reife und 6 (5.0%) über den Hauptschulabschluss. Eine Person (0.8%) gab an, keinen Abschluss zu besitzen. Drei Personen (2.5%) nannten „Sonstiges“ als ihren Bildungsstand. 23 (19.0%) der Probanden gaben an, alleine zu leben. 46 (38.0%) der Probanden lebten zum Zeitpunkt der Studie zu zweit. 24 (19.8%) der Versuchspersonen wohnten mit insgesamt drei, 22 (18.2%) mit insgesamt vier, fünf (4.1%) mit insgesamt fünf und ein Teilnehmer (0.8%) mit insgesamt sechs Personen in einem Haushalt. Davon gaben 99 (81.8%) der Versuchsteilnehmer an, ihren Haushalt selbst zu führen. Die Frage, ob sich die Probanden für Nachhaltigkeit interessieren (vierstufige Likert-Skala von „kaum“=0 bis „ja, sehr“=3) beantworteten 7 Probanden (5.7%) mit „kaum“, 32 Probanden (26.4%) mit „ein wenig“, 64 (52.9%) mit „ja“ und 18 Probanden (14.9%) mit „ja, sehr“ ($M=1.77$; $SD=0.772$).

Die Berufsbilder der Versuchspersonen waren sehr vielseitig. Dies stellt insofern einen positiven Aspekt dar, dass die Energiewende mit ihrer komplexen Thematik ebenfalls quer durch alle Gesellschaftsschichten und Berufsbilder die verschiedensten Menschen betrifft. Beispiele aus der Stichprobe sind etwa Ärzte, Bestatter, Flugbegleiter, Hausfrauen, kaufmännische Angestellte, Raumpfleger, Softwareentwickler und Wirtschaftsingenieure.

4.2 Inferenzstatistische Aspekte

Als Ergänzung zu den deskriptiven Daten, die den Schwerpunkt des Fragebogens bilden, wurden die erhobenen Daten zusätzlich im Hinblick auf mögliche Zusammenhänge hin untersucht. Ein durchgeführter Mann-Whitney-U-Test (UV=Geschlecht, AV=Nachhaltigkeit) in Bezug auf die angegebene Nachhaltigkeit von Frauen und Männern ergab hier einen signifikanten Unterschied zwischen den Geschlechtern ($U=1388.5$, $Z=-2.482$, $p=.013$, $r=-.226$). Dabei hatten Frauen einen Mittelwert von $M=1.91$ ($SD=0.811$) und Männer einen von $M=1.61$ ($SD=0.701$). Zur Untersuchung der Nachhaltigkeit von über und unter 30-jährigen Probanden wurde die Stichprobe in zwei Gruppen geteilt. Gruppe 1 der unter 30-Jährigen bestand aus 69 Probanden und hatte einen Nachhaltigkeitswert von $M=1.55$ ($SD=0.796$). Gruppe 2 der über 30-Jährigen bestand hingegen aus 52 Probanden mit einem Mittelwert der Nachhaltigkeit von $M=2.06$ ($SD=0.639$). Der Vergleich der Mittelwerte durch die Berechnung eines weiteren Mann-Whitney-U-Tests (UV=Alter, AV=Nachhaltigkeit) ergab hier einen signifikanten Unterschied der Gruppen bezüglich der Nachhaltigkeit ($U=1188$, $Z=-3.483$, $p<.001$, $r=-.317$). Über 30-jährige Probanden schätzen sich als signifikant nachhaltiger im Alltag ein. Ein durchgeführter Kruskal-Wallis-Test zeigte hingegen keinen signifikanten Unterschied zwischen der Haushaltsgröße der Probanden und ihrer angegebenen Nachhaltigkeit.

4.3 Deskriptive Aspekte

Die von den Probanden selektierten Aussagen wurden, den Nutzertypen entsprechend, farblich codiert und in eine Blockansicht übertragen. Hat ein Proband nur eine Aussage in einem Fragenblock ausgewählt, so wurde diese doppelt gewertet. Hieraus ergibt sich für jeden Probanden ein farblesches Muster aus acht Blöcken. Diese wurden anschließend nach ihrer Häufigkeit absteigend geordnet. Die Betrachtung der geordneten Ergebnisse erfolgte nun in zwei Abstufungen:

- Welche Nutzertypen kommen bei jedem Probanden absolut am häufigsten vor (1. Grad)?
- Welche Nutzertypen kommen bei jedem Probanden absolut am zweithäufigsten vor (2. Grad)?

Die Betrachtung in zwei Graden dient hierbei dem Zweck, einen generellen Fokus für das Gamification Design ausrichten zu können (1. Grad), aber über dies hinaus noch eine weitere Richtung für einen Gestaltungsraum (vgl. bspw. Schering 2014) von Nebenaspekten, sekundären Motivatoren oder konzeptionellen Erweiterungen definieren zu können (2. Grad).

Das folgende Beispiel (Abbildung 2) soll diese Aufschlüsselung verdeutlichen:



Abbildung 2: Veranschaulichung der Ableitung von Nutzertypen 1. und 2. Grades. Typ-Legende: A=Achiever, FS=Free Spirit, Ph=Philanthropist, S=Socialiser, P=Player.

Anhand der Farbtabelle (Abbildung 3) lässt sich in der Praxis schnell erkennen, dass beispielsweise dieser Proband hauptsächlich den Achievern (orange) und in weiterer Betrachtung den Free Spirits (grün) zuzuordnen ist.

S	SOCIALIZER	Ph	PHILANTHROPIST
FS	FREE SPIRIT (EXPLORER)	P+S	DUO: PLAYER (KILLER)+SOCIALIZER
A	ACHIEVER	A+FS	DUO: ACHIEVER+FREE SPIRIT (EXPLORER)
P	PLAYER (KILLER)	P+Ph	DUO: PLAYER (KILLER)+PHILANTHROPIST

Abbildung 3: Farbtabelle zur Codierung der Nutzertypen. Typ-Legende: A=Achiever, FS=Free Spirit, Ph=Philanthropist, S=Socialiser, P=Player.

Nach der Auswertung des gesamten Datensatzes ergaben sich dann folgende Verteilungen der Nutzertypen (Abbildung 4 & 5):

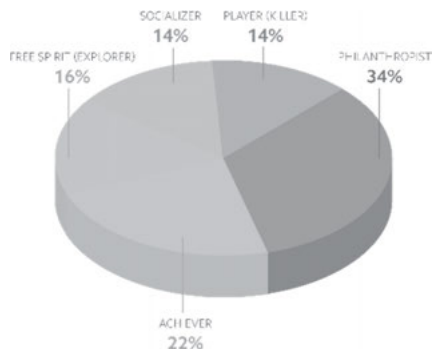


Abbildung 4: Erhobene Nutzertypen 1. Grades.

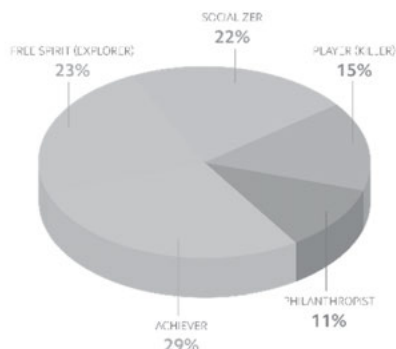


Abbildung 5: Erhobene Nutzertypen 2. Grades.

Die erhobenen Aussagen (Items) wurden in ihren absoluten und relativen Häufigkeiten wie folgt erfasst (siehe: Tabelle 2).

Nr.	Typ	Aussage (Item)	Motiv	Abs.+Rel. Häufigkeit	
1	A	Mir gefällt es, wenn ich einen steten Fortschritt bei den Dingen erkennen kann, die ich tue.	Progression	87	71,9%
2	FS	Ich bin kreativ und gestalte oder entwerfe gerne Dinge.	Customization / Creativity Tools	60	49,9%
3	Ph	Ich helfe gerne anderen.	Care Taking	59	48,8%
4	S	Ich tausche mich gerne online mit anderen aus.	Social Discovery	56	46,3%
5	Ph	Ich teile mein Wissen gern mit anderen.	Knowledge Sharing	56	46,3%
6	A	Ich bin wissensdurstig und bilde mich gerne weiter.	Learning	52	43,0%
7	Ph	Für mich sind Dinge wichtig, die einen tieferen Sinn oder Nutzen für das Allgemeinwohl haben.	Meaning	49	40,5%
8	Ph	Ich mache anderen gerne Geschenke oder bereite ihnen kleine Aufmerksamkeit.	Gifting	48	39,7%
9	A+FS	Es motiviert mich, auf eine bestimmte Sache oder Option hinzuarbeiten bzw. darauf zu sparen.	Unlockables	48	39,7%
10	FS	Ich verbringe oft viel Zeit mit dem Ausprobieren einer Sache.	Exploration	42	34,7%
11	P+S	Auf persönliche Erfolge bin ich stolz und zeige diese gerne.	Social Status	40	33,1%
12	S	Mir gefällt es, gemeinsam mit anderen etwas zu erreichen.	Collaboration	39	40,5%
13	P	Ich versuche oft, der Beste in dem zu sein, was ich tue.	Leaderboards	32	26,4%
14	A	Ich arbeite Dinge gerne in festen Etappen ab.	Levels	28	23,1%
15	P+Ph	Ich beteilige mich gerne an Dingen, wenn dadurch anderen direkt und sichtbar geholfen wird (bspw. Spendenaktionen für Menschen in Not, Tierhilfe, Umweltschutz, etc.).	Physical Prizes / Meaning / Care Taking	26	21,5%
16	P	Ich wäge meine Handlungen objektiv ab, damit ich immer weiß, wie viel ich leiste und was ich zu bekommen habe.	(Virtual) Economy	24	19,8%
17	FS	Es bereitet mir besondere Freude, wenn ich bei einer Sache versteckte Hinweise oder Anspielungen entdecken kann.	Easter Eggs	23	19,0%
18	FS	Ich wähle gerne aus vielen Möglichkeiten aus.	Choice	22	18,2%
19	P+S	Ich messe mich gerne im Wettbewerb oder Vergleich.	Competition	16	13,2%
20	P	Wenn ich mich an etwas beteilige, stehen dabei für mich in erster Linie Ergebnisse und Vergütungen im Vordergrund.	Rewards / Physical Prizes	13	10,7%
21	S	Ich achte stets darauf, vor anderen gut dazustehen.	Social Status / Social Pressure (neg.)	13	10,7%
22	S	Ich bin umso motivierter, wenn andere mir bei einer Sache zusehen.	Social Pressure (pos.)	11	9,1%
23	P	Es macht mich besonders stolz, wenn ich für eine Leistung eine Urkunde oder Auszeichnung bekomme.	Badge / Virtual Prizes	11	9,1%
24	A	Ich habe Freude am sammeln bestimmter Objekte (bspw.: Schallplatten, Comics, Briefmarken, etc.).	Completion	10	8,3%

Tabelle 2: Sortierung der Item-Selektionen nach Häufigkeiten. Typ-Legende: A=Achiever, FS=Free Spirit, Ph=Philanthropist, S=Socialiser, P=Player. Die absoluten Häufigkeiten zeigen die tatsächlichen Nutzerselektionen an. Die relativen Häufigkeiten zeigen an, wie viel

5 Diskussion & Ausblick

Im Falle dieser Designstudie half die Erhebung der Probandendaten dem Designprozess zwei stereotype Nutzermodelle – den Philanthropist und den Achiever – zu Grunde zu legen, an denen sich die Konzeption orientieren kann. Entscheidend wirkt sich dies besonders bei der Wahl der zu verwendenden Gamification-Elemente aus. Hier gibt es bekanntlich Mechaniken, die bei falscher Kombination oder unüberlegtem Einsatz ein System nicht motivational anreichern, sondern für den falschen Nutzertypen gar eine konträre, demotivierende Wirkung haben können. Abbildung 6 zeigt den aus den Daten generierten Gestaltungsraum für Gamification Mechaniken im ersten und zweiten Grad an.

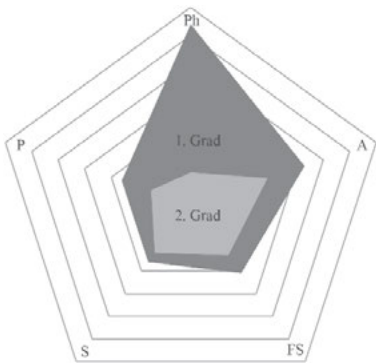


Abbildung 6: Gestaltungsraum für den Designprozess der Gamification Mechaniken. Typ-Legende: A=Achiever, FS=Free Spirit, Ph=Philanthropist, S=Socialiser, P=Player.

Bezieht man die Motive hinter den einzelnen Nutzertypen (vgl. Tabelle 2) mit ein, ergibt sich eine Struktur, die das motivationale Rückgrat der Applikationsinteraktion bilden sollte. Elemente dieser sind im vorliegenden Falle beispielsweise *Care Taking*, *Social Discovery*, *Knowledge Sharing* und *Gifting*, die in einen klar kommunizierten Rahmen (*Progression*) gefasst werden müssten, der wiederum einen gewissen Raum für individuelle Gestaltung (*Customization*) zulässt. Es wird somit deutlich, dass die Bestimmung der Nutzertypen zwar die Richtung des Designs auf übergeordneter Ebene vorgibt, die Feinheiten und Details aber durchaus auch von anderen Nutzertypen stammen können, um ein in Bezug zur Nutzergruppe rundes Gamification Konzept abzuleiten.

Die Unterteilung des vorliegenden Fragebogens in die kontextabhängigen demografischen Daten und den hinsichtlich allgemeiner Aussagekraft generierten Gamification-Nutzertypen erlaubt generell die Übertragung auf andere Anwendungsfälle. Als ausbaufähige Erweiterungen des Fragebogenkonzepts bezüglich der Vereinfachung und Optimierung von Gamification Designprozessen bieten sich künftig aber noch zwei weitere Optionen an: Zum einen wäre hier die Entwicklung eines Messinstruments zur Evaluation der motivationalen Wirkung von Gamification-Konzepten und Prototypen nach der ersten Designiteration bis hin zum finalen Produkt zu nennen; zum anderen eine Taxonomie der Gamification Mechaniken und ihrer Motive anhand des Gestaltungsraumes aus Abbildung 6, mittels der sich die jeweils zu den Nutzertypen passenden Mechaniken expliziter bestimmen ließen.

Insgesamt stellte die Durchführung des hier vorgestellten Fragebogens im Rahmen des Gamification Designs jedoch bereits in dieser Form eine große Bereicherung hinsichtlich der Erfassung der motivationalen Ansprüche der potentiellen Nutzer dar. In der Regel bieten

Projektarbeiten und kundenseitiges Management häufig wenige Möglichkeiten, eine komplexe und schwer beobachtbare Größe wie die Motivation angemessen erfassen zu können. Besonders hier lieferte die Studie bei relativ geringem Ressourcenaufwand wichtige Anhaltspunkte auf die nachfolgende Designentscheidungen gestützt werden konnten.

6 Literaturverzeichnis

- Bartle, R. (1996). Hearts, clubs, diamonds, spades: Player who suit MUDs. Abgerufen am 11. Oktober 2014 von <http://www.mud.co.uk/richard/hcds.htm>
- Canossa, A., & Drachen, A. (2009). Patterns of Play: Play-Personas in User-Centered Game Development. *Breaking New Ground: Innovation in Games, Play, Practice and Theory. Proceedings of DiGRA 2009*. London: DiGRA.
- Herger, M. (2014). *Enterprise Gamification*. Marston Gate: Amazon.co.uk, Ltd.
- Marczewski, A. (2013a) *Extrinsically and Intrinsically Motivated User Types*. Abgerufen am 13. Oktober 2014 von Gamified UK: <http://www.gamified.co.uk/2013/07/08/extrinsic-and-intrinsically-motivated-user-types/#.VDroIqKIX7p>
- Marczewski, A. (2013b) *User Types 2.0 – The Hexad*. Abgerufen am 12. Oktober 2014 von Gamified UK: <http://www.gamified.co.uk/user-types/#.VDrdW6KIX7q>
- Marczewski, A. (2013c) *Gamification User Type Test – User Types 1.0 Test Results*. Abgerufen am 12. Oktober 2014 von Gamified UK: <http://www.gamified.uk/UserTypeTest/user-type-test-results-old.php#.VYvPzEaaKVw>
- Marczewski, A. (2015) *Marczewski's User Type Test*. Abgerufen am 01. Juni 2015 von Gamified UK: <http://www.gamified.uk/UserTypeTest/user-type-test.php#.VWxe90aaKVx>
- Radoff, J. (2011). *Game On: Energize Your Business with Social Media*. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.
- Schering, S. (2014). Tagungsband des Gamification Workshops „Press Play?“. *Ein Design Space für interne Gamification Anwendungen*. Oldenbourg: De Gruyter.
- Schering, S., Niesenhaus, J., Schmidt, R. (2014). *Tagungsband des Gamification Workshops „Press Play?“*. Oldenbourg: De Gruyter.

Kontaktinformationen

Sebastian Korbas
 Centigrade GmbH
 Kreuzstr. 1-3, 45468 Mülheim a. d. Ruhr, Deutschland
sebastian.korbas@centigrade.de
www.centigrade.de

Accessible Interaction for Visually Impaired People

Workshop: Accessible Interaction for Visually Impaired People

Martina Joisten¹, Limin Zeng², Julie Woletz³, Anke Brock⁴, Mauro Avila⁵

Fachbereich Medien, Rheinische Fachhochschule Köln, Germany¹

HCI Research Group, TU Dresden, Germany²

Centre for Digital Cultures, Leuphana-Universität Lüneburg, Germany³

Inria Bordeaux, France⁴

HCI Group, University of Stuttgart, Germany⁵

1 Introduction

Improving access to information and technology for visually impaired people is a significant challenge within the field of Human-Computer Interaction. In the last decades assistive technology has helped to increase the autonomy and quality of life of the 285 million visually impaired people worldwide. Interactive technologies can support visually impaired people in many tasks, such as navigation and wayfinding, reading and writing, access to education, or even gaming (Brock et al. 2015, Scheibler 2014). It also helps disabled people to stay in touch with friends and participate in social networks and communities (van der Geest et al. 2014).

Although legal regulations on accessibility (e.g. BGG 2003) and detailed W3C-guidelines (2009) exist since many years, the majority of websites, location based services, e-learning applications and games are still not designed and programmed to be accessible, even with assistive technology (vgl. AbleGamers Foundation 2012, Köhlmann 2014, Michalska et al. 2014, Wentz & Lazar 2011). In addition, the specific needs of people with different forms of visual impairment and blindness are not sufficiently considered (Kleynhans & Fourie 2014).

Hence, this workshop concerns accessibility of all kinds of digital media and services. Besides dedicated assistive technologies, audio- and gesture-based interfaces are also of interest in this context, because they work without visual interfaces and can generate an innovative user experience for sighted as well as blind users. Some audio-based computer games are already designed as special kind of game for sighted and blind players (Collins 2013, Friberg & Gärdenfors 2008).

2 Topics

The workshop addresses HCI researchers and practitioners working on assistive technology for visually impaired people, accessible design methods and instruments for web designers and programmers. We intend to identify shared challenges and common avenues for future work. The following subjects will be presented during the workshop:

Thea van der Geest and Hendrik Buimer present a user-centered priority list of difficult daily life activities experienced by visually impaired people. The list reflects important user needs and is a foundation for the development of accessibility requirements for new ICT applications and devices, such as smart glasses or other wearables. In a similar approach, **Limin Zeng** talks about his ongoing survey about the outdoor travel needs and mobile device usage of visually impaired people in different countries.

The next papers discuss concrete solutions for visually impaired peoples' current problems. **Boris Schauerte, Torsten Wörtwein and Rainer Stiefelhagen** demonstrate a web-based sonification platform that allows blind users to interactively experience a wide range of information such as maps or graphs. **Daniel Hänßgen** describes an alternative approach for making maps accessible: He presents a system that uses OpenStreetMap-Data and is capable of embossing tactile maps into braille paper. **Stephan Seifermann and Henning Groenda** address accessible software description languages and describe a collaborative editing environment consisting of an accessible textual UML editor with state-of-the-art user support and consistency preservation mechanisms for real-time collaboration.

Annika Fecke, Sabine Jeleniowski and Martina Joisten argue that one reason for inaccessible websites is a lack of awareness and expertise of web designers. They demonstrate a prototype with accessibility guidelines that are optimized for the needs of web designers. In a second contribution, they examine how accessible Facebook currently is.

The last article by **Sonia Fizek, Julie Woletz and Jaroslaw Beks** introduces a digital audio game and discusses selected play interaction solutions. The authors will elaborate the design questions raised at early stages of the project, and confront them with the results of testing performed on two groups of sighted and one group of visually impaired gamers.

Acknowledgments

We thank our external reviewers Prof. Dr. Stefan Ludwigs, Wiebke Köhlmann and Claudia Loitsch.

Contact

Prof. Dr. Martina Joisten
Rheinische Fachhochschule, Fachbereich Medien
Schaevenstraße 1a/b, 50674 Köln
Martina.Joisten@rfh-koeln.de

Dr.-Ing. Limin Zeng,
HCI Research Group, TU Dresden

Nöthnitzer Str. 46, 01062 Dresden
Limin.Zeng@tu-dresden.de

Dr. Julie Woletz
Media Uselab, Centre for Digital Cultures (CDC), Leuphana Universität Lüneburg
Scharnhorststraße 1, 21335 Lüneburg
Woletz@inkubator.leuphana.de

References

- AbleGamers Foundation (2012). *Includification. A practical guide to game accessibility*. Charles Town, WV. http://includification.com/AbleGamers_Includification.pdf (29.03.2015).
- Brock, A. M., Truillet, P., Oriola, B., Picard, D., & Jouffrais, C. (2015). Interactivity Improves Usability of Geographic Maps for Visually Impaired People. *Human-Computer Interaction*, 30, 156–194..
- Collins, K. (2013). *Playing with sound: a theory of interacting with sound and music in video games*. The MIT Press.
- Friberg, J.; Gärdenfors, D. (2004): Audio Games: New perspectives on game audio, In: *Proceedings of the 2004 ACM SIGCHI International Conference on Advances in computer entertainment technology*, Singapore 2004, S. 148-154
- van der Geest, T., van der Meij, H., & Van Puffelen, C. (2014). Self-assessed and actual Internet skills of people with visual impairments. *Universal access in the information society*, 13(2), 161-174.
- Gesetz zur Gleichstellung behinderter Menschen (Behindertengleichstellungsgesetz - BGG) § 4 Barrierefreiheit. http://www.gesetze-im-internet.de/bgg/_4.html (last accessed 2nd July 2015)
- Kleynhans, A. S.; Fourie, I. (2014). Ensuring accessibility of electronic information resources for visually impaired people: The need to clarify concepts such as visually impaired. *Library Hi Tech*, 32(2), 368-379.
- Köhlmann, W. (2014). "Richtlinien zur barrierefreien Gestaltung virtueller Klassenzimmer für Blinde." *i-com* 13.3 (2014): 3-11.
- Michalska, A. M., You, C. X., Nicolini, A. M., Ippolito, V. J., & Fink, W. (2014). Accessible Web Page Design for the Visually Impaired: A Case Study. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 30(12), 995-1002.
- Scheibler, E. (2014). Navigationssystem für blinde Fußgänger und ÖPNV-Nutzer. *i-com*, 13(3), 12-18.
- W3C (2009). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. <http://www.w3.org/WAI/intro/wcag>
- Wentz, B., & Lazar, J. (2011). Are separate interfaces inherently unequal?: an evaluation with blind users of the usability of two interfaces for a social networking platform. In *Proceedings of the 2011 iConference* (pp. 91-97). ACM.

User-centered priority setting for accessible devices and applications

Thea M. van der Geest¹, Hendrik P. Buimer²

Department of Communication, Media, and Organization, University of Twente¹

Department of Biomedical Signals and Systems, University of Twente²

Abstract

Currently, ICT applications and devices like 'smart glasses', are hitting the consumer market. These devices offer great potential for people with disabilities, such as the visually impaired, but only when they are accessible for all users. This study comprehends a user-centered design process thoroughly analysing the needs and priorities of the prospective users. In order to assess the possibilities and limitations of smart devices for people with visual impairments, we created a priority list for to-be-developed functions and apps based on different empirical studies, including an interview and a survey. We propose that both designers and developers use this list as a starting point for generating or assessing the feasibility of new ideas for apps for the visually impaired.

1. Introduction

At the moment, wearable ICT applications and devices, such as 'smart' glasses and watches, are hitting the consumer market. Such smart devices provide the features of a smartphone in new, wearable forms, such as a head-mounted frame or a wristband. Current prototypes and products contain features like wireless internet connectivity, embedded camera, speech input-output commands, GPS, tilt sensor, accelerometer, activity tracker, and bodily function sensors. Such features offer opportunities for functionalities such as navigation, object detection, and text scanning and reading it out aloud. We are interested in exploring the possibilities and limitations of multimodal interfaces in new wearable devices and their applications for visually impaired persons (VIPs), using Google Glass and similar smart glasses as our showcase.

Smart wearable devices and their apps form a new means of access to all kinds of publicly available information and services (content), which are essential or even critical for daily life activities (DLA) and participating in society. These new devices, applications and content offer new possibilities to people with disabilities, but these possibilities can only be realized when

they are accessible “for all”, regardless of the age and (dis)abilities of the users. It is a fundamental right to have access to publicly available communication, information, services, transactions and/or entertainment, and that right is not dependent on the specific technology, device or application that is used for providing them (UN Declaration of Rights of Persons with Disabilities, article 9, 2006; Peters & Bradbard, 2010).

Hence, from a designer’s point of view, it is logical to design for acceptance, accessibility and ease of use for *all* prospective users from the beginning of the design process, rather than retrofitting devices, applications and content for specific segments of the consumer market. Incorporating accessibility and universal design principles in the design process (often called “mainstreaming accessibility”) is not just an acknowledgement of the rights, needs and interests of people with disabilities, but also makes sense from a business perspective. If devices, applications and content are developed in line with the principles of universal design, they do not need to be retrofitted, or VIPs are not forced to use costly assistive add-ons (Van der Geest et al, 2011; Goggin & Newell 2007; Hurtienne, Horn, et al, 2014).

At this stage of development of smart glasses, it is hard to say what would make prospective users willing to start using this new technology and its applications. However, technology acceptance and adoption studies of other innovations have demonstrated over and over again that two factors are very important predictors of acceptance and use: perceived ease of use and perceived usefulness (Venkatesh & Bala, 2008). In the cases where designers have made an effort to involve users in the design process, they often have limited the user involvement to user-centered *evaluation* studies (Van Velsen et al, 2008). At best, a prototype is presented to a limited number of representative users who are asked to judge the expected or perceived ease-of-use. Such evaluation studies do not reveal much about the perceived usefulness of the innovation. We think that a proper user-centered design process should *start* with a thorough analysis of the needs and priorities of the prospective users, to increase the chance that what is going to be developed will be eventually accepted and used.

Therefore, in our project on the assessment of the possibilities and limitations of smart glasses for VIPs, we have started by creating a priority list for to-be-developed functions and apps, defining priority in a user-centered way. The priorities are defined and set by asking VIPs about the most pressing problems they experienced in their daily life activities (DLA), rather than presenting them with a wish list of possible functions and applications based on the possibilities offered by the technology. To develop our priority list, we made use of three different studies, including a study by Broerse et al. (2015) which was conducted in 2014-2015 among VIPs in The Netherlands.

2. Three studies

We aim at developing a priority list for app development for smart devices, based on what according to persons with visual impairments are the most urgent problems and the most useful

solutions. We have combined three different studies to support the development of the priority list.

1.1. Research agenda-setting survey

In 2014, two Dutch organizations for people with visual impairments, the Oogvereniging (*Eye Association*) and the MDVereniging (*Macular Degeneration Association*), commissioned the Athena Institute of the Free University of Amsterdam to develop a research and development agenda for people with visual impairments and eye diseases, explicitly involving visually impaired participants (Schölvinck, Pittens et al, 2015). In a series of workshops, focus groups and interviews with patients, their representatives and experts, a list of themes and topics was formulated for the research and development agenda. That list was then in the form of a survey presented to a broad group of people with visual disabilities and diseases. A grand total of 674 persons responded to the 48 themes and topics on the list that concerned daily life and social activities. The respondents indicated their top R&D priorities from the list of 48 topics. A detailed report on the development of the research agenda and the findings is available at the Athena Institute (Broerse, Schölvinck, et al 2015, in Dutch).

The list below shows the themes and topics in the daily life/social activities realm that were ranked highest by the visually impaired respondents.

High priority for research & development:

- Adapt widely used and new technology (such as smartphones, tablets, indoor GPS, Google Glass etc.) and make it accessible for VIPs, to avoid or replace (costly) assistive technology.
- Develop a simple method to increase the accessibility of product packaging. This concerns information such as the product, expiration date, or the ingredients in a mixed package.
- Improve the technique to communicate printed and written texts (including study materials) in other ways, to make them more accessible for VIPs.
- Raise awareness about widely used technologies that are available, usable, and accessible for VIPs.
- Improve the accessibility of (household) appliances using an app which can interact with a range of appliances. By doing so, there is no need to adapt every single appliance for VIPs.
- Develop auditory/tactile information and interaction functions of everyday appliances such as coffee makers, the washing machines or microwaves.

- Improve navigation systems in such a way that they can detect obstacles like poles and trees in public space. Navigation systems should also be suitable for indoor use and indoor way-finding.
- Increase the usability of the OV-chip (public transport) card for VIPs.

The R&D priorities as reported by the respondents of the survey will be presented at the workshop, side by side with the priorities that we distinguished in the next two user studies.

1.2. Interviews at an assistive technology fair

During an assistive technology exhibition for VIPs in The Netherlands (ZieZo beurs, Houten, april 2015), we conducted a short interview with 26 exhibition visitors with impairments (age range 19-87 years). We asked them to describe the biggest problem they faced in their daily life activities (DLAs) due to their visual impairment, and how they coped with the identified problem. We also asked some questions about the nature of their impairment and their use of assistive technology and other ICT applications.

The ‘biggest’ problems mentioned most often concerned navigating in public environments and reading written information. Specific DLAs that were reportedly very difficult were *wayfinding, including detecting objects in a person’s path such as wrongly placed bikes and identifying specific products in a supermarket*. An overview of the themes discussed at the ZieZo fair can be found in Table 1.

Topic	#
Wayfinding	21
Reading written information	17
Object detection/recognition	16
Technology usage	10
Person recognition	7
Other activities	6
Low light situations	2

Table 1: Biggest daily life activity problems, reported in interviews at Ziezo fair

For coping with their most pressing problem, the 26 respondents used a variety of devices, many of which were not specifically designed for people with visual disabilities. Sixteen of them frequently used their smartphone as a support in their DLAs. As one of the respondents

said: “The iPhone, that is my most important aid” [r27]. With their GPS and internet connection, smartphones are often used for navigation with apps such as iCane Mobilo, BlindSquare, ViaOpta Nav, and Google Maps. Some respondents also used their smartphone to process written information, using it as a text-to- speech device (mentioned 6 times), or as a magnifier (mentioned 4 times). The final list of user-centered priorities as reported by our 26 interviewees will be presented at the workshop.

1.3. Telephone interviews with DLA questionnaire

The third study is in its initial phase at the moment of writing this paper. In this study we are starting from a comprehensive list of DLAs. We used existing DLA surveys and scales that are used to assess visual functioning, such as the Glaucoma Quality of Life questionnaire (Gothwal et al. 2012; Khadka et al. 2011), Impact of Vision Impairment scale (Lamoureux et al. 2008), NEI-RQL 42 questionnaire (McAlinden et al. 2012), Catquest-9SF (Lundström & Pesudovs 2009), NEI-VFQ (Pesudovs et al. 2010a; Pesudovs et al. 2010b), DLTV (Schmier & Halpern 2006), and the VA LV VFQ (Stelmack & Massof 2007).

We combined the various DLA scales to come to a comprehensive overview and have added a category of media/technology-related activities, such as finding information on the internet using a computer, internet banking, and using a public transport swipe card. This type of activities are not represented in the existing DLA scales, however the respondents in the research agenda survey of study 1 rated them as very important research topics (study 1). Our final list contained 59 DLAs; which are presented to VIPs during a telephone interview. For each activity, respondents are asked to what extent this DLA is difficult for them, using a five point Likert-scale, ranging from 1 (no difficulty) to 5 (impossible). Then, the respondents are asked how important that particular DLA is for them, on a four point Likert-scale ranging from 1 (not important) to 4 (extremely important). At the end of the interview, respondents can add DLAs to the list that they consider important.

We aim to contact at a minimum of 30 respondents of various ages and visual impairments. A full list of the user-centered DLA priorities as reported by the interviewees will be presented at the workshop, side-by-side with the priorities distinguished in the national survey (study 1) and our short interviews (study 2).

3. Conclusion

The results from the three studies will form an empirically validated user-centered priority list of problems experienced in DLA for people with various visual impairments. It also gives detailed insight in how important a specific DLA is for the individual respondent. In our projects, this list will be used to formulate requirements for applications and content to be developed for multimodal interfaces for wearables, such as smart glasses. But we hope (and expect) that other designers and developers of applications will also use the list, either as a starting point for idea generation or as a reality check for design ideas. We feel safe to state that our priority list validly reflects the needs and interests of users with visual impairments,

who should be at the center of the design process of accessible interaction with devices, applications and content.

Acknowledgement

This study is conducted with support from the InZicht research program, a program of ZonMW (The Netherlands Organisation for Health Research and Development)

References

- Broerse, J., Scholvinck, A.F., Essink, D., & Pittens, C. (2015). Een onderzoeksagenda vanuit cliëntenperspectief. [A research agenda from clients' perspective] Report. Amsterdam, Athena Instituut Vrije Universiteit. Retrievable from <http://www.oogonderzoek.net/rapportzichtoponderzoek.pdf>
- Goggin, G., & Newell, C. (2007). The Business of Digital Disability. *The Information Society* 23, 159-168.
- Gothwal, V.K., Reddy, S.P., Bharani, S., Bagga, D.K., Sumalini, R., Garudadri, C.S., Rao, H.L., Senthil, S., Pathak-Ray, V., & Mandal, A.K. (2011). Impact of glaucoma on visual functioning in Indians. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 53 10, 6081-6092.
- Hurtienne, J., Horn, A.M., Langdon, P.M., & Clarkson, P.J. (2013). Facets of prior experience and the effectiveness of inclusive design. *Universal Access to the Information Society* 12, 297-308.
- Khadka, J., Pesudovs, K., McAlinden, C., Vogel, M., Kernt, M., & Hirneiss, C. (2010). Reengineering the glaucoma quality of life-15 questionnaire with Rasch analysis. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 5 29, 6971-6977.
- Lundström, M., & Pesudovs, K. (2009). Catequest-9SF patient outcomes questionnaire: Nine-item short-form Rasch-scaled revision of the Catquest questionnaire. *Journal of Cataract & Refractive Surgery* 35, 504-513.
- Lamoureux, E.L., Pallant, J.F., Pesudovs, K., Tennant, A., Res, G., O'Conner, P.M., & Keeffe, J.E. (2008). Assessing participation in daily living and the effectiveness of rehabilitation in age related macular degeneration patients using the impact of vision impairment scale. *Ophthalmic Epidemiology* 15, 105-113.
- McAlinden, C., Khadka, J., De Freitas Santos Paranhos, J., Schor, P., & Pesudovs, K. (2012). Psychometric properties of the NEI- RQL-42 questionnaire in Keratoconus. *Investigate Ophthalmology & Visual Science* 53 11, 7370-7374.
- Oswal, S.K. (2014). Participatory Design: Barriers and Possibilities. *Communication Design Quarterly* 2.3, 14-19.
- Pesudovs, K., Wright, T.A., & Gothwal, V.K. (2010a). Visual disability assessment: valid measurement of activity limitation and mobility in cataract patients. *British Journal of Ophthalmology* 94, 777-781.
- Pesudovs, K., Gothwal, V.K., Wright, T., & Lamoureux, E.L. (2010b). Remediating serious flaws in the National Eye Institute Visual Function Questionnaire. *Journal of Cataract & Refractive Surgery* 36, 718-732.

- Peters, C., & Bradbard, D.A. (2010). Web accessibility: an introduction and ethical implications. *Journal of Information, Communication and Ethics in Society* 8(2), 206-232.
- Schmier, J.K., & Halpern, M.T. (2006). Validation of the daily living tasks dependent on vision (DLTV) questionnaire in U.S. population with age-related macular degeneration. *Ophthalmic Epidemiology* 13, 137-143.
- Schölvinck, A.M., Pittens, C.A.C.M., & Broerse, J.E.W. (2014). *Research agenda setting from the perspective of a highly diverse patient population with visual impairments or ophthalmological diseases*. Poster presented at the INVOLVE congress, Birmingham 26-27 November 2014.
- Stelmack, J.A., & Massof, R.W. (2007). Using the VA LV VFQ-48 and LV VFQ-20 in Low Vision Rehabilitation. *Optometry and Vision Science* 848, 705-509.
- United Nations (2006). *Convention on the Rights of Persons with Disabilities*. Retrievable from <http://www.un.org/disabilities/convention/conventionfull.shtml>
- Van der Geest, T.M., Velleman, E., & Houtepen, M. (2011). *Cost-benefit analysis of implementing web standards in private organisations*. Report. Enschede: Universiteit Twente.
- Venkatesh, V., & Bala, H (2008). Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. *Decision Sciences* 39 (2), 273-315.
- Van Velsen, L., Van der Geest, T., Klaassen, R., & Steehouder, M. (2008). User-centered evaluation of adaptive and adaptable systems: a literature review. *Knowledge Engineering Review* 23(2), 261-281.

Contact information

¹ Dr. T.M. Van der Geest, t.m.vandergeest@utwente.nl

² H.P. Buimer MSc, h.p.buimer@utwente.nl

A Survey: Outdoor Mobility Experiences by the Visually Impaired

Limin Zeng

Human-Computer Interaction Group, TU Dresden

Abstract

This paper presents an ongoing survey with 97 blind and visually impaired people. The survey investigates their outdoor travel experience and mobility related barriers, and usages of mobile devices and GPS navigation tools. These findings might help developers and researchers to understand the barriers suffered by blind and visually impaired pedestrians, and find solutions to resolve the reported issues, such as GPS navigation systems lacking of environmental accessibility data.

1 Introduction

As one important part of daily life activities, outdoor journey is significant for people to participate in various social activities, such as going to office or shopping. In general, disabled citizens practically expect special requirements offered by mobility aids. For instance, while using navigation systems wheelchair users prefer a route without high steps and the blind might expect a quiet and non-obstacle sidewalk rather than the shortest one.

For blind and visually impaired individuals, their mobility-related requirements have been changed as the development of information and communication technology (ICT) in recent years. On one hand, there are more and more barrier-free public facilities within cities. On the other hand, nowadays, a large number of people with visual impairments make use of mobile devices and related services, such as GPS-based navigation services on dedicated products (e.g. Kapten¹, BrailleNotes GPS² and Trekker Breeze³), or on smart phones (e.g. Loadstone GPS⁴) to navigate to their destinations. However, their experiences and sufferings while travelling in urban environments and their experiences with assistive systems are unclear.

¹ Kapten GPS, <http://www.kapsys.com/>

² BrailleNotes GPS, <http://www.senderogroup.com>

³ Trekker Breeze, <http://www.humanware.com>

⁴ Loadstone-GPS, <http://www.loadstone-gps.com/>

In contrast to mobility impaired pedestrians who suffer various physical environmental barriers while travelling outdoor, such as slopes, and curbs (Meyers et al, 2002; Beale et al, 2006), blind and visually impaired pedestrians face a series of barriers in daily life, from accessing Internet (Bayer & Pappas, 2006; van Puffelen et al., 2008), to various mobility-related barriers like walking on ascending/descending stairs (West et al., 2002) and hitting obstacles at a head level (Manduchi & Kurniawan, 2011).

In order to discover outdoor mobility experiences of blind and visually impaired people, this paper focuses on addressing an ongoing international survey with 97 subjects. The survey consists of 2 main topics related to outdoor experiences, and usage of mobile devices while on the move. Possible solutions to improve independent and safe outdoor journeys have been discussed in the end of the paper.

2 The Survey

The survey was delivered to our participants in two ways, including an accessible online questionnaire and offline accessible documents distributed by special agencies, such as blind associations. An accessible web pages (in English and in Chinese) had been created and its link was advertised at several associated online forums, mail lists and communities for blind and visually impaired people. Additionally, electronic documents (in Word format) were sent to a couple of agencies, who specially provided services to the visually impaired. Those agencies were in charge of distributing the questionnaire to our participants, and returning all responses they received finally. Apart from investigating outdoor mobility experiences, the survey would consider to find differences between developing countries (e.g., China, India) and developed countries/areas.

In addition to short free text questions (e.g., age and country) and single choice questions, the survey adopts multiple choice with comments where users are allowed to enter additional comments. The multiple choice answers mostly come from common cases or situations in daily life (Manduchi & Kurniawan, 2011). Moreover, the multiple choice answers help participants not only better understand the corresponding questions, but also think about their own comments.

2.1 Questions

In addition to personal information, such as age, occupation and residence, the questions covered two main parts. Multiple choice questions are Q4, Q5, Q6, and Q9.

- Outdoor travel experience: The questions addressed users' personal experience when travelling outdoor, such as how often they travel outdoor, whether alone or with a partner, and how to pass a crossing.

Q1: Which grade do you belong to (Blind, Severe low vision, Low vision, People with sight)?

Q2: How often do you go out?

Q3: Do you always go out alone?

Q4: When you go out, do you have those experiences?

- Usage of assistive devices and mobile phones: In this part, it is asked for assistive devices carried around to navigate, utilization of GPS devices, as well as popular mobile services.

Q5: When you go out, which devices do you often bring with you?

Q6: Excepting make a call, how do you use your mobile phone?

Q7: Do you think it is helpful with GPS navigation system when go out?

Q8: How often do you use GPS navigation system (For GPS Users only)?

Q9: What are the shortcomings of GPS navigation system, in your view (For GPS Users only)?

2.2 Results

• Participants

97 participants from 13 countries (e.g. China, India, UK, Germany, etc.) took part in the survey. 64 subjects (66%) were blind and 33 subjects (34%) were low vision. The average age was 38.3 years. The youngest subject was 19 years old while the oldest participant was 63 years old. The subjects had various occupations such as teacher, student, masseur, engineer, retired employee and unemployed persons. There were 79 responses from developing countries, and 18 ones from developed countries.

• Independent outdoor journey

Figure 1. illustrates subjects' outdoor travel frequency, from the aspects of blind subject group, low vision subject group and all subjects. 75.8% of low vision subjects and 51.6% of blind subjects travel every day, but there were 12.5% of blind subjects who had a low outdoor travel frequency (less than 1 time/week).

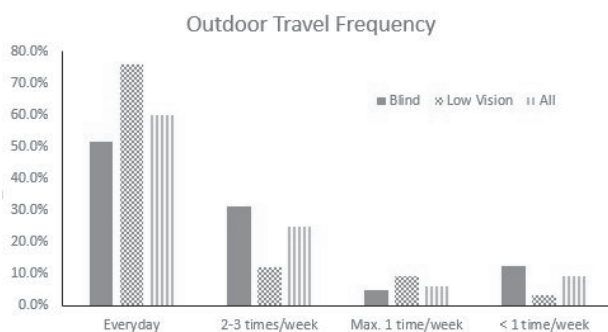


Figure 1. The subjects' outdoor travel frequency

Regarding to their independent outdoor travel, only 12.5% of blind subjects travelled alone each time, comparing with 39.4% of low vision subjects. About 50% of blind subjects travelled alone most of time, but there were still 17.2% and 18.8% of blind subjects who needed a

partner most of time and each time, respectively. 21.2% of low vision subjects had to travel with a partner most of time or each time, see Figure 2.

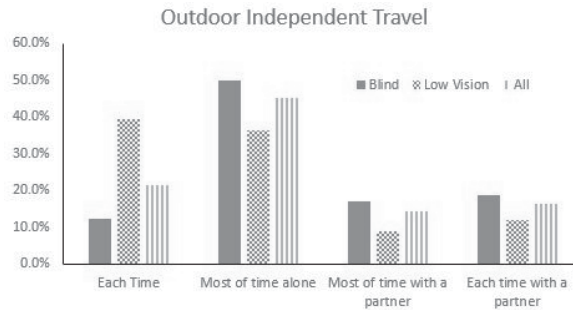


Figure 2. The subjects' independent outdoor travel

- Barriers in cities

Table 1 ranks the frequency of the 9 given barriers in Q4. Surprisingly, getting lost is not the most frequent issue. Public transport stops lacking of audio information was reported by 82.4% of participants. 81.4% of them ranked traffic lights without audio output as the second frequent barrier. In addition to audio information of facilities, various barriers, impact safety and independent of outdoor journey for people with vision impairments, such as the precise location of the entrance of a building, unknown stairs and roadside holes, as well as obstacles upon a waist level. The condition of sidewalks and crossings need to be paid more attention in the view of nearly half of the participants. Besides, there were a few additional comments made by the participants, excepting several responses which reported sidewalks for the blind are often occupied by booths and bikes.

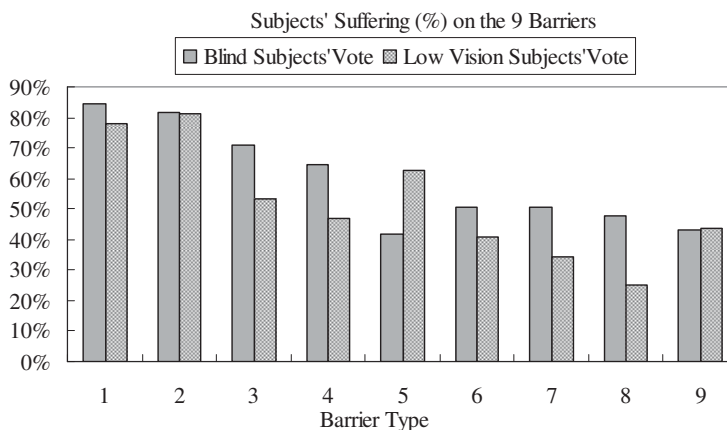


Figure 3. Subjects' votes on the 9 given barriers⁵

As illustrated in Figure 3, the blind subjects and the low vision subjects reported their sufferings on the 9 given barriers while travelling. Their experiences on the 9 barriers is consistent between the low vision subjects and the blind subjects (Nonparametric Chi-square = 7.03, $df = 8$, $p = 0.533$). Besides, the low vision subjects and the blind subjects did not have a significant difference on the suffering hazards or obstacles within Barrier 5, Barrier 6, and Barrier 8 (Nonparametric Chi-square = 5.094, $df = 2$, $p = 0.078$). Note that the Chi-square test adopted is at the 95% confidence level.

#	Barrier	Support (%)
Barrier 1	Public transport stops lack of audio information	82.4
Barrier 2	Traffic light without audio output	81.4
Barrier 3	Failure to find the entrance of a building	64.9
Barrier 4	Ill-formed and irregular sidewalks	58.7
Barrier 5	Falling down because of unknown stairs	48.5
Barrier 6	Hitting obstacles upon a waist level	47.4
Barrier 7	Getting lost	45.3
Barrier 8	Falling down because of unknown roadside holes	44.3
Barrier 9	Complex pedestrian crossings	43.3

Table 1. The rank of the frequency of the 9 given barriers

- Usage of mobile devices and services

Only two subjects did not bring a mobile phone when travelling outdoor. In other words, the acceptance of mobile phones (including smart phones) was 97.7%. Among those mobile phone users, in addition to making a phone call, several other popular mobile services were pointed out: sending Short Message Service (70.1%), accessing Internet (45.4%), GPS navigation (34.0%) and even taking photos (30.9%). 95.3 % of the blind subjects used white canes, and only 3 ones walk with guide dogs. About 36% of low vision subjects were white cane users. Some subjects also brought GPS receivers (14%), music player (57.7%) and FM Radio (17.5%), and 7 subjects brought a laptop for work purposes.

- GPS navigation experiences

84.5% of subjects responded that GPS navigation tools were helpful while travelling, even including a number of subjects who were not GPS navigation users. There were 33 subjects (34%) who had GPS navigation experiences in practical. Regarding to when they use a GPS navigation system, 42.4% (14 of 33 subjects) pointed out they used it in unknown places, and

⁵ The 9 Barrier Type is listed in Table 1.

39.4% made use of their GPS navigation system each time. Among those users, 69.7% reported the most important weak point of GPS navigation systems, is lack of environmental accessibility map data, such as whether a traffic light is with or without audio output. In Table 2, map data of GPS navigation tools (in Rank 1 and Rank 2) was more criticized than the common issues of typical GPS systems, i.e., precision and weak signals in cities.

Rank	Shortcoming	Support (%)
1	Without environmental accessibility data	69.7
2	Map data out of date	57.6
3	Inaccuracy GPS location	54.5
4	Weak signal of GPS in urban environment	39.4

Table 2. The rank of the frequency of the 4 given GPS Shortcomings

2.3 Discussions

It seems there were a considerable number of blind individuals (36%) and low vision individuals (21.2%) who needed sighted companions while travelling outdoor. It is important to improve their independent mobility via building accessible public facilities and developing varying assisted tools.

Due to a high acceptance of mobile phones (including smart phones) and nowadays ubiquitous wireless networks, various mobile phone based applications can be one of promising directions to improve mobility. Apart from accessible GPS navigation systems, like *Ariadne GPS* (2015), blind and visually impaired people would use mobile phones to detect traffic lights in the *Crosswatch* system (Ivanchenko et al., 2008), to answer daily questions in the *VizWiz* system (Bigham et al., 2010), and to detect obstacles (Tapu et al., 2013). Certainly, an accessible user interface is required for such applications.

In current GPS navigation systems, it is very helpful to contain special environmental accessibility information for blind and visually impaired individuals. Crowd-sourcing based approaches can be one of low-cost and effective methods to collect various accessible data of geographic features, like accessing information about points of interest in *Blindsquare* (2015) and entrances in unfamiliar areas (Zeng & Weber, 2015).

3 Conclusion

This paper presents the results of our ongoing survey about blind and visually impaired people's outdoor mobility experiences. 97 subjects participated the survey. It is found that a considerable number of blind and visually impaired people did not have frequent and independent outdoor journeys. The results indicated that the current GPS navigation systems

have problems to provide up-to-date map data and environmental accessibility data for the disabled. Considering a high acceptance of mobile phones, accessible mobile phone based applications can be one of promising directions to help blind and visually impaired people travel independently and safely. The survey will continue in developed countries, and the differences between developing countries and developed countries will be reported in the future.

References

- Ariadne GPS system (2015): <http://www.ariadnegps.eu/>, last access: June 30th. 2015.
- Bayer, N.L. & Pappas, L., (2006). Accessibility Testing: Case history of blind testers of enterprise software. Technical Communication, Vol.53, No.1, pp.32-35.
- Beale, L., Field, K. Briggs, D. Picton & P. Matthews, H., (2006). Mapping for wheelchair users: route navigation in urban spaces. The Cartographic Journal, 2006, 43, (1), pp. 68-81
- Bigham, J. P., Jayant, C., Ji, H., Little, G., Miller, A., Miller, R.C., Miller, R., Tatarowicz, A., White, B., White, S. & Yeh, T., (2010). VizWiz: Nearly real-time answers to visual questions. In Proc. of UIST'10, ACM Press (2010), 333-342.
- Blindsquare system (2015): <http://blindsquare.com/>, last access: June 30th. 2015.
- Ivanchenko, V., Coughlan, J. & Shen, H., (2008). Crosswatch: A camera phone system for orienting visually impaired pedestrians at traffic intersections. In Proc. of ICCHP 2008, 1122 – 1128.
- Manduchi, R. & Kurniawan, S. (2011). Mobility-related accidents experienced by people with visual impairment. Research and Practice in Visual Impairment and Blindness, 4(2), 44-54.
- Meyers, A.R., Anderson, J. J., Miller, D. R., Shipp, K. & Hoenig, H., (2002). 'Barriers, facilitators, and access for wheelchair users: substantive and methodological lessons from a pilot study of environmental effects', Social Science & Medicine, 2002, 55, (8), pp. 1435-1446
- Tapu, B., Mocanu, B., Bursuc, A. & Zaharia, T., (2013). A smartphone-based obstacle detection and classification system for assisting visually impaired people. In Proc. of ICCVW 2013, 444 - 451.
- van Puffelen, C., van der Geest, T. & van der Meij, H., (2008). The use of digital skills by visually disabled people to participate in society. In Proc. of IADIS International Conference ICT, Society and Human Beings 2008, 85 - 90.
- West, S. K., Rubin, G.S., Broman, A.T., Munoz, B., Bandeen-Roche, K. & Turano, K. (2002). How does visual impairment affect performance on tasks of everyday life? Arch Ophthalmol, 120, 774-780.
- Zeng L. & Weber.G. (2015). A pilot study of collaborative accessibility: how blind people find an entrance. In Proc. of ACM MobileHCI 2015, 24th August -27th August, 2015, Denmark.

Contact Information

Dr. -Ing. Limin Zeng (limin.zeng@tu-dresden.de), Human-Computer Interaction Group, TU Dresden.

Address: Room 1067, Nöthnitzer str. 46, 01187 Dresden, Germany

Phone: +49(0)351/463 38421

Fax: +49(0)351/463 38491

Website: <http://www.inf.tu-dresden.de/content/institutes/iai/mmc/index.en.html>

A Web-based Platform for Interactive Image Sonification

Boris Schauerte¹, Torsten Wörtwein¹, Rainer Stiefelhagen^{1,2}

Institute for Anthropomatics and Robotics, Karlsruhe Institute of Technology¹
Study Center for the Visually Impaired, Karlsruhe Institute of Technology²

Abstract

We present a web-based sonification platform that allows blind users to interactively experience a wide range of information using two nowadays widespread technologies: modern web browsers that implement high-level JavaScript APIs and touch-sensitive displays such as provided by, e.g., tablets. This way, blind users can easily access information such as, e.g., maps or graphs. Our current prototype provides a variety of different sonifications that can be switched depending on the image type and user preference. The prototype runs in Chrome and Firefox on PCs, smart phones, and tablets.

1 Introduction

The World Health Organisation estimates that 285 million visually impaired people live in the world of which 39 million are blind. The unfortunate fact that the majority of blind people lives in developing countries in combination with the aging global elderly population leads to a huge innovation pressure for affordable and intuitive tools that aid visually impaired people. With the decreasing costs of mobile computing power in the form of tablets and smart phones, computer-based assistive technologies become increasingly affordable and cheaper than traditional means of assistance. For example, blind users commonly access graphical information using tactile graphics printed by a tactile embosser, which cost between US\$1,500 and US\$150,000. For comparison, Android-powered tablets can be bought for less than US\$100 and modern web browsers are free, which makes mobile technologies interesting for cost-effective and easy-to-use assistive systems.

We present our prototype of a web-based image sonification platform. We implemented the system based on Javascript and modern Javascript APIs. This allows our system to operate on desktop PCs as well as mobile devices, with mouse and touchscreen support. We use image processing and computer vision techniques to (pre-)process the image and map the image content to sounds with support for interactive exploration of the image. The exact sonification method depends on the category of the image material and, of course, user

preferences. Our system already allows the sonification of various image categories (e.g., maps, graphs, charts, diagrams, and pictures of art) and can easily be extended to support further sonifications (e.g., different means to sonify low-level or task-specific information).



Figure 1 Our web-based sonification prototype. The image within the dashed-grey border is being sonified.

2 Related Work

Various assistive systems for blind people have been developed (Banf & Balz 2013; Su et al. 2010; Yoshida et al. 2011) that rely on a variety of different technologies such as, e.g., image processing (Yoshida et al. 2011) or crowd sourcing (Bigham et al. 2010). Turning information into auditory signals is called sonification (Hermann et al. 2011) and is a common mean to present visual information such as, e.g., maps to blind people (Su et al. 2010). Sonification systems may use different techniques of sound synthesis, which we can differentiate into two broad categories: Synthetic sounds and sounds composed with musical instruments (e.g., piano and guitar sounds) (Banf & Balz 2012; Banf & Balz 2013). As for sonification for visually impaired people, there also exist two broad categories when it comes to image sonification: Low-level sonification of arbitrary images (Banf & Balz 2012; Banf & Balz 2013; Cavaco et al. 2013), i.e. sonification of basic image properties like color (Cavaco et al. 2013) and edges (Yoshida et al. 2011), and task-specific sonification (Su et al. 2010). Furthermore, we have to differentiate between sonification methods that sonify the image as a whole and present it to the user in form of a pre-calculated audio clip (Meijer 1992) and systems that allow user interaction (Hermann & Hunt 2005), e.g. by sonifying the image area under the mouse cursor (Banf & Balz 2012; Yoshida et al. 2011). Web and mobile technologies have also been explored to assist blind people. Most prominently, Bigham et al. use the crowd to enable blind people to ask non-blind people for assistance in finding specific objects in camera images (Bigham et al. 2010).

3 System

One of our goals is to allow easy access to graphical information for blind users all over the world. For this purpose, we chose to implement our sonification system in Javascript with modern web browsers such as Firefox and Chrome as target platforms. This has several advantages: Users do not have to install software, assuming that nowadays a web browser is always available. Although there are technological differences between web browsers themselves and web browsers across platforms (e.g., Android and Windows), the sonification does not depend on the chosen platform, which means that blind users hear the same sounds regardless of whether they use a PC, tablet, or mobile phone. Both aspects mean that it is less problematic to use our system across different platforms, at work, or on another person's PC or tablet. Furthermore, since our sonification platform is a website, it can be accessed from all around the world.

Our sonification implementation relies on the W3C's Web Audio API that allows us to synthesize arbitrary sounds at runtime. In our current implementation, we only synthesize artificial sounds and do not use, e.g., musical instruments for sonification.

In general, the system follows a pipeline model (image (pre-)processing, computer vision, map the information to sound, and sound (post-)processing), of which all elements are implemented in Javascript and run in the user's browser. First, the input image is pre-processed, which for example can include blurring (e.g., to reduce noise and abstract the image details) or thresholding as preprocessing step for a distance transformation. Then, the image is first processed using image processing and computer vision methods to precompute a map that encodes the auditory signal that we present to the user at a given cursor position. Here, the exact type of image processing depends on the image category (e.g., natural images or graphs) and the user preference (i.e., what does the user want to hear?). For example, we provide the distance transform as a basic sonification for two image categories: To sonify the distance to the nearest wall when exploring floor maps and to sonify the distance to the curve of a graph, which makes it simple to follow the curve with the finger. Then, we map image information onto frequencies (e.g., luminance range to a frequency range, or distance to curve to a frequency range with a specified cut-off level) and can combine various sources of information with different combination schemes (e.g., additive mix or overtones). The generated sound is then post-processed, for example, with a Hz to mel transformation.

Additionally, we can capture click events to allow further user interaction. For example, we implemented a form of "sonar" that sonifies the distances from the current cursor position to the walls in a floor map. Moreover, we implemented a text-to-speech interface in the browser and can provide speech output to the user (e.g., the name of the color at the current cursor position).

4 Experiments

We have performed several experiments with various participants, including born blind persons. So far, all users had normal hearing and experience with touchscreens. We currently focus our development and thus experiments on three tasks:

Mathematical graphs: Allow users to identify the underlying function of a presented graph.

Charts: Allow users to interpret the information in charts such as, e.g., bar charts.

Floor maps: Allow users to navigate on floor maps, e.g. to find the way through a corridor from one room to another on such a floor map.

It is interesting that even untrained users are able to correctly solve such graph identification, chart interpretation, and floor map navigation tasks with high very accuracy (consistently higher than 80%). We asked several users to repeatedly report aspects such as intuitiveness and ease of sound interpretation. Even after few uses, the users rated our system as being highly intuitive to use and the generated sonification as being easy to interpret. These already high ratings increased further the longer the users used our system.

5 Conclusion

We presented an interactive sonification platform based on modern web technologies and off-the-shelf hardware, which means that our system is just an URL away from blind users all around the world. In preliminary experiments, we have shown that our system is intuitive to use and allows to accomplish different tasks even with a minimal amount of training.

Contact

Boris Schauerte, boris.schauerte@kit.edu, Karlsruher Institut für Technologie, Vincenz-Prießnitz-Str. 3, 76131 Karlsruhe

6 References

- Banf, M. & Blanz, V. (2012). A modular computer vision sonification model for the visually impaired. In Proc. Int. Conf. of Auditory Display.
- Banf, M. & Blanz, V. (2013). Sonification of images for the visually impaired using a multi-level approach. In Proc. Augmented Human Int. Conf.. New York: ACM.
- Bigham, J. P., Jayant, C., et al. (2010). Vizwiz: Locateit-enabling blind people to locate objects in their environment. In Proc. Computer Vision and Pattern Recognition Workshops. Piscataway: IEEE.
- Cavaco, S., Henriques, J. T., et al. (2013). Color sonification for the visually impaired. *Procedia Technology*, 9, 1048–1057.

- Hermann, T. & Hunt, A. (2005). An introduction to interactive sonification. *IEEE Multimedia*, 12
- Hermann, T., Hunt, A. & Neuhoff, J. G. (2011). *The sonification handbook*. Berlin: Logos Verlag.
- Meijer, P. B. (1992). An experimental system for auditory image representations. *Trans. Biomedical Engineering*, 39, 112–121.
- Su, J., Rosenzweig, A., et al. (2010). Timbremap: Enabling the visually-impaired to use maps on touch-enabled devices. In *Proc. Int. Conf. HCI with mobile devices and services*. New York: ACM.
- Yoshida, T., Kitani, K. M., et al. (2011). Edgesonic: image feature sonification for the visually impaired. In *Proc. Augmented Human Int. Conf.*. New York: ACM.

HaptOSM – Creating tactile maps for the blind and visually impaired

Daniel Hänßgen

University of Applied Sciences and Arts Hanover

Faculty IV – Applied Computer Sciences / Faculty II – Mechanical Engineering

Abstract

This paper describes the latest accomplishments on the current research that is based on the master's thesis "Ein System zur Erstellung taktiler Karten für blinde und sehbehinderte Menschen" (German for "A system creating tactile maps for blind and visually impaired people") (Hänßgen, 2012). The system consists of two parts. The first part is new software especially designed and developed for creating tactile maps addressing the needs of blind and visually impaired people on tactile information. The second is an embossing device based on a modified CNC (computer numerical control) router. By using OpenStreetMap-data, the developed system is capable of embossing tactile maps into Braille paper and writing film.

1 Motivation

Being able to move freely in public spaces should be a matter of course for everybody in today's society. Nevertheless, there is little opportunity, especially for the blind, to orientate themselves in advance before visiting an unknown place. Of course there are already commercial tactile maps for blind and visually impaired people available today. The most common technique for manufacturing tactile maps is called thermoforming (Perkins, 2002). But due to high production costs and long manufacturing time, those maps are limited to very few places and are rarely recreated. The map of Marburg, a city with many blind residents, is a possible example. Although a new edition was published in early 2015, 30 years elapsed between this edition and the previous one. Then, as now, it costs €99 measuring 40 by 40 centimetres (Stehlik, 2008). This price still is only possible with subsidies and a fairly high number of copies. Manufacturing a single copy of an arbitrary chosen region would cost at least €2500 (personal correspondence with the DZB <http://www.dzb.de>). During early research on this topic a high demand on inexpensive highly up-to-date tactile maps was stated by the blind community. HaptOSM project has the ambition to facilitate orientation in public spaces and buildings for blind and visually impaired people by creating tactile maps on Braille paper

writing film. Due to an almost entirely automated manufacturing process, these maps are affordable with a single copy.

2 Idea

First of all, while creating maps, the data source plays an important role. The data needs to be affordable and also should contain valuable information for the blind and visually impaired. Fortunately, map data meeting these requirements is available by the OpenStreetMap-Project (<http://www.openstreetmap.org>). Further details on OpenStreetMap-data for blind and visually impaired people can be found at the OpenStreetMap-wikipedia “OSM for the blind” (http://wiki.openstreetmap.org/wiki/OSM_for_the_blind). Covering almost all parts of the world, and being updated every minute, OpenStreetMap provides data licenced with the OpenDatabase-License (ODbL) (<http://opendatacommons.org/licenses/odbl/1.0/>). The license allows the usage of the data even for commercial purposes. OpenStreetMap data includes both traditional information about roads and frontiers as well as information especially for the blind and visually impaired, like tactile pavement surfaces, pedestrian crossings and pedestrian sound signals. The basic idea of HaptOSM project is to enable easy access for blind and visually impaired people to the free map data of OpenStreetMap.

A new method embossing braille paper and writing film has been developed. Individual tactile maps can be easily manufactured on demand with almost no human interaction needed for manufacturing. The concept includes the development and construction of the necessary hardware and in particular, the implementation of the necessary software, preparing the OpenStreetMap-data for embossing. Close details on software and hardware are stated in the following chapters.

3 Research and development

3.1 Hardware

Instead of exploring entirely new ways regarding the material out of which the maps are manufactured, it was decided to use Braille paper and writing film. The ability to understand tactile information depends on the user’s experience, exploration strategies, training and skills (Thinus-Blanc and Gaunet, 1997). Therefore, stated materials were chosen since they are familiar to most blind people. The Braille paper being used in this project is the same paper that blind books are made of. The writing film is about 0.12mm thick and made of white plastic. It is tear- and waterproof and therefore, lasts considerably longer than paper. In addition these two features make the film easier to emboss. The left side of figure 1 shows the

working prototype of the embossing machine already in use for production of tactile maps at <https://haptosm.de>.

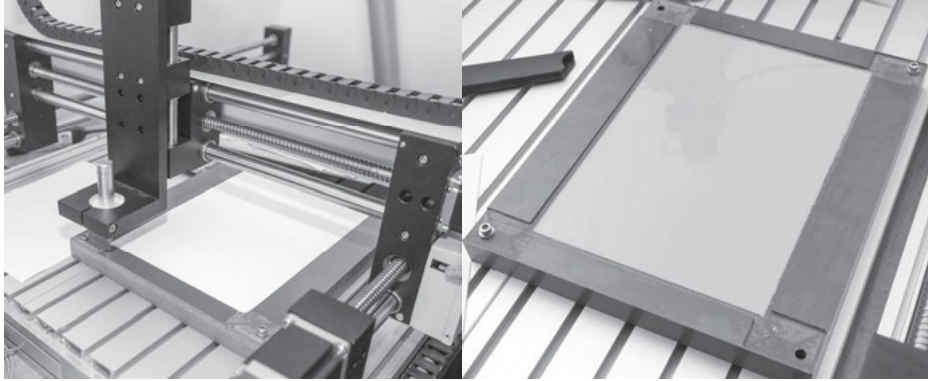


Figure 1: Prototype embossing machine and holding device

Essentially, it is a modified CNC router. Instead of the milling motor the machine has an embossing pen mounted onto the portal. The machine provides three degrees of freedom (translation in X, Y, Z direction) allowing the pen to emboss arbitrary lines and dots onto a sheet of paper or film. To secure the sheet on the machine and prevent it from moving, a special holding device was designed. The right side of figure 1 shows a close up of the device. Two areas with different depths and sizes were milled out of the plastics. The larger area has exactly the size of a DIN A4 sheet, preventing the sheet from slipping. The smaller area is about 4 mm deep and was filled out with a soft silicone, allowing the pen to emboss paper or film. The machine is working with G-Code as input. G-Code – in short – is a list of points that the machine is supposed to approach. The machine itself is controlled by LinuxCNC, an Open-Source-Software running on a special Linux designed for real-time applications (<http://www.linuxcnc.org>). The pen is simply lowered into the paper and then moved to emboss. This allows speeds of 600mm per minute using Braille paper and 1400mm per minute using writing film. On average, 10-15 minutes are required to complete a map.

3.2 Software

In addition to the hardware, software was developed that translates the OpenStreetMap-data into G-Code. The software called OSMtoCNC is written in Java and kept as modular as possible allowing easy adjustments for other data sources. OSMtoCNC takes several parameters to customize the resulting map for the user's needs. Essential parameters like location, scale and language are mandatory. Other parameters like how different kinds of streets should be represented can also be chosen to accommodate to the wishes and needs of the user. OSMtoCNC calculates the area needed upon the given parameters and accesses the OpenStreetMap-data via Overpass API (<http://overpass-api.de>). An Open-Source-Software

with powerful query language allowing very detailed selection of the map data. This data is then processed through several stages. Unfortunately, showing all stages would massively exceed the scope of this paper. The software has been thoroughly tested and is functional within desired parameters. OSMtoCNC makes use of parallel programming allowing short processing times even on multipage maps, since the pages are processed in separate threads.

3.3 Tactile elements of the map

The map was designed following the principle “Keep it simple” (Edman, 1992) and always asking the question “Is this information necessary?” (Edman, 1992). As a result, information added onto the map has to be a surplus. Bearing in mind that the resolution of the fingers are significantly lower than that of the eyes (Schiff and Foulke, 1982), only a limited amount of different symbols are used to ensure distinguishable information without confusing the user.

The tactile elements used were carefully developed in cooperation with blind personnel at the "Blinden- und Sehbehindertenverband Niedersachsen e. V. (BVN)" (Association of the Blind and Visually Impaired Lower Saxony) (<http://blindenverband.org>). They also tested the first maps. The results can be found in “Tests and conclusions”.

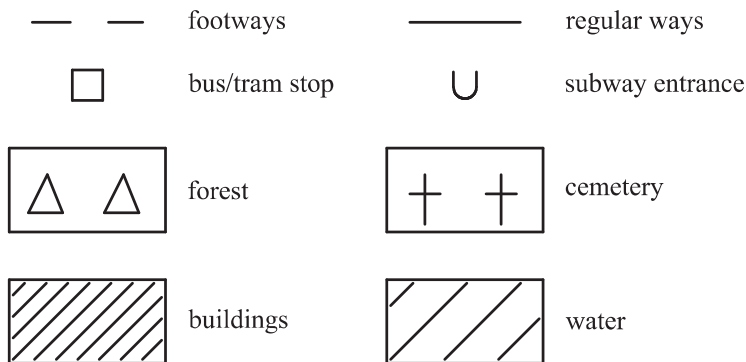


Figure 2: Tactile elements

Figure 2 shows a schematic representation of the tactile elements which are described in detail below.

Footways are rendered as dashed lines, whereas all other streets and ways are rendered as continuous lines. This differentiation might seem very simple, but since blind people are most often traveling by foot, this was stated by the BVN staff to be enough information. Of course OpenStreetMap offers a wide range of different way types. The representation of the most common types (twelve and counting) can easily be changed via configuration file, addressing special needs.

Since the machine is using an embossing pen, areas are not possible to emboss in Braille paper. The paper would tear. Therefore areas are rendered as repeating symbols. For example: A

forest is rendered as triangles pointing upwards. These are placed in a repeating pattern allowing easy recognition. An outline represents the border. This was necessary because cutting of the triangle pattern at the actual forest's border would create unknown "symbols" that would easily irritate the user. The same method is used for cemetery rendered using crosses instead of triangles.

Besides going by foot the local public transport is an important way of transportation for blind and visually impaired people. Therefore, subway station entries and bus/tram stops are displayed on the maps. Subway station entries are rendered as capital "U" whereas bus/tram stops are rendered as small squares. Of course these symbols are explained on an extra sheet or directly on the website <https://haptosm.de>.

Latest implementations into the OSMtoCNC software are buildings as well as rivers and lakes. The challenge is similar to the symbols for the forest and the cemetery because water is usually mapped as area. Buildings are rendered as an outline filled with close hatching. The distance between two lines defaults to 1mm. Water is rendered as outline filled with wide hatching, defaulting to 3mm distance between two lines. The lines are aligned at a 45 degree angle. Of course the distance between two lines and the angle are configurable.

Still in development are pedestrian crossings. The OpenStreetMap allows different kinds of mapping styles for pedestrian crossings. Finding the right unique symbols representing different kinds of crossings is still in research. For example small pedestrian crossings are just a node on a way, whereas pedestrian crossings over larger intersections are often mapped as footways across the streets. The latter are already shown on the maps of this project but unfortunately tend to confuse the user, because the information density is very high on such intersections.

4 Tests and conclusion

At the time of writing this paper, an empirical study is being planned and executed. The results of this study are going to be presented at the workshop in September. Nevertheless, tests with individuals have been made which have shown very promising results. Working close with the people at BVN, blind specialists took the map to the test. In their opinion the map has a great readability and the Braille script feels like in books for the blind.

Addressing visually impaired people is yet a work in progress. At the University of Applied Sciences and Arts Hanover a bachelor's thesis is being written, developing a plug-in for OSMtoCNC. This plug-in will then allow creating a PDF file containing basic colours representing certain areas (e.g. water being blue and forest being green). This will allow visually impaired people to use their remaining eyesight in addition to the tactile information.

HaptOSM technology is currently functional in a public beta stage and maps can already be ordered via <https://haptosm.de>.

Bibliography

- Edman, Polly K. (1992). *Tactile Graphic*. American Foundation for the Blind, 197.
- Hänßgen, D. (2012). *Ein System zur Erstellung taktiler Karten für blinde und sehbehinderte Menschen*. Hochschule Hannover – Fakultät IV – Angewandte Informatik.
- Perkins, C. (2002). *Cartography: progress in tactile mapping*. Prog. Hum. Geogr. 24 (4), 521 – 530.
- Schiff, W., Foulke, E. (1982). *Tactual Perception: a Sourcebook*. Cambridge University, Pr.7
- Stehlik, Uwe (2008). *Taktile Medien – Orientierungs- und Informationssysteme*. Marburg: Deutsche Blindenstudienanstalt e.V.
- Thinus-Blanc, C., Gaunet, F. (1997). *Representation of space in blind persons: vision as a spatial sense?* Psychological Bulletin, 121, 20 – 42.

Contact information

Daniel Hänßgen
Hochschule Hannover – University of Applied Sciences and Arts Hanover
Fakultät II – Maschinenbau
Bismarckstraße 2
30173 Hannover

Mobile: 0176-61084118
E-mail: daniel.haenssngen@hs-hannover.de
Website: <https://haptosm.de>

Towards Collaboration on Accessible UML Models

Stephan Seifermann, Henning Groenda

Software Engineering, FZI Research Center for Information Technology, Karlsruhe

Abstract

The Unified Modeling Language (UML) is one of the most used software description languages. Its graphical syntax, however, impedes visually impaired people from taking part in discussions. Editors for textual and graphical UML syntaxes exist but lack advanced support for collaborative editing. In this paper, we describe our plans on implementing a collaborative editing environment consisting of an accessible textual UML editor with state-of-the-art user support and consistency preservation mechanisms for real-time collaboration. We present our ideas to discuss their completeness or identify additional accessibility features. An industrial software engineering team that includes visually impaired engineers will evaluate our results continuously.

1 Introduction

Models are well known in the software engineering domain. They are used to model the structure, behavior, or interaction in a software system. The most commonly used modeling language is the Unified Modeling Language (UML) (OMG 2011). Users of other domains have picked up the modeling approach as well. They often use the UML or languages based on the UML such as EAST-ADL (EAST-ADL Association 2013) or AUTOSAR (AUTOSAR Development Corp. 2013) in the automotive or SysML (OMG 2012) in the systems engineering domain. Commonly, users read and edit models using graphical representations.

Graphical representations provide a good overview of a system and improve comprehensibility. Unfortunately, these representations are not accessible for visually impaired people. Human assistants often bridge the gap and translate the model into a textual representation, which is accessible. This process takes time and impedes real-time collaboration scenarios. Additionally, it is error-prone on updates and personnel-intensive.

There are approaches on textual representations of UML with limited coverage of the implemented UML diagram types. They usually do not provide feature-rich, accessible

editors, which are necessary for effective interaction with the model. The transfer between graphical and textual representation is often limited to one direction ignoring the changes on the other side. This prohibits collaborative editing.

In this paper, we present our realization approach of an accessible UML editor that enables the collaboration on UML models in an accessible way. The accessibility will be achieved by a textual syntax, and versatile assistive reading and editing capabilities. Model synchronization mechanisms enable collaboration. The implementation will be based upon the commonly used Eclipse integrated development environment (IDE), which's core parts are accessible (Eclipse 2013). Our results will be published as open source on GitHub (Cooperate Project Team 2015). We present our approach in order to discuss the completeness and gather ideas for additional accessibility features.

The remainder of this paper is structured as follows: Section 2 presents our approach for accessible interaction via a feature-rich textual UML editor. In Section 3, we describe the collaborative editing support via model synchronization. Section 4 discusses related work. In Section 5, we conclude and outline future work.

2 Accessible Interaction with UML Models

Reading and editing requires interaction. UML defines an abstract syntax and a graphical concrete syntax. An abstract syntax describes what information a model contains and how it is stored. A concrete syntax describes how the information is presented to users. An example is provided in Figure 1. We address accessibility by providing a concrete syntax mapping from model elements to structured text. An assistive editor complements the syntax. The following shows why a textual representation is accessible and discusses the implementation of necessary editor features for accessible interaction.

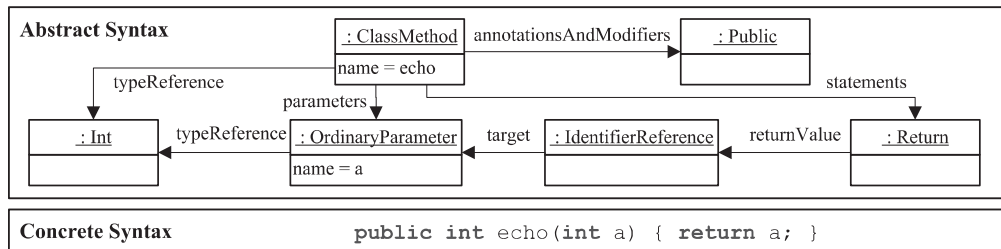


Figure 1 Representation of a Java method in concrete Java and abstract JaMoPP (Heidenreich, et al. 2009) syntax

Existing accessibility tools such as screen readers or braille displays can access textual syntax. We complement this by mapping domain-specific abbreviations, e.g. structured text, to special audio outputs for screen readers. Existing textual concrete syntaxes are limited in at least one of the categories: completeness, comprehensibility, or accessibility. For instance, miming graphical elements such as arrows with a minus and a greater symbol affects accessibility. The XML Metadata Interchange (XMI) serialization of UML models is another

inaccessible syntax: It is complete but it is not meant to be editable for humans because of the verbose XML syntax. An accessible textual concrete syntax must be concise, and allow omission of information. The latter is important to support common UML usage in discussions, in which information such as types of attributes is omitted or deferred. We plan to compare twelve existing syntaxes, determine best and worst practices, and create a new accessible syntax. Half of them are mentioned in related work.

An editor must support two use cases, which are not disjoint but have different focuses: modeling from scratch and modifying an – at least partially – existing model. When modeling from scratch, the user focuses rather on creating than on modifying a model. We identified three major assistive features that have a considerable impact on efficient accessible editing: code completion, accessible error reporting and refactoring support.

Code completion provides keywords and identifiers of elements that are syntactically allowed at the current cursor position. Thereby, users do not have to know and type the exact name of keywords or elements, which increases efficiency and leads to syntactically correct models. Human-readable references instead of technical identifiers such as randomly generated unique identifiers ease the understanding and memorization. Groupings of the code completion suggestions make suggestions more accessible in case of a large list because it is not necessary to read not-intended entries. The exact grouping depends on the UML diagram type and on the context.

Real-time error reporting allows fast fixing of issues and prohibits subsequent errors. The Eclipse IDE already provides an error view and mechanisms to show errors in text editors. We reuse this feature but improve the accessibility: If an error is detected, a non-intrusive audio notification will be issued in addition to the usual Eclipse mechanisms. The user can ignore this notification or can listen to the full error message via a shortcut. Shortcuts also simplify the navigation between error view and the corresponding model part. Additionally, the errors are separated into syntactic and semantical errors. Semantic errors are violated constraints. The separation is indicated in the error description and the audio feedback.

Refactorings allow the fast execution of common edit operations. The editor for the concrete textual syntax supports existing general refactorings such as renaming of identifiers as well as modeling-specific refactorings such as changes on a method's signature. Besides the provided refactorings, custom refactorings will be possible via extension mechanisms.

When modifying an existing model, the user spends more time on reading and understanding. Navigation and customization of the current view heavily support this. The editor will provide adjusted features of the Eclipse IDE to achieve this. For instance, links from model elements to their declaration allow fast navigation as known from programming language editors. We envision a modeling-specific search. Instead of type selection, the search executes predefined common queries such as finding all classes that implement a selected interface in a class diagram. These queries are accessible via context menus and a search dialogue. In addition to searches, commonly used jumping shortcuts such as jumping to a base class are available in context menus. Focused reading is also supported by reducing visible information using folding techniques. Shortcuts allow to fold and unfold information at the current position and indicate availability of these operations via audio feedback.

3 Collaborative Editing of UML Models

The UML is often used during discussions to communicate problems or develop ideas in a collaborative and iterative way. Graphical representations exclude visually impaired people. Using the concrete textual syntax proposed in the last section solves this problem only if a) every team member is familiar with it, and b) the changes are synchronized between all team members. In this section, we describe how our editor solves both of these problems.

We address a) by providing consistency preservation between concrete syntaxes. Each team member can choose the syntax freely. There are two fundamental approaches to keep concrete syntaxes consistent: synchronization, and a common model (see Figure 2).

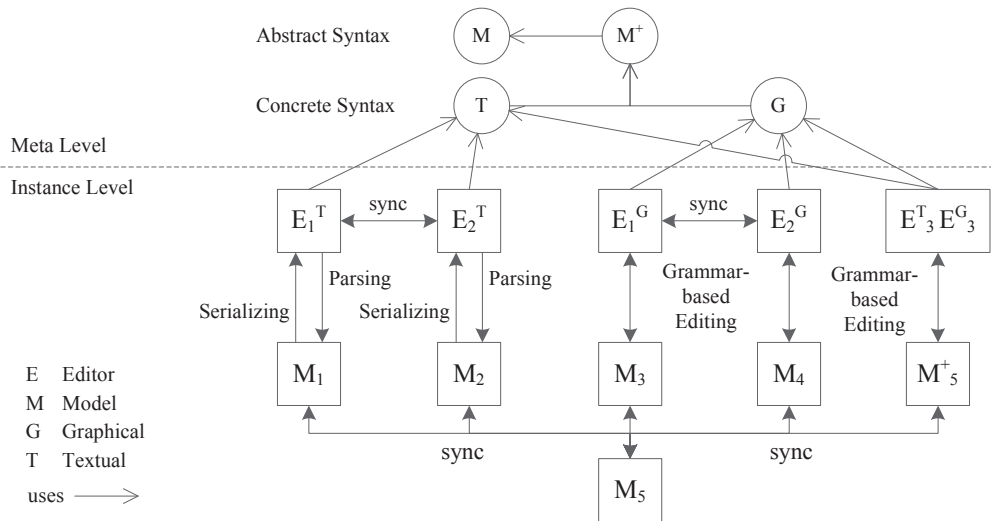


Figure 2 Methods for keeping concrete syntaxes consistent

On the meta level, the concrete syntaxes T and G are based on the abstract syntax M and M⁺ respectively. M⁺ extends M and allows storing layout information for model elements.

The common model approach shown on the right side circumvents inconsistencies by simply using the same model M⁺₅ as data source for all concrete syntaxes. This model contains all information across concrete syntaxes and is directly edited via so-called projectional editors E^T₃ and E^G₃. The editor(s) can use the syntax definition G and T even at the same time. Projectional editors ensure consistency by grammar-based editing. They limit free text editing by providing templates and predefined edit operations in case of complex changes.

The synchronization approach shown in the rest of Figure 2 keeps separate models for every concrete syntax editor and synchronizes changes between them. Textual editors E^T₁ E^T₂ using a parsing and serializing approach can be used alongside with graphical editors E^G₁ E^G₂ using grammar-based editing. The synchronization requires a considerable effort for defining the mapping between M₁, M₂, M₃, M₄, M₅, and M⁺₅. We favor this approach because of less

editing restrictions, and reusability of existing (graphical) editors. The synchronization will be based on a bijective mapping function for model and layout elements to prohibit information loss and ensure completeness. Layout information between different concrete syntaxes cannot be mapped as indicated by missing arrows between E_2^T and E_1^G in Figure 2.

Enabling concurrent real-time editing addresses b). All team members can use their own favorite (accessible) editors. We plan to build on the synchronization framework ModelBus (Fraunhofer FOKUS 2014), which already covers the synchronization of graphical layout information. We plan to use the Eclipse Shared Editing project (The Eclipse Foundation 2007) for textual layout synchronization. The synchronization will take place after every complete change automatically. A change is complete if the syntax is valid after editing. In case of concurrent editing conflicts on the same elements, a standard resolution strategy such as *last commit wins* will be applied. Additionally, we plan to integrate the modeling environment Enterprise Architect¹, which is often used in industry, via the same synchronization mechanism.

A major problem for visually impaired people is tracing synchronized changes from other team members. To make collaborative editing accessible, our editor provides a list of incoming changes that is updated automatically in real-time. A non-intrusive audio notification indicates a new entry. Shortcuts provide the navigation between the change list and affected model locations. The change list contains a comprehensive textual.

4 Related Work

There are two common approaches to make UML models accessible: Textual editors and haptic approaches. Textual editors pass the information to assistive techniques such as screen readers and braille displays. Haptic approaches use special devices to make graphical information touchable or combine navigation devices with audio output.

PlantUML (PlantUML 2015) aims for generating graphical diagrams from textual descriptions. It supports a wide range of diagrams and is already used to make the UML accessible by users of the BlindUML user group (BlindUML 2015). The examined Netbeans editor supports syntax highlighting but does not provide linking between elements, or text completion. Mixing model and layout information slows down comprehension.

Syntaxes that meme programming languages such as TextUML (Chaves 2015), Umple (Lethbridge 2014), or UMLGraph (Spinellis 2003) are developer-oriented. The editor support, however, is poor compared to common programming editors: Neither UMLGraph, nor yUML (Harris 2015) have dedicated editors. None of the remaining editors provides linking. Additionally, the Umple editor does not provide text completion.

¹ <http://www.sparxsystems.eu/enterprisearchitect/newedition/>

Earl Grey (Mazanec and Macek 2012) provides a syntax for class, sequence, and state diagrams with an editor that supports syntax highlighting, linking, code completion, and folding. Its syntax and editor are optimized for sighted people. The editor has no special features for accessibility such as audio output. It does not support synchronization and collaborative editing. This holds true for all other editors as well except for Umple.

TeDuB (Horstmann, et al. 2004) is a haptic approach and allows navigating through the hierarchical representation of UML class, use case, sequence, and state diagrams via joystick. Editing is not supported and the representation of the hierarchy cannot be adjusted. Metatla, et.al. (Metatla, et al. 2012) use a similar approach enabling collaborative editing. Unfortunately, the accessible hierarchical representation in the public available prototype could not be activated.

Tactile displays provide a haptic representation of graphical information. Loitsch and Weber (Loitsch and Weber 2012) stated that resolution and size constraints severely limit the displayable amount of information compared to graphics. Editing is not yet supported.

5 Conclusion

This paper showed our plans on implementing an accessible editing environment for UML models. Section 2 showed that a textual concrete syntax integrated in a state-of-the-art editor allows the accessible interaction with UML models. The editor's following features need adjustments for accessibility: Text completion, real-time error reporting, and modeling-specific refactorings will support the modeling from scratch. Linking, outline views, predefined common queries, and folding will support modifying existing models.

Section 3 sketched the intended support for collaborative editing of UML models in teams. We showed alternatives and opted for a solution based on a distributed editing environment consisting of multiple synchronized editor instances. The synchronization between textual and graphical editors allows free tool selection for each team member based on their specific needs. The presented accessibility features such as change histories, or audio notifications will specifically support visually impaired people.

Our next step is the detailed evaluation of the twelve existing textual syntaxes for UML with respect to accessibility impediments. In parallel, we will survey language workbenches that support implementing the features mentioned in the previous sections. The most promising workbench is used for the implementation of the sketched solution. In the midterm, the synchronization mechanisms between graphical and textual editors will be implemented.

Acknowledgements

This work is funded by the German Federal Ministry of Labour and Social Affairs under grant 01KM141108.

References

- AUTOSAR Development Corp. *AUTOSAR - Automotive Open System Architecture v4.2*. 2013. <http://www.autosar.org/specifications/release-42/> (accessed June 9, 2014).
- BlindUML. *BlindUML User Group*. 2015. <https://groups.yahoo.com/neo/groups/blinduml> (accessed June 09, 2015).
- Chaves, R. *TextUML Toolkit*. 2015. <http://abstratt.github.io/textuml/readme.html> (accessed June 09, 2015).
- Cooperate Project Team. *Cooperate Project*. 2015. <https://github.com/Cooperate-Project>.
- EAST-ADL Association. *EAST-ADL Domain Model Specification v2.1.12*. 2013. <http://www.east-adl.info/Specification/V2.1.12/html> (accessed June 9, 2015).
- Eclipse. *Accessibility*. 2013. <https://wiki.eclipse.org/Accessibility> (accessed June 8, 2015).
- Fraunhofer FOKUS. "ModelBus User Guide." 2014. <https://www.modelbus.org>.
- Harris, T. *Create UML diagrams online in seconds, no special tools needed*. 2015. <http://yuml.me> (accessed June 09, 2015).
- Heidenreich, Florian, Jendrik Johannes, Mirko Seifert, and Christian Wende. *JaMoPP: The Java Model Parser and Printer*. Technical Report, TU Dresden, 2009.
- Horstmann, M., et al. "TeDUB: Automatic Interpretation and Presentation of Technical Diagrams." *CVH'04*. 2004.
- Lethbridge, T. C. „Teaching modeling using Umple: Principles for the development of an effective tool.“ *CSEET'14*. 2014. 23-28.
- Loitsch, C., and G. Weber. "Viable Haptic UML for Blind People." *ICCHP'12*. Springer Berlin Heidelberg, 2012. 509-516.
- Mazanec, M., and O. Macek. "On General-purpose Textual Modeling Languages." *DATESO'12*. CEUR-WS.org, 2012. 1-12.
- Metatla, O., N. Bryan-Kinns, T. Stockman, and F. Martin. "Cross-modal Collaborative Interaction Between Visually-impaired and Sighted Users in the Workplace." *ICAD'12*. Georgia Institute of Technology, 2012. 164-171.
- OMG. *Systems Modeling Language (SysML) v1.3*. 2012. <http://www.omg.org/spec/SysML/1.3/>.
- . *Unified Modeling Language (UML) v2.4.1*. 2011. <http://www.omg.org/spec/UML/2.4.1/>.
- PlantUML. *PlantUML*. 2015. <http://plantuml.sourceforge.net/> (accessed June 09, 2015).
- Spinellis, D. "On the declarative specification of models." *Software, IEEE*, 2003: 96-95.
- The Eclipse Foundation. *RT Shared Editing*. 2007. https://wiki.eclipse.org/RT_Shared_Editing (accessed June 10, 2015).

Accessible Websites for the Visually Impaired: Guidelines for Designers

Annika Fecke¹, Sabine Jeleniowski², Martina Joisten¹

Fachbereich Medien, Rheinische Fachhochschule Köln¹
Digital Film and Television Production, University of York²

Abstract

Many websites are still not fully accessible for handicapped people. We argue in this paper that one reason for inaccessible websites is the lack of awareness and expertise of the people that play a major role in creating a website: web designers. To make designing accessible websites easier, we collect requirements from web designers and prototype interactive accessibility guidelines that are optimized for the needs of web designers.

1 Introduction

Web design plays a major part in ensuring that websites are accessible to all potential users. Education and training to enhance web designers' expertise in the field of accessibility is thus crucial to ensure that handicapped people are not excluded from the internet (Miesenberger & Ordner 2006). To cater for handicapped peoples' needs, web designers need tools and information on how to build websites which are accessible for all. In order to add to the available information we gathered a set of design rules regarding the accessibility for the visually impaired from existing literature and online guidelines (e.g. Cunningham 2011, Hellbusch & Probiesch 2014, Kannegießer & Prickartz 2006, WAI-ARIA, WCAG 2.0). The application of these existing rules in building and designing websites improves the accessibility of websites for the visually impaired. The rules can be applied to most web projects with minor effort and limited programming skills. Still, when web designers work on projects, accessibility is often neglected. Why does this discrepancy exist?

Prior research shows that web designers think that accessibility leads to less aesthetic designs and unwanted visual compromises (Petrie et al. 2004). They also may be unable to really assess what certain changes and decisions in a web design mean for the visually impaired user (Asakawa 2005, Tagaki et al. 2004). In a first approach to address the above question further we interviewed experienced web designers. Based on the results we prototyped a first web-

based interactive guideline that communicates the rules for accessibility and helps web designers create accessible websites for the visually impaired with reasonable effort.

2 Requirements from Expert Interviews

We interviewed five web designers in October and November 2014 in order to find out what their current expertise on accessibility for the visually impaired was. We also wanted to find out what role accessibility plays in their daily work and projects. We asked how web designers acquire new expertise and knowledge on accessibility and what would make an interactive guideline attractive for them to use.

All interview partners said that web accessibility is an important topic, but does not play a part in their daily work routine. Due to the interview partners reasons are the lack of interest on the clients' side and small budgets. Furthermore the web designers mentioned that handicapped people are a small target group and the additional work would eventually not pay off.

The web designers knowledge of accessibility is based on self-studies and learning by doing. Their main source of information is the web. They think that keeping track on web accessibility is a very time-consuming process because web standards and internet technologies are changing all the time.

The following topics were mentioned as problematic in connection with accessibility:

- a lack of understanding what visually impaired people perceive when using a website
- only few usable online sources on accessibility for visually impaired people
- no known tools to test the accessibility of a website
- aesthetic compromises and limited design options (see also Petrie et al. 2004)

The wish list for online guidelines include:

- information about perception and behavior of the visually impaired on the internet
- case studies
- examples with code-samples
- web standards and important rules
- links to tools that help testing the accessibility of the web design

One interview partner stressed that the anonymity of web users is a major reason for the lack of awareness. To be informed about how many visitors of a specific website use a screen reader would be valuable information for web designers.

3 Interactive Guidelines

Based on the literature review and the requirements from the expert interviews we prototyped web-based guidelines. The interactive prototype has been created with the animation software Hype and can be demonstrated at the workshop to show what a prospective guidelines website could look like. The website will be responsive and thus available on mobile and desktop. One approach is to help web designers see what visually impaired people experience when using the web (Asakawa 2005, Tagaki et al. 2004). The website includes samples of how visually impaired people experience websites and how they surf the web. The guidelines for accessibility include code samples and best practices.



Figure 1: Simulating the website experience of a user with diabetic retinopathy



Figure 2: Showing code examples for download

4 Conclusion

This research on informing and educating web designers on accessibility for the visually impaired is still in a very early stage. We have conducted a small qualitative study and produced a prototype that we would like to demo and discuss in the workshop. Both can be a base for further designs and research.

References

- Asakawa, Chieko (2005): *What's the web like if you can't see it?* Proceedings of the 2005 International Cross-Disciplinary Workshop on Web Accessibility (W4A). ACM, 2005.
- Cunningham, K. (2012): *Accessibility Handbook - Making 508-Compliant Websites*. Sebastopol.
- Hellbusch, J. E.; Probiesch, K. (2011): *Barrierefreiheit verstehen und umsetzen*. Heidelberg: dpunkt.verlag GmbH.
- Kannegiesser, I.; Prickartz, B. (2006): *Web-Ergonomie & Barrierefreiheit im Internet*. Bergisch-Gladbach: Edwin Ferger Verlag.
- Miesenberger, K.; Ortner, D. (2006): Raising the expertise of web designers through training—the experience of BFWD-accessible web design (barrierefreies webdesign) in austria. In: *Computers Helping People with Special Needs*. Springer Berlin Heidelberg, 2006. S. 253-257.
- Petrie, H., Hamilton, F., King, N. (2004): *Tension, what tension?: Website accessibility and visual design*. Proceedings of the 2004 international cross-disciplinary workshop on Web accessibility (W4A). ACM, 2004.
- Takagi, Hironobu, et al. (2004): *Accessibility designer: visualizing usability for the blind*. ACM SIGACCESS Accessibility and Computing. No. 77-78. ACM, 2004.
- W3C (2014): Abgerufen am 28. Okt 2014 von WAI-ARIA: <http://www.w3.org/WAI/intro/aria.php>
- W3C (2008): Recommendations. Abgerufen am 17. Nov 2014 von Web Content Accessibility Guidelines (WCAG 2.0): <http://www.w3.org/TR/WCAG20/>

Contact

Annika Fecke, Martina Joisten
 Rheinische Fachhochschule, Fachbereich Medien
 Schaevenstraße 1a/b, 50674 Köln, Deutschland
annika.fecke@oulook.de, martina.joisten@rfh-koeln.de

Annika Fecke, Martina Joisten
 Sabine Katja Jeleniowski
 University of York, Digital Film and Television Production
 Baird Lane, Heslington (East), York, YO10 5GB, UK
s.jeleniowski@gmail.com

Playing with sound and gesture in digital audio games

Dr. Sonia Fizek¹, Dr. Julie Woletz², Jarosław Beksa³

Gamification Lab, Centre for Digital Cultures, Leuphana University Lüneburg¹

Media Uselab, Centre for Digital Cultures, Leuphana University Lüneburg²

School of Computer and Mathematical Sciences, Auckland University of Technology³

Abstract

This article introduces the genre of a digital audio game and discusses selected play interaction solutions implemented in the *Audio Game Hub*, a prototype designed and evaluated in the years 2014 and 2015 at the Gamification Lab at Leuphana University Lüneburg.¹ The *Audio Game Hub* constitutes a set of familiar playful activities (aiming at a target, reflex-based reacting to sound signals, labyrinth exploration) and casual games (e.g. *Tetris*, *Memory*) adapted to the digital medium and converted into the audio sphere, where the player is guided predominantly or solely by sound. The authors will discuss the design questions raised at early stages of the project, and confront them with the results of user experience testing performed on two groups of sighted and one group of visually impaired gamers.

1 Introducing digital audio games

Have you been mesmerized in your childhood by playing the “blind man's buff”? Or maybe you always wondered why the fables read out by your parents were far more magical than their counterparts watched on the TV screen? After all, sounds have limitless potential to create beautifully immersive sceneries without the help of a single paintbrush or animated pixel. For centuries human beings have willfully got lost in the imaginary worlds of sound, from oral stories told by the fire, through music to more recent inventions, such as radio drama and audio books. With the introduction of the first computers and the ever-growing popularity of electronic entertainment, it was only a matter of time before the “blind man's

¹ The following team members participated in the project: Jarosław Beksa (lead concept design, sound design, production), Sonia Fizek (concept design support, in-game scripts), Enrique Perez (production support), Laleh Torabi (graphic design), Julie Woletz (UX testing and evaluation), Silke Laub (testing support), Sophie Jent (programming), David Scheele (programming), Marvin Töllner (programming support).

buff“ and sound-based approaches in general would be adapted to the digital medium. Contrary to popular video games, digital audio games exist primarily or solely in the world of sounds and “[...] do not rely on visuals. They generally can be played without graphics by the visually impaired” (Collins 2013, 24). It is the sonic layer that becomes the basis for gameplay mechanics and interface design.

The first attempts to build electronic audio games may be tracked to late 1970’s, when Atari designed *Touch Me*, a rhythm game on a handheld device, which became an inspiration for the popular *Simon* (1978). Although sounds played a crucial role, it was not possible to play the game and operate the device with no visuals. The player had to memorize and reproduce the sequence of four buttons lighting up with particular sounds attached to them. In 1996 another sound-based handheld playful device appeared on the market – *Bop It*. This time the interaction pattern was designed solely with audio in mind. The device featured a button, a lever, and a handle. The player’s task was to listen to the commands (Bop it, Twist it, or Pull it) and interact with respective parts of the electronic console. Interestingly, point values were also represented by various tones. The latter example, although not designed with visually impaired players in mind, could have been easily operated by them, due to its intuitive design that did not require the engagement of vision.

The potential of solely sound-based mechanics was also explored in story-driven audio games, such as *Real Sound – Kaze No Regret* (1999) created for Sega Dreamcast and Sega Saturn consoles. In 2001 *Shades of Doom*, the first Windows-based adventure title fully accessible to the visually impaired, was introduced by the GMA Games.² Inspired by the graphical game *Doom* (1993), it adapted the first-person shooter (FPS) genre to the world of sounds. The players oriented themselves in the soundscape by the echo of footsteps, the wind howling through the passages, and the subtle sounds of nearby props.

In the recent years, digital audio games have been gradually gaining popularity, also amongst visual players. Several games based on moving through space have been created, predominantly for tablets and smartphones: *Papa Sangre* (2010), *Sound Swallow* (2011), *Audio Defence: Zombie Arena* (2014), and *Blindside* (2012) for PC, amongst others. An experimental playful audio experience was developed by a Copenhagen Game Collective, using the existing commercial game controllers. In *Dark Room Sex Game* (2008) two players bring their invisible avatars to orgasm by shaking the Nintendo Wii motion controls (Oldenburg 2013). Among the games specifically developed for visually impaired people, *Finger Dance* is an original audio-based rhythm-action game (Miller et.al 2007).

With the popularization of touchscreen portable devices (smartphones and tablets), the ubiquity of mobile game platforms (e.g. App Store, Google Play, Windows Store), and the proliferation of independent game scene (“indie”), audio games seem to be entering a yet to be explored territory. More importantly, they gain a wider recognition and, as we will demonstrate, have the capacity to attract not only visually impaired but also visual players.

² The titles designed by the GMA Games in the past decade are exclusively tailored to the visually impaired community and known only in relatively small circles.

2 The Audio Game Hub prototype

In the *Audio Game Hub* (2014) multiple casual games and cross-culturally familiar playful experiences have been transferred into the audio sphere. The players may draw their audio bows in *Archery* and *Hunting*, improve their memory in *Animal Farm*, test reflexes in the multiplayer *Samurai*, or find the way out of the fearsome audio *Labyrinth*, amongst others.

The *Audio Game Hub* is a practice-led research project and a work-in-progress. A collection of eight various mini-games constitutes a perfect playground sample, as it allows for the evaluation of various interface solutions in a homogeneous interactive environment. Each of the games requires a different type of interaction pattern and audio gameplay mechanics. Another crucial aspect of the audio gameplay experience is the platform. The game has been developed for mobile touchscreen devices (iOS operating system), with an interface combining gesture-recognition with auditory instructions.

The *Audio Game Hub* interface uses a set of gestures and corner buttons, which allows the player to navigate through the available options and menu elements. A minimalistic graphical interface was implemented to reduce the entry barrier for sighted players. It can be disabled and enabled at any time. To proof that audio-only games may provide new and exciting gaming experiences for all kinds of players, this feature has been used during the user experience testing – one group of sighted players started the game with visual aids off, and another with visual aids on.

The main focus has been laid on the audio interface and different types of sounds (Friberg & Gärdenfors, 2004, 4). Each user action is represented by an interactive sound. Each game starts with an audio tutorial explaining the rules and game mechanics. An array of background, ambient sounds and various in-game character voices have been implemented to represent each of the game worlds and enhance the immersion of the player. Selected interactive sounds used in the game's menu and in individual games have been assigned to the same actions and events. This points to another crucial aspect of interactive sounds - their repeatability, which “[...] establishes an expectation that we will hear the same sound as a reaction to the same action” (Collins 2013, 33).

2.1 Main menu interface

The interface solutions have been implemented on the level of the main menu interface, and in-game interfaces. The Audio Game Hub interface constitutes the main menu of the application, which allows the player to navigate through the available options and menu (fig. 1). The options are assigned to four functional corner buttons as follows:

- The upper left corner: **Return** (to previous menu)
- The upper right corner: **Information** (additional cues corresponding to the selected menu squares or in-game content)
- The bottom left corner: **Visual mode** (visual aids on and off; for visual players)

- The bottom right corner: **Settings** (such as voice, sound effects, ambience, and music volumes)



Fig. 1: Audio Game Hub main menu interface with supporting visuals

The menu elements and corner buttons are activated by the double tap gesture. The UI elements are scalable to any screen size. When the player double taps any of the buttons, the audio description is activated. Such a feedback loop provides auditory cues, which further guide the player's actions. Each corner is also assigned a unique descriptive audio icon, which adds another level of a sonic signifier to a given option.

The gesture-based audio menu interface has been designed specifically with visually impaired in mind. Image-based cues are provided for the visual players, but they may be turned off by double tapping the Visual mode button. The menu elements may be browsed by swiping left or right. The sounds of the audio descriptions of the consecutive menu elements are placed in stereo panorama corresponding to their position in the menu. In all the games subtle whispered audio cues are available, informing about reaching a corner button or the edge of the screen. The sounds of the menu interface corner buttons have been recorded in the binaural 3D technique, which provides spatial audio representation corresponding to their physical location on the screen. "When such stimuli are presented over headphones, there is a realistic perception of auditory space [...]" (Wenzel et al. 1993, 111).

2.2 In-game interfaces

The in-game audio interfaces are discussed here with reference to two exemplary mini-games - *Animal Farm* and *Labyrinth*. The first example is a digital audio adaptation of *Memory*, an analogue card party game, also known as *Match Match* or *Pairs*, amongst others. The player's task is to find matching pairs of farm animals stored in boxes. To locate the boxes, the player moves their finger on the screen (searching for a wooden box sound).

Each box is opened by a double tap gesture, which triggers the sound of a selected animal. Matching pairs of animals are removed until there are no boxes left and the game is solved.

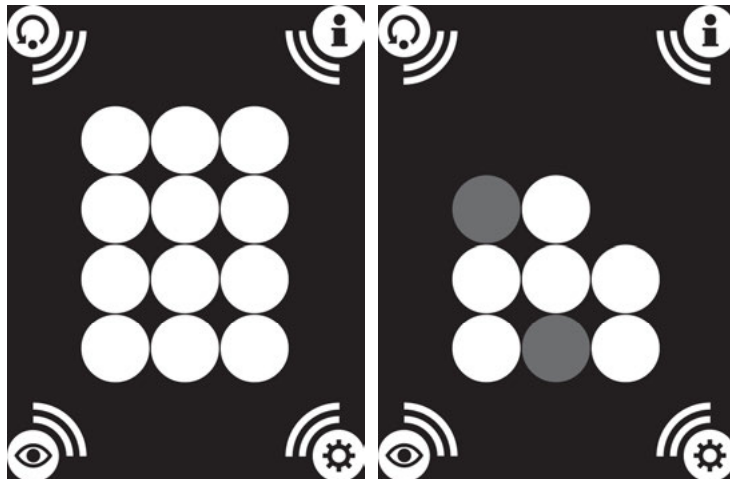


Fig. 2: *Animal Farm* in-game interface start Fig. 3: *Animal Farm* in-game interface playing

Labyrinth is a classic arcade maze. The player's goal is to find the exit by following the "guiding" sound. When getting closer to the exit, the guiding sound becomes louder. The game consists of randomly generated rooms, whose borders are drawn by sounds signifying the player stepping against a wall.



Fig. 4: *Labyrinth* in-game interface

3 User experience testing and evaluation

During the development process (using Agile method) each of the mini-games and the main user interface were preliminarily tested with sighted as well as visually impaired players.

Gathered feedback allowed the team to improve the user interface and game mechanics. At a later design stage the *Audio Game Hub* was introduced to and tested on two different groups of sighted gamers (group one of $n=12$ heavy gamers, playing at least 4 hours per week on different devices; group two of $n=12$ casual gamers, playing max. 3 hours per week mostly on mobile devices) and a third group consisting of $n=5$ visually impaired players with gaming experience. Thus, a total of 29 participants ranging from 19 to 52 years of age tested the *Audio Game Hub* during individual face-to-face interviews of 60 minutes each. To gain insights on various players' needs and interests, participants played in different modes:

- Group one of $n=12$ heavy gamers: one half of the group played with visual aids on, the other half played with visual mode off
- Group two of $n=12$ casual gamers: one half of the group played with visual aids on, the other half played with visual mode off
- Group three of $n=5$ visually impaired persons played without being able to see the screen at all

The main goal of the testing was to identify usability problems with this relatively new kind of audio interface and interactive sounds, and to evaluate how well the different types of interaction and gameplay mechanics fitted the needs and interests of the various groups of gamers. Further more, the overall user experience of each game in the *Audio Game Hub* was evaluated in a much broader sense. During the 60 minutes test interviews, participants were observed while playing and could give detailed feedback regarding aspects like quality of spoken explanations and sound clues as well as attractiveness of in-game character voices and ambient sounds, and perceived immersion and joy-of-use of each game.

Test results revealed that the majority of sighted gamers would prefer playing with visual mode off and enjoyed the unusual audio-only gaming experience. To continue playing heavy gamers expect additional levels with increasing difficulties, which are not yet implemented in the *Audio Game Hub*. Although some usability aspects still need to be improved, visually impaired gamers found their needs and interests well met and praised the perceived joy-of-use. Furthermore, testing showed that sound centered gameplay mechanics like acoustic orientation in the *Labyrinth*, aiming with sound clues in *Archery*, or using sound memory in *Animal Farm* are perceived as challenging especially for sighted players, but received best feedback. All user groups emphasized the importance of good ambient sounds and voice design and its influence on the overall gaming experience.³

4 Conclusion

We need to realize that the potential of audio games is not a stable indicator and depends on various factors, surpassing the gameplay design itself. The interactive digital entertainment

³ A full report of the user experience testing report is forthcoming.

has matured over the past few decades. An independent scene focused on the development of experimental projects is also contributing to the growing popularity of audio games.

The potential of audio gaming is also increasing due to the constant improvements in technology. Since sound-based games do not need to rely on visual elements and big screens, mobile devices seem to be perfect solutions. The invention of a smartphone in the late 2000's opened new possibilities for audio game designers. The ease of access to mobile digital content platforms, such as App Store, Google Play, and Windows Store should also be acknowledged. On the other hand, visually impaired players, thanks to more ubiquitous and intuitive digital technologies and devices, seem to be entering a lower usability barrier than ever before.

References

- Collins, K. (2013). *Playing with sound: a theory of interacting with sound and music in video games*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Friberg, J., Gärdenfors, D. (2004). Audio Games: New perspectives on game audio. In: *Proceedings of the 2004 ACM SIGCHI International Conference on Advances in computer entertainment technology*. Jumanji, Singapore 2004, 148-154.
- GMA Games. Available at: <http://www.gmagames.com/ourgames.shtml>. Accessed 17 June 2015.
- Miller, D., Parecki, A. & Douglas, S. A. (2007). Finger dance: a sound game for blind people. In: *Assets '07: Proceedings of the 9th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*, New York, NY, USA: ACM, 2007, 253–254.
- Oldenburg, A. (2013). Sonic Mechanics: Audio as Gameplay. In *Game Studies.org*, 13(1). Available at: http://gamestudies.org/1301/articles/oldenburg_sonic_mechanics. Accessed 17 June 2015.
- Wenzel, E. M., Arruda, M., Kistler, D. J., & Wightman, F. L. (1993). Localization using non-individualized head-related transfer functions. *Journal of the Acoustical Society of America*, 94(1), 111–123.

Contact

Dr. Sonia Fizek

Gamification Lab, Centre for Digital Cultures (CDC), Leuphana Universität Lüneburg
Scharnhorststraße 1, 21335 Lüneburg, Germany
Soniafizek@soniafizek.com

Dr. Julie Woletz

Media Uselab, Centre for Digital Cultures (CDC), Leuphana Universität Lüneburg
Scharnhorststraße 1, 21335 Lüneburg, Germany
Woletz@inkubator.leuphana.de

Jarosław Beksa

School of Computer and Mathematical Sciences, Auckland University of Technology
Wakefield St 2-14, 1010 Auckland, New Zealand
jarek.beksa@gmail.com

Das BCI für die Arbeit von morgen: Zukunftsperspektiven der Neuroarbeitswissenschaft

Das BCI für die Arbeit von morgen: Zukunftsperspektiven der Neuroarbeitswissenschaft

1 Einleitung

Das interdisziplinäre Forschungsgebiet der „Neuroarbeitswissenschaft“ gilt als Zukunftsfeld mit großen Potenzialen für Wissenschaft und wirtschaftliche Praxis. Es fusioniert die beiden Bereiche der Neurowissenschaften, die sich mit den neuronalen Aktivierungsmustern und Funktionen des Gehirns beschäftigt, und der Arbeitswissenschaft, die Verhaltensdaten und psychologische Erkenntnisse dazu nutzt, um Arbeitsumgebung effektiv und sicher zu gestalten.

In unserer zunehmend digitalisierten und dynamischen Arbeitswelt werden Aufgaben immer öfter von technischen Arbeitsmitteln übernommen oder unterstützt. Die Beschäftigten sind dadurch gezwungen, sich verstärkt mit diesen Systemen und deren Integration in ihren Arbeitsalltag auseinanderzusetzen. Die nutzergerechte Gestaltung der Schnittstellen zwischen Mensch und Technik gewinnt zunehmend an Bedeutung, denn nur eine nahtlose und intuitive Integration digitaler Arbeitsmittel in den Arbeitsalltag führt letztendlich auch zu einer Produktivitätssteigerung und trägt gleichzeitig dazu bei, dass Wohlbefinden der Beschäftigten zu erhalten (Kahneman 1999; Spath et al. 2010). Die Systeme sollen den Nutzer unterstützen und nicht durch ihre eigene Komplexität aufhalten oder behindern, den Nutzer bei der Arbeit motivieren anstatt ihn zu frustrieren und ihm positive Arbeitserlebnisse bescheren (vgl. Jameson 2009). Diese positiven Erlebnisse in der täglichen Mensch-Technik Interaktion sind sowohl für das Individuum wie auch die Organisation äußerst wichtig: Aus arbeitswissenschaftlicher Sicht wirken sie positiv auf das Kompetenzerleben und die psychische Gesundheit und können zudem Ursache für motiviertes Handeln, gesteigerte Produktivität und Arbeitszufriedenheit sein (Deci & Ryan 2002; Hassenzahl 2008; Spath et al. 2010).

Das Brain-Computer Interface (BCI) bietet eine neue Form der Schnittstelle zwischen Mensch und Technik, die sowohl zur aktiven Steuerung eines Systems als auch zur passiven Überwachung/ Beobachtung (z.B. Monitoring) der Hirnsignale eingesetzt werden kann. Weiterhin bietet das BCI die Möglichkeit Veränderungen des Erlebens *während* der Techniknutzung zu erfassen, was durch subjektive Methoden (z.B. Fragebögen) alleine nicht

möglich ist da diese unmittelbar *nach* der Techniknutzung eingesetzt werden. Somit liegt zwischen Erlebnis und Messung ein kognitiver Bewertungsprozess, der zu Verzerrungen und Attributionsfehlern (Zuschreibung bestimmter Eigenschaften) führen kann (Amelang & Schmidt-Atzert 2006).

Zurzeit werden BCIs vor allem für therapeutische Zwecke im medizinischen Bereich (z. B. Neurorehabilitation und Neurofeedback Training von Patienten) eingesetzt (Birbaumer et al. 1999; Kübler et al. 2005; Vukelić et al. 2014; Vukelić and Gharabaghi 2015), sie weisen aber durchaus große Potenziale zum Einsatz mit gesunden Menschen im Allgemeinen und in der Mensch-Technik Interaktion im Besonderen auf (Hirshfield et al., 2009). Besonders interessant für den arbeitswissenschaftlichen Kontext sind in diesem Zusammenhang die Erfassung und Interpretation von Wahrnehmungsprozessen, Informationsverarbeitung, Aufmerksamkeit, mentale Arbeitsbelastung und emotionales Nutzungserleben. Eine Einbeziehung dieser Faktoren in die Gestaltung von Mensch-Technik Schnittstellen auf Basis anderer Methoden der Arbeitswissenschaft (subjektive und behaviorale Verfahren) gestaltet sich äußerst schwierig, da diese nur beschränkt zur Erfassung kognitiver Prozesse während der Interaktion eingesetzt werden können.

2 Themen

Trotz der oben genannten Vorteile kommen BCIs bislang wenig in der Arbeitswissenschaft zum Einsatz und es gibt noch einige offene Fragen, in deren Zusammenhang der Nutzen neurowissenschaftlicher Methoden für die Arbeitswissenschaft durchaus kontrovers diskutiert werden kann. Diese lassen sich in folgende drei Themenfeldern gliedern:

- **Zukunftsperspektiven des BCI**
Welche Einsatzpotenziale und welchen Mehrwert bietet das BCI? Welche Aufgaben kann/ sollte ein BCI übernehmen? Wie kann das BCI in den Arbeitsalltag integriert werden?
- **Grenzen des BCI**
Welche technischen, wirtschaftlichen oder sozialen Grenzen gibt es bei der Integration des BCI in den Arbeitsalltag? Welche ethischen Bedenken gibt es?
- **Akzeptanz des BCI**
Wie wird die momentane Akzeptanz eingeschätzt? Wie kann man die Akzeptanz erhöhen? Wie muss ein BCI gestaltet sein, um von den Nutzern akzeptiert zu werden?

Der Workshop soll den Austausch verschiedener Forschungsfelder über mögliche Einsatzpotenziale, Akzeptanz, Grenzen und Zukunftsperspektiven des BCI in der modernen Arbeitswelt fördern. Die Teilnehmer sollen ihr Expertenwissen zu ihrem jeweiligen Themenfeld, ihre Erfahrungen oder ihren persönlichen Standpunkt zu den oben aufgeführten Themenfeldern in Form eines Kurzvortrags in die Diskussion einbringen und gemeinsam in interdisziplinären Kleingruppen Lösungsideen und – konzepte für „das BCI für die Arbeit von morgen“ erarbeiten.

3 Literatur

- Amelang, M., & Schmidt-Atzert, L. (2006) *Psychologische Diagnostik und Intervention*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Birbaumer, N., Ghanayim, N., Hinterberger, T., Iversen, I., Kotchoubey, B., Kübler, A., et al. (1999). A spelling device for the paralysed. *Nature*, 398(6725), 297-298.
- Deci, E., & Ryan, R. (2002). *Handbook of self-determination research*, Rochester, NY: University of Rochester Press.
- Hassenzahl, M. (2008). User Experience (UX): Towards an experiential perspective on product quality, In: *IHM '08: Proceedings of the 20th French-speaking conference on Human-computer interaction*.
- Hirshfield, L.M., Solovey, E.T., Girouard, A., Kebinger, J., Jacob, R.J.K., Sassaroli, A., Fantini, S., 2009. Brain measurement for usability testing and adaptive interfaces: an example of uncovering syntactic workload with functional near infrared spectroscopy. *ACM Press*, p. 2185. doi:10.1145/1518701.1519035
- Kahneman, D. (1999). Objective Happiness. In D. Kahneman, E. Diener, & N. Schwarz (Eds.), *Well-being. The foundations of hedonic psychology* (pp. 3–25). New York: Russell Sage Foundation Press.
- Kübler, A., Nijboer, F., Mellinger, J., Vaughan, T. M., Pawelzik, H., Schalk, G., et al. (2005). Patients with ALS can use sensorimotor rhythms to operate a brain-computer interface. *Neurology*, 64(10), 1775-1777.
- Spath, D., Peissner, M., & Sproll, S. (2010). Methods from neuroscience for measuring user experience in work environments. In: *Proceedings of the International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE '10)*.
- Vukelić, M., Bauer, R., Naros, G., Naros, I., Braun, C., Gharabaghi, A., 2014. Lateralized alpha-band cortical networks regulate volitional modulation of beta-band sensorimotor oscillations. *NeuroImage* 87, 147–153.
- Vukelić, M., Gharabaghi, A., 2015. Oscillatory entrainment of the motor cortical network during motor imagery is modulated by the feedback modality. *NeuroImage* 111, 1–11.

4 Über die Organisatoren

Kathrin Pollmann arbeitet als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT der Universität Stuttgart. Bereits im Rahmen ihres Master-Studiums der Mensch-Technik Interaktion konnte sie fundierte Kenntnisse und praktische Erfahrungen in den Bereichen Psychologie, Nutzerforschung und User Experience Design sammeln. In der Abteilung Human-Computer Interaction des IAT beschäftigt sie sich vor allem mit kognitiven, motivationalen und emotionalen Faktoren der Mensch-Technik Interaktion und der Erfassung von User Experience mit Hilfe von neurowissenschaftlichen Methoden.

Dr. Mathias Vukelić arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT der Universität Stuttgart. Mathias studierte Biomedizinische Technik mit Fokus Neural Engineering wobei er fundierte Kenntnisse der neuronalen Signalanalyse und Modellierung sowie neuronaler Schnittstellentechnologien sammeln konnte. Nach seinem Masterabschluss arbeitete er als Stipendiat und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Tübinger Exzellenzcluster, dem Werner Reichardt Centrum für Integrative Neurowissenschaften. Im Rahmen der komplementären Graduate School der International Max Planck Research School Tübingen, legte er auch seine Dissertation in den Neurowissenschaften über das Thema BCI zur Neurorehabilitation bei chronischen Schlaganfallpatienten ab. In der Abteilung Human-Computer Interaction des IAT widmet er seine wissenschaftliche Neugier und Leidenschaft der Erforschung und Identifikation von Aktivierungsmustern des Gehirns, die kognitiven sowie emotionalen Zuständen der Bedürfnisbefriedigung (positive Emotionen) bzw. Ablehnung (negative Emotionen) des Menschen bei der Interaktion mit Technologie zugrunde liegen.

Mit der Kraft der Hirnaktivität die Arbeitswelt von Morgen bewegen: Was wird in Zukunft mittels Brain-Computer Interfaces möglich sein?

Mathias Vukelić

Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement, Universität Stuttgart

Zusammenfassung

Innovative Neurotechnologien, wie das Brain-Computer Interface (BCI), bieten eine neue Form der Kommunikation zwischen Mensch und Technik. Passive BCIs, welche auf implizite nicht-intendierte Befehle des Nutzers zur Steuerung eines Systems abzielen, versprechen ein großes Potenzial um die zugrundeliegende Mensch-Technik Interaktion grundlegend zu verbessern. Durch die Kombination multimodaler neuronaler Messmethoden können somit in Zukunft adaptive kontext-sensitive technische Systeme entwickelt werden, welche den Nutzer pro-aktiv unterstützen, indem das Systemverhalten den Bedürfnissen und Erwartungen des Nutzers angepasst werden kann. Durch *nutzerzentriertes Design* von BCIs, als auch die voranschreitende Mobilität und Miniaturisierung der neurophysiologischen Messmethodik können in Zukunft die derzeitigen Probleme angegangen werden, um das BCI praktikabel für die Arbeit von morgen zu gestalten.

1 Einleitung

In unserer modernen Arbeitswelt sind wissenschaftliche Erkenntnisse, die zum Verständnis und zur Verbesserung der Interaktion zwischen Mensch und Technik beitragen und damit eine effiziente Steuerung, Überwachung und Nutzung technischer Systeme durch den Menschen ermöglichen, von zentraler Bedeutung (Spath, Peissner, & Sproll 2010). Die Neuroarbeitswissenschaft vereinigt Methoden aus den Arbeitswissenschaften und Neurowissenschaften und stellt den Menschen in seinen natürlichen Arbeitsumgebungen in den Vordergrund der Forschungsbetrachtung (Parasuraman & Wilson 2008). Zur Erforschung der Aktivierungsmuster im Gehirn werden zunehmend nicht-invasive neuronale Messmethoden, welche zum einen die metabolischen Prozesse, die im Zusammenhang mit

neuronalen Mustern (funktionelle Magnetresonanztomographie und funktionelle Nahinfrarotspektroskopie) stehen, als auch solche welche direkt die elektrische Aktivität (Elektroenzephalographie) erfassen. Diese rasche Technologieentwicklung in den Neurowissenschaften bietet eine neue Form der Schnittstelle zwischen Mensch und Technik, das Brain-Computer Interface (BCI). Ein BCI bietet die Möglichkeit der Kommunikation ohne die aktive Beteiligung des Menschen, indem es neuronale Aktivitätsmuster in Echtzeit ableitet und mittels Verfahren des Maschinellen Lernens klassifiziert und diese Signale in artifizielle Kommandos zur Ansteuerung eines technischen Systems übersetzt (Wolpaw et al. 2002).

2 Zukunftsperspektiven des BCI

Die Hauptziele der BCI-Forschung lagen in den letzten zwei Jahrzehnten vor allem darin, Unterstützungssysteme für Menschen mit starken körperlichen Beeinträchtigungen, wie z.B. nach einem Schlaganfall oder Locked-in Patienten, zu definieren, die eine Kontrolle über ein technisches System erlauben oder als Kommunikationsmedium genutzt werden können (Birbaumer et al. 1999; Kübler et al. 2005). Trotz diverser Vorteile entwickelt sich eine zunehmende Lücke zwischen dem potenziellen Nutzen und dem wirklichen Mehrwert, welche diese Technologie derzeit bietet. Derzeit bestehen immer noch erhebliche Anforderungen, um das BCI als praktikables Tool für „*Real World*“ Anwendungen zu gestalten. Hierbei werden vor allem der hohe kognitive Aufwand während der Nutzung, Miniaturisierung der Messmethodik, „*BCI illiteracy*“ (BCI Analphabetismus), sowie die aufwendige Kalibrierung des Systems als Hauptprobleme angesehen (Blankertz et al. 2010; Grosse-Wentrup, Schölkopf, & Hill 2011; Zander & Kothe 2011; Zander & Jatzev 2012).

Durch die Erweiterung der Kategorisierung aktueller BCI-Technologien um den Begriff des „*passive BCI (pBCI)*“ (Zander & Kothe 2011) erschließt sich ein neues Anwendungsfeld im Bereich der Human-Machine Interaction (HMI), in dem Hirnsignale in einen geeigneten Kontext gestellt werden können und diese Hirnaktivität so interpretiert wird, damit das Verhalten des Systems entsprechend dem Nutzer angepasst werden kann. pBCIs zielen nicht auf die direkte Steuerung des Systems durch intendierte Befehle des Nutzers ab, sondern leiten Informationen über versteckte Aspekte des Hirnzustandes des Nutzers ab, die der Maschine bereitgestellt werden können, um die zugrundeliegende Mensch-Technik Interaktion (MTI) zu verbessern. Dieser passive Input-Kanal könnte in Zukunft sinnvoll zu einem HMI hinzugefügt werden, ohne dass der kognitive Aufwand des Nutzers steigt, da solch eine MTI inhärent die Aufmerksamkeit des Nutzers nicht benötigt. Situationen, in denen der Kontext des Nutzers relevant ist könnten z.B. persönliche Faktoren, wie etwa physische Aktivität, soziale Interaktion, und psychophysiologische Zustände oder Affektzustände, beinhalten. Weitere mentale Prozesse, wie z.B. Engagement, kognitive Belastung, Gedächtnis und Lernen, könnten die Dimension des Inputs für ein HMI durch kognitiv-sensitive Komponenten erweitern, um die automatisierte Adaptation des Nutzers anzupassen. Diese implizite Form der Mensch-Technik Kommunikation zielt darauf ab, kontext-sensitive technische Systeme zu entwickeln, welche den Nutzer pro-aktiv

unterstützen, indem das Systemverhalten den Bedürfnissen und Erwartungen des Nutzers angepasst werden kann (Protzak, Ihme, & Zander 2013; Zander et al. 2014).

Gerade im Hinblick auf eine verbesserte und effektivere Techniknutzung gewinnen Emotionen und Affekt zunehmend an Bedeutung (Lavie & Meyer 2010; Ringbauer, Peissner, & Gemou 2007), wobei auch schon erste Schritte in Richtung „*emotional BCI*“ und „*Real World*“ Anwendungen unternommen wurden (Hirshfield et al., 2009; Kashihara 2014; Molina, Tsoneva, & Nijholt 2009). Durch ein zunehmendes neurophysiologisches Verständnis der „*BCI illiteracy*“ während der MTI können weiterhin neue individualisierte Hirnmarker zur Klassifikation genutzt werden um die Kommunikation zu verbessern und dadurch das BCI praktikabler zu gestalten (Blankertz et al. 2010; Grosse-Wentrup et al. 2011; Vukelić et al. 2014; Vukelić & Gharabaghi 2015). Die Kombination von pBCI mit der kürzlich neu eingeführten Kategorie der *hybriden BCIs* (Pfurtscheller et al. 2010) lassen sich noch effizientere kontext-sensitive BCIs definieren. Diese besitzen das Potenzial einen größeren Anteil des im gegebenen HMI verfügbaren Informationsraums zu nutzen, um das Gesamtsystem intuitiver und reliabel zu gestalten (Fazli et al. 2012). Relevante Verbesserungen im Bereich der Miniaturisierung und Mobilität der Messmethodik sowie der Kalibrierung des Systems (De Vos & Debener 2014; De Vos, Gandras, & Debener, 2014; Zander et al. 2011; Zich et al. 2014) zeigen, dass die BCI-Technologie auch außerhalb gut kontrollierter Laborszenarien einsatzfähig konzipiert werden kann.

3 Anwendungsfelder und potenzielle Nutzer

Die BCI-Technologie hat das Potenzial diverse Applikationsmärkte anzusprechen. In einer kürzlich veröffentlichten Arbeit wurden dabei sieben Anwendungsgebiete identifiziert aus denen sich folgende Anwendungsfelder und Case Szenarios sowie deren potenzielle Nutzer ableiten lassen (Nijboer et al., 2011):

Anwendung	Konzept	Potenzielle Nutzer
Suchtkrankheiten	Echtzeit-Detektion des Suchtverlangens und anschließendes Neurofeedback	Drogen- und Alkoholabhängige, Adipositas Patienten
Assistierende Technologien	Unterstützung für physisch beeinträchtigte Personen	Locked-in Patienten, Schlaganfall Patienten
Therapie	Neurofeedback zur Anregung der Hirn-Plastizität bei geschädigtem Hirngewebe	Epilepsie, Schlaganfall, Alzheimer, Depressionen, ADHS
Monitoring	Monitoring und Klassifizierung der Hirnsignale in Echtzeit	Morbus Parkinson, Alzheimer, Epilepsie
Diagnostik	Bessere Diagnostik durch neurophysiologische Marker	Koma-Patienten, kognitiv beeinträchtigte Patienten, Morbus Parkinson
Prävention	Neurofeedback zur Reduktion von Neurodegeneration	Alzheimer, ältere Personen
Cognitive Enhancement	Neurofeedback zur Verbesserung der Kognition	Alle Nutzergruppen
Wellness	Neurofeedback zur Verbesserung der emotionalen Gefühlslage	Alle Nutzergruppen

Tabelle 1: Medizin

Anwendung	Konzept	Potenzielle Nutzer
Echtzeit-Analysen	Besseres Verständnis der Funktionsmechanismen des Gehirns	Neurowissenschaftler, Neurologen, und Neuropsychologen

Tabelle 2: Wissenschaft

Anwendung	Konzept	Potenzielle Nutzer
Computerspiele-Industrie	Neue Interaktionsmöglichkeiten durch aktive BCIs oder Verbesserung der Spielerfahrung durch passive BCIs	Spieler
Kunst	Neue Gestaltungsprinzipien	Künstler sowie alle Nutzergruppen

Tabelle 3: Unterhaltung

Anwendung	Konzept	Potenzielle Nutzer
Forensik	Monitoring von kriminellen Wissen und Intentionen	Polizei, Justizvollzugsanstalten
Militär	Monitoring von mentaler Überlastung ; Aktives BCI	Soldaten
Prozesslenkung und Prozesssteuerung	Monitoring der Aufmerksamkeit zur Weitergabe relevanter Informationen an den Nutzer	Fluglotsen, Zugführer

Tabelle 4: Sicherheit und Jurisdiktion

Anwendung	Konzept	Potenzielle Nutzer
Intelligente Benutzerschnittstellen	Adaptive multimodale (Assistenz-)Systeme die Informationen über den mentalen Zustand zur intuitiveren Nutzung erhalten	Alle Nutzergruppen

Tabelle 5: Informations- und Kommunikationstechnologie

Anwendung	Konzept	Potenzielle Nutzer
Digitale Wissensmedien	Neue Gestaltungsprinzipien in Spielen und interaktiven Lernmedien zur Verbesserung des Lernens und zur Steigerung der Hirnplastizität	Alle Nutzungsgruppen

Tabelle 6: Bildung

Anwendung	Konzept	Potenzielle Nutzer
Neuroökonomie	Verständnis bestimmter finanzieller Entscheidungen	Wirtschaftswissenschaftler, Banken, und Marketeer
Neuromarketing	Identifikation der Wirkung von Werbung, Produkten, und Medien	Alle Nutzungsgruppen

Tabelle 7: Wirtschaft

4 Ausblick

Der Ansatz des *nutzerzentrierten Design*, in dem auch Aspekte der Usability und User Experience (UX) in den Entwicklungsprozess neuer BCI-Technologien einfließen, erlaubt die Identifikation potenzieller neuer Nutzer sowie Anwendungsszenarien in denen diese Technologie von Nutzen ist (Zickler et al. 2013). Damit neue innovative BCI-Technologien entwickelt werden können müssen zukünftig weitere Aspekte wie Einfachheit, Reliabilität, und Funktionalität im Entwicklungsprozess berücksichtigt werden. Weiterhin zeigt sich durch die voranschreitende Mobilität und Miniaturisierung der neurophysiologischen Messmethodik, dass in Zukunft die derzeitigen Probleme für „*Real World*“ Anwendungen angegangen und beseitigt werden können um somit das BCI praktikabel für die Arbeit von morgen zu gestalten.

5 Schlussteil

Kontaktinformation

Dr. Mathias Vukelić
 Nobelstr. 12, D-70569 Stuttgart
 Email: mathias.vukelic@iat.uni-stuttgart.de
 Website: www.hci.iao.fraunhofer.de
 Telefon: +49 711 970 5183

Literaturverzeichnis

- Birbaumer, N., Ghanayim, N., Hinterberger, T., Iversen, I., Kotchoubey, B., Kübler, A., ... Flor, H. (1999). A spelling device for the paralysed. *Nature*, 398(6725), 297–298.
- Blankertz, B., Sannelli, C., Halder, S., Hammer, E. M., Kübler, A., Müller, K.-R., ... Dickhaus, T. (2010). Neurophysiological predictor of SMR-based BCI performance. *NeuroImage*, 51(4), 1303–1309.
- De Vos, M., & Debener, S. (2014). Mobile EEG: towards brain activity monitoring during natural action and cognition. *International Journal of Psychophysiology: Official Journal of the International Organization of Psychophysiology*, 91(1), 1–2.
- De Vos, M., Gandras, K., & Debener, S. (2014). Towards a truly mobile auditory brain-computer interface: exploring the P300 to take away. *International Journal of Psychophysiology: Official Journal of the International Organization of Psychophysiology*, 91(1), 46–53.
- Fazli, S., Mehnert, J., Steinbrink, J., Curio, G., Villringer, A., Müller, K.-R., & Blankertz, B. (2012). Enhanced performance by a hybrid NIRS-EEG brain computer interface. *NeuroImage*, 59(1), 519–529.
- Grosse-Wentrup, M., Schölkopf, B., & Hill, J. (2011). Causal influence of gamma oscillations on the sensorimotor rhythm. *NeuroImage*, 56(2), 837–842.
- Hirshfield, L. M., Solovey, E. T., Girouard, A., Kebinger, J., Jacob, R. J. K., Sassaroli, A., & Fantini, S. (2009). Brain measurement for usability testing and adaptive interfaces: an example of uncovering syntactic workload with functional near infrared spectroscopy (p. 2185). ACM Press.
- Kashihara, K. (2014). A brain-computer interface for potential non-verbal facial communication based on EEG signals related to specific emotions. *Frontiers in Neuroscience*, 8, 244.
- Kübler, A., Nijboer, F., Mellinger, J., Vaughan, T. M., Pawelzik, H., Schalk, G., ... Wolpaw, J. R. (2005). Patients with ALS can use sensorimotor rhythms to operate a brain-computer interface. *Neurology*, 64(10), 1775–1777.
- Lavie, T., & Meyer, J. (2010). Benefits and costs of adaptive user interfaces. *International Journal of Human-Computer Studies*, 68(8), 508–524.
- Molina, G. G., Tsoneva, T., & Nijholt, A. (2009). Emotional brain-computer interfaces (pp. 1–9). IEEE.
- Parasuraman, R., & Wilson, G. F. (2008). Putting the brain to work: neuroergonomics past, present, and future. *Human Factors*, 50(3), 468–474.

- Pfurtscheller, G., Allison, B. Z., Brunner, C., Bauernfeind, G., Solis-Escalante, T., Scherer, R., ... Birbaumer, N. (2010). The hybrid BCI. *Frontiers in Neuroscience*, 4, 30.
- Protzak, J., Ihme, K., & Zander, T. O. (2013). A Passive Brain-Computer Interface for Supporting Gaze-Based Human-Machine Interaction. In C. Stephanidis & M. Antona (Eds.), *Universal Access in Human-Computer Interaction. Design Methods, Tools, and Interaction Techniques for eInclusion* (Vol. 8009, pp. 662–671). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from
- Ringbauer, B., Peissner, M., & Gemou, M. (2007). From “Design for All” Towards “Design for One” – A Modular User Interface Approach. In C. Stephanidis (Ed.), *Universal Access in Human Computer Interaction. Coping with Diversity* (Vol. 4554, pp. 517–526). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from
- Spath, D., Peissner, M., & Sproll, S. (2010). Methods from Neuroscience for Measuring User Experience in Work Environments. In V. Rice (Ed.), *Advances in Understanding Human Performance* (Vol. 20105280, pp. 111–121). CRC Press.
- Vukelić, M., Bauer, R., Naros, G., Naros, I., Braun, C., & Gharabaghi, A. (2014). Lateralized alpha-band cortical networks regulate volitional modulation of beta-band sensorimotor oscillations. *NeuroImage*, 87, 147–153.
- Vukelić, M., & Gharabaghi, A. (2015). Oscillatory entrainment of the motor cortical network during motor imagery is modulated by the feedback modality. *NeuroImage*, 111, 1–11.
- Wolpaw, J. R., Birbaumer, N., McFarland, D. J., Pfurtscheller, G., & Vaughan, T. M. (2002). Brain-computer interfaces for communication and control. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 113(6), 767–791.
- Zander, T. O., Brönstrup, J., Lorenz, R., & Krol, L. R. (2014). Towards BCI-Based Implicit Control in Human–Computer Interaction. In S. H. Fairclough & K. Gilleade (Eds.), *Advances in Physiological Computing* (pp. 67–90). London: Springer London.
- Zander, T. O., & Jatzev, S. (2012). Context-aware brain-computer interfaces: exploring the information space of user, technical system and environment. *Journal of Neural Engineering*, 9(1), 016003.
- Zander, T. O., & Kothe, C. (2011). Towards passive brain-computer interfaces: applying brain-computer interface technology to human-machine systems in general. *Journal of Neural Engineering*, 8(2), 025005.
- Zander, T. O., Lehne, M., Ihme, K., Jatzev, S., Correia, J., Kothe, C., ... Nijboer, F. (2011). A Dry EEG-System for Scientific Research and Brain-Computer Interfaces. *Frontiers in Neuroscience*, 5, 53.
- Zich, C., De Vos, M., Kranczioch, C., & Debener, S. (2014). Wireless EEG with individualized channel layout enables efficient motor imagery training. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*.
- Zickler, C., Halder, S., Kleih, S. C., Herbert, C., & Kübler, A. (2013). Brain Painting: usability testing according to the user-centered design in end users with severe motor paralysis. *Artificial Intelligence in Medicine*, 59 (2), 99–110.

Brain-Computer Interfaces als Arbeitsmittel der Zukunft? – Chancen und Grenzen aus Sicht eines Interaktionsgestalters

Kathrin Pollmann

Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement, Universität Stuttgart

Zusammenfassung

In der zunehmend digitalisierten Arbeitswelt gewinnt die Gestaltung von Schnittstellen zwischen Mensch und technischem Arbeitsmittel zunehmend an Bedeutung. Brain-Computer Interfaces bieten eine Möglichkeit, die kognitiven Verarbeitungsprozesse und mentalen Zustände des Nutzers während der Interaktion mit technischen Systemen zu erfassen und diese zur Verfügung zu stellen. Mit Hilfe dieses zusätzlichen Informationskanals könnten sich die Systeme an individuelle Nutzerbedürfnisse und –anforderungen anpassen. In der vorliegenden Arbeit werden Chancen und Grenzen der Integration von Brain-Computer Interfaces in das Arbeitsumfeld für die Faktoren Mensch, Business, Technologie und Gesellschaft erläutert und Potenziale einer nutzerzentrierten Gestaltung dieser neuen Technologie diskutiert.

1 Interaktionsgestaltung für die Arbeit von morgen

In unserer zunehmend digitalisierten Arbeitswelt gewinnt das Forschungsfeld der Mensch-Technik Interaktion (MTI) immer mehr an Bedeutung. Neue technische Arbeitsmittel werden verstärkt in den Arbeitsalltag integriert. Neben dem Ausbau von Desktoparbeitsplätzen, halten Roboter Einzug in die industrielle Fertigung, Ingenieure planen und entwickeln ihre Lösungen in 3D-Umgebungen und Entfernungen von mehreren tausend Kilometern werden mit Hilfe von virtuellen Kollaborationsumgebungen überbrückt.

Interaktionsgestalten kommt im Rahmen dieser fortschreitenden technologischen Entwicklung die Aufgabe zu, Schnittstellen zwischen Nutzer und digitalen Arbeitsmitteln zu schaffen, die für den Nutzer intuitiv bedienbar sind. Neben einer effektiven und effizienten

Aufgabenerledigung im Sinne einer guten Usability, spielen hierbei gerade am Arbeitsplatz auch zunehmend kognitive Nutzerfaktoren wie Emotionen, Werte und Belastung eine wichtige Rolle. Denn ein positives Nutzungserleben kann dazu beitragen, Produktivität, Motivation und Zufriedenheit der Mitarbeiter maßgeblich zu verbessern (Hassenzahl 2008; Spath et al. 2010).

Gleichzeitig werden durch den technischen Fortschritt neue Werkzeuge und Lösungsmittel für die Interaktionsgestaltung geschaffen. Der Trend geht klar zu neuen Eingabe- und Kommunikationsformen in der MTI. Die herkömmlichen Eingabewerkzeuge Tastatur und Maus werden zwar nach wie vor genutzt, an vielen Stellen aber schon durch Touch-Technologien abgelöst. Auch Gesten und Sprache können mittlerweile relativ zuverlässig genutzt werden, um Maschinen zu steuern. Bald auch unsere Gehirnströme?

2 Mensch-Technik Interaktion mittels BCI

Aktuell geht der Trend dahin, Brain-Computer Interfaces (BCIs) aus ihrem ursprünglichen medizinischen Anwendungsfeld zu verlagern und für gesunde Probanden zu erschließen. In diesem Zusammenhang gilt es zu untersuchen, inwieweit BCIs für die MTI nutzbar gemacht werden können.

Kognitionswissenschaftler postulieren, dass soziale Interaktion und Kommunikation mit anderen Menschen vor allem deswegen funktioniert, weil wir ein mentales Modell bilden, das den aktuellen Zustand der anderen Person nachbildet (vgl. „Theory of Mind“, z.B. in Premack & Woodruff 1978, und „Simulation Theory“, z.B. in Goldman 1992). Dies ermöglicht uns, Handlungsintentionen unseres Gegenübers automatisch und in Sekundenbruchteil zu erkennen und unsere Handlungen entsprechend anzupassen (Cuijpers et al. 2006). Diese Fähigkeit fehlt technischen Systemen bislang gänzlich, denn aktuelle Modelle und Sensoren sind nicht sensibel genug, um kognitive Zustände ihrer menschlichen Interaktionspartnern zu erfassen (Zander et al. 2010). Die Schlussfolgerung liegt also nahe, dass die MTI entscheidend verbessert werden kann, wenn dem technischen System Informationen über den aktuellen mentalen Zustand des menschlichen Interaktionspartners mittels eines BCI zur Verfügung gestellt werden. Grundsätzlich sind in diesem Zusammenhang zwei interessante Anwendungsszenarien denkbar:

Zum einen können BCIs genutzt werden, um eine aktive Ansteuerung von technischen Systemen durch Gehirnaktivität zu ermöglichen (*aktives BCI*, Zander et al. 2008). BCIs wurden in der medizinischen Forschung ursprünglich für Patienten mit neuromuskulären Erkrankungen wie Amyotropher Lateralsklerose oder Wirbelsäulenverletzungen entwickelt (Birbaumer et al. 1999; Kübler et al. 2005). Diese Menschen können ihre Muskeln nicht mehr kontrollieren, die höheren kognitiven Funktionen bleiben dabei aber intakt. Für sie bieten aktive BCIs eine Möglichkeit der Kommunikation mit der Außenwelt. In ausgiebigen Trainingssessions lernen die Patienten, bewusst bestimmte Hirnsignale hervorzurufen und zu kontrollieren. Auch in der MTI könnten solche bewusst erzeugten Hirnsignale als neuer

Informationskanal eingesetzt werden, um direkt mit technischen Systemen zu kommunizieren.

Zunehmend an Attraktivität gewinnt außerdem die Idee, BCIs zur passiven Überwachung der mentalen Zustände des Nutzers einzusetzen (*passives BCI*; Zander et al. 2008). Den Maschinen könnten so ohne explizite kognitive Anstrengung des Nutzers wichtige Informationen z.B. über momentane Intentionen, Emotionen, Aufmerksamkeitszustände oder kognitive Belastungen des Nutzers übermittelt werden. Ein System, das entsprechende adaptive Funktionalitäten umfasst, könnte seine Benutzeroberfläche und Funktionen vor Ort und in Echtzeit immer wieder iterativ an den individuellen Nutzer angepasst werden, was die Interaktion nachhaltig verbessern würde.

Grundsätzliche Visionen zur Nutzbarmachung von BCIs für die MTI im Allgemeinen und den Einsatz im Arbeitsalltag im Speziellen sind also vorhanden. Es bleibt allerdings zu untersuchen, inwieweit diese Ideen zum jetzigen Zeitpunkt bereits umsetzbar sind.

3 Chancen und Grenzen des BCI

Bei der Einschätzung des Erfolgs eines innovativen Produkts werden im menschenzentrierten Ansatz des Design Thinking drei Faktoren herangezogen, deren Schnittmenge das Erfolgspotenzial des Produkts widerspiegelt (vgl. Abbildung 1): Von großer Bedeutung ist der Mensch mit seinen Wünschen und Bedürfnissen. Aber ob ein Produkt tatsächlich das Potenzial hat, ein Erfolg zu werden, hängt auch von seiner technischen Umsetzbarkeit und Rentabilität ab. Wenn es um die Messung von Gehirnströmen geht, spielt zudem der gesellschaftliche Rahmen inklusive ethischen, rechtlichen und politischen Fragestellungen eine entscheidende Rolle dafür, ob das Produkt Marktreife erreicht.

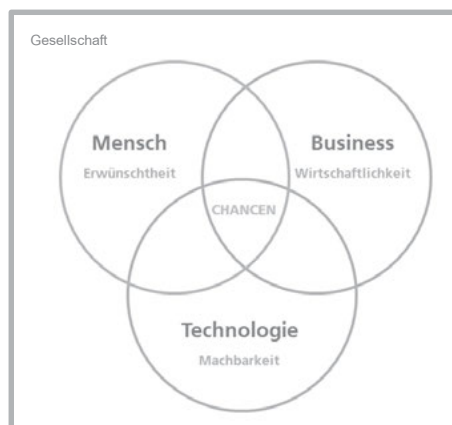


Abbildung 1. Chancen für das BCI als Innovation in der Arbeitswelt (in Anlehnung an Kelley & Kelley 2013)

Um den tatsächlichen Mehrwert einer BCI-Anwendung als Schnittstelle für digitale Arbeitsmittel zu bewerten, gilt es zunächst ihre Potenziale und Grenzen bezüglich der genannten Faktoren herauszustellen.

3.1 Technologie – was ist möglich?

Zur Umsetzung eines BCI in einer natürlichen Interaktionsumgebung wie dem Arbeitsplatz werden Technologien benötigt, die nicht-invasiv, kostengünstig, mobil und sicher sind (Tan & Nijhold 2010). Diese Kriterien werden momentan nur von zwei neurowissenschaftlichen Messverfahren erfüllt: Vorrangig wird zur Umsetzung von BCIs die Elektroenzephalographie (EEG) verwendet, mit deren Hilfe die elektrische Aktivität im Kortex erfasst werden kann. Alternativ (oder ergänzend) hat sich aber die funktionelle Nahinfrarotspektroskopie (fNIRS), als geeignetes Verfahren zur Erfassung von Hirnaktivität erwiesen, wobei diese indirekt über den Sauerstoffgehalt im Blut abgeleitet wird. Beide Verfahren erscheinen grundsätzlich zum Einsatz während der MTI geeignet, der Einsatz außerhalb von Laborräumen ist aber aktuell noch nicht uneingeschränkt möglich.

Die *Mobilität* dieser Technologien wurde in den letzten Jahren stetig erhöht und die Tendenz geht zu einer weiteren *Miniaturisierung* der Hardware, insbesondere der kopfgetragenen Messeinheit, um die Nutzbarkeit für Anwendungsgebiete außerhalb der Medizintechnik zu steigern (z. B. De Vos et al. 2014). Inwieweit die BCI-Sensorik aber letztendlich verkleinert werden kann, hängt neben der technischen Machbarkeit auch von der Verortung der kognitiven Verarbeitungsprozessen ab, die erfasst werden sollen.

Bei der *Leistungsfähigkeit* der Geräte scheint noch Verbesserungsbedarf zu bestehen. Bei Labor-Untersuchungen sind die Geräte immer nur über Zeiträume von wenigen Stunden in Betrieb. Wie sich ein Langzeitgebrauch über einen kompletten Arbeitstag hinweg realisieren lässt, muss noch untersucht werden. Auch die Länge der Kalibrierungszeiten erschwert den Einsatz am Arbeitsplatz: Beim BCI fallen derzeit für die Kalibrierung 5-20 Minuten an (Blankertz et al. 2006).

Auch die *Echtzeitanalyse* der Daten, ohne die eine sofortige Berücksichtigung der erfassten Hirnzustände in der Interaktionsgestaltung nicht realisieren lässt, ist noch nicht endgültig gelöst. In diesem Zusammenhang müssen auch Lösungen für die Reduzierung von *Bewegungsartefakten* erarbeitet werden, für die gerade das EEG-Signal sehr anfällig ist, die sich aber bei der aktiven Arbeit kaum vermeiden lassen (Fatourechi et al. 2007).

3.2 Business – was ist profitabel?

Im Rahmen der Digitalisierung werden Prozesse in Unternehmen aus fast allen Branchen zunehmend automatisiert. Zum aktuellen Zeitpunkt können Maschinen die Mitarbeiter allerdings noch nicht komplett ersetzen, sondern nehmen ihnen Teilaufgaben ab oder arbeiten ihnen zu. Der Mensch stellt auch weiterhin eine wichtige Ressource für das Unternehmen dar – insbesondere weil Wissensarbeit in allen Branchen immer wichtiger wird. Das Unternehmen hat daher durchaus ein großes Interesse daran, die Gesundheit,

Arbeitsfähigkeit, Produktivität und Innovationsfähigkeit der Mitarbeiter über einen langen Zeitraum hinweg zu erhalten und zu stärken.

BCI-Anwendungen haben das Potenzial, diesen Prozess zu unterstützen: Wie hoch die kognitive Belastung bei der Bearbeitung einer oder mehrerer Aufgabe(n) ist, kann der Nutzer selbst oft nicht richtig einschätzen. Ein System, das über die Hirnsignale des Nutzers seinen Belastungszustand ableiten kann, könnte Überbeanspruchungen direkt entgegenwirken und z.B. den Nutzer über seinen Zustand informieren und entlastende Maßnahmen vorschlagen oder eine automatische Anpassung des Systemverhaltens initiieren. Auch Informationen über kognitive Prozesse wie emotionales Erleben oder Aufmerksamkeit können genutzt werden, um die Interaktionsgestaltung noch während der MTI nutzerzentriert zu verbessern, dadurch Stresssituation zu reduzieren und Wohlbefinden und Resilienz zu erhöhen.

Zur Einschätzung des tatsächlichen Mehrwerts des Einsatzes von BCIs im Arbeitsalltag fehlen aber momentan noch messbare Erfolgsgrößen. Eine Verbesserung des Zustands der Mitarbeiter wirkt sich kurzfristig nicht sichtbar auf den Unternehmenserfolg aus. Hier müssten Langzeitstudien durchgeführt werden, um eine signifikante Verbesserung aufzuzeigen, die dann auch das Argument für eine dauerhafte Integration von BCI-Systemen mit digitalen Arbeitsmitteln liefern könnte. Die aktuell verfügbaren Technologien sind zwar im Vergleich zu anderen Verfahren wie der Magnetresonanztomographie (MRT) relativ kostengünstig, aber trotzdem eine große Investition, wenn viele Geräte angeschafft werden sollen. Bei den hohen Anschaffungskosten und dem noch genau zu bestimmenden Nutzen für Unternehmen, scheint die Integration von BCIs in den Arbeitsalltag zum jetzigen Zeitpunkt also wenig profitabel. Es stellt sich außerdem die Frage, ob vergleichbare Ergebnisse nicht auch mit preisgünstigeren Lösungen erzielt werden können.

3.3 Mensch – was ist erwünscht?

Nicht zuletzt entscheiden die Bedarfe und Wünsche des Nutzers darüber, ob ein Produkt die Marktreife erreicht. Die Schaffung eines „gesünderen“ Arbeitsplatzes mit Arbeitsmitteln, die sich an den individuellen Nutzeranforderungen orientieren, stellt durchaus eine erstrebenswerte Situation für die Beschäftigten dar. Allerdings gilt es abzuwägen, ob dieser Nutzen höher ist, als der Aufwand und die Einschränkungen, die mit Nutzung eines BCIs einhergehen.

Zum einen, ist der *Trainingsaufwand* für das Einlernen eines aktiven BCIs sehr hoch. Gelähmte Patienten haben in der Regel die Zeit und Motivation, die langwierigen Trainingssessions durchzuführen, allerdings ist für sie der Mehrwert eines erfolgreichen Einlernens auch unverhältnismäßig höher. Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass für ca. 20% der Bevölkerung die Erkennungsgenauigkeit selbst durch Training nicht ausreichend gesteigert werden kann, um eine aktive Ansteuerung durch das BCI zu ermöglichen („BCI illiteracy“; Tan & Nijhold 2010; Blankertz et al. 2010). Bei passiven BCIs ist kein intensives Training nötig, weshalb sie für den Einsatz mit gesunden Nutzern etwas besser geeignet erscheinen.

Die *Gestaltung der Hardware* und insbesondere der Sensorik stellt eine weitere potenzielle Nutzungsbarriere dar. Zur Nutzung des BCI müssen Sensoren am Kopf angebracht werden. EEG- und fNIRS-Systeme, die in der Forschung eingesetzt werden, verwenden hierzu in der Regel eine Kappe, die den gesamten Kopf des Nutzers abdeckt. Es gibt allerdings auch bereits andere, teils kommerzielle Lösungen, die gezielt Signale in einzelnen Hirnregionen messen und eine entsprechend miniaturisierte Hardware dazu bereitstellen, z.B. in Form eines Headset (z.B. Emotiv EPOCH; www.emotive.de). Für die Zukunft ist durchaus denkbar, die BCI-Sensorik in andere kopfgetragene Hardware, die in bestimmten Berufsfeldern standardmäßig getragen wird (z.B. Arbeitshelme), zu integrieren und so möglichen Akzeptanzproblemen entgegenzuwirken.

3.4 Gesellschaft – was ist ethisch, politisch, rechtlich vertretbar?

Wie auch anderen sensorbasierten Technologien greifen BCI-Systeme auf Nutzerdaten zu. Die Gesellschaft muss sich also, wenn es um den Einsatz des BCI in der Arbeitswelt geht, mit Fragen der Erhebung, Speicherung und Löschung personenbezogener Daten auseinandersetzen und die Regierung den entsprechenden politischen und rechtlichen Rahmen schaffen (Stopczynski et al. 2014). Insbesondere gilt es zu diskutieren ob sichergestellt werden kann, dass Nutzer, die ein passives BCI verwenden, bei dem sie nicht standardmäßig direktes Feedback über ihren mentalen Zustand bekommen, trotzdem weiterhin die volle Kontrolle über ihre Daten innehaben.

4 Fazit und Ausblick

Insgesamt steckt die Entwicklung von BCIs für anwendungsorientierte MTI-Szenarien noch in ihren Kinderschuhen. Aktuell ist eine technische Grundbasis vorhanden, die solide, aber ausbaufähig ist. Insbesondere die Anschaffungskosten und der Aufwand für die Inbetriebnahme eines BCI sind aktuell noch sehr hoch. Hinzu kommt, dass, im Gegensatz zum medizinischen Anwendungsgebiet, der Mehrwert für das Arbeitsumfeld nicht unmittelbar messbar und daher noch fraglich ist. Auch die Nutzerakzeptanz ist aufgrund des aktuellen Nutzungsaufwands und der Hardwaregestaltung noch steigerungsfähig. In der BCI-Forschung wird momentan, wie so oft bei technischen Innovationen, noch zu wenig menschenzentriert gearbeitet. Die Übertragung der BCI-Technologien aus dem medizinischen Kontext auf andere Anwendungsfelder, in diesem Fall die Arbeitswissenschaft, ist nach wie vor stark technikgetrieben. Im Fokus steht dabei die Frage, wie man mit einer existierenden Technologie einen Mehrwert für das jeweilige Anwendungsfeld schaffen kann. Um die Chancen einer erfolgreichen Integration des BCI in die Arbeitsumgebung zu erhöhen, sollte in Zukunft verstärkt ein menschenzentrierter Ansatz verfolgt werden, der zunächst Bedarfe der zukünftigen Nutzer analysiert und die Gestaltung der technischen Innovation daran ausrichtet. Das noch sehr junge Forschungsfeld des BCI bietet in diesem Punkt noch viel Gestaltungsspielraum und Möglichkeiten, den Nutzer in den Gestaltungsprozess miteinzubinden.

5 Schlussteil

Kontaktinformation

Kathrin Pollmann

Nobelstr. 12, D-70569 Stuttgart

Email: kathrin.pollmann@iat.uni-stuttgart.de

Website: www.hci.iao.fraunhofer.de

Telefon: +49 711 970 2347

Literaturverzeichnis

- Birbaumer, N., Ghanayim, N., Hinterberger, T., Iversen, I., Kotchoubey, B., Kübler, A., Perelmouter, J., Taub, E. & Flor, H. (1999). A spelling device for the paralysed. *Nature* 398, 297–298.
- Blankertz, B., Dornhege, G., Krauledat, M., Müller, K. R., Kunzmann, V., Losch, F. & Curio, G. (2006). The Berlin Brain-Computer Interface: EEG-based communication without subject training. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering* 14(2), 147–152.
- Blankertz, B., Sannelli, C., Halder, S., Hammer, E.M., Kübler, A., Müller, K.-R., Curio, G. & Dickhaus, T. (2010). Neurophysiological predictor of SMR-based BCI performance. *NeuroImage* 51, 1303–1309.
- Cuijpers, R. H., Schie, H. T. van, Koppen, M., Erilagen, W. & Bekkering, H. (2006). Goals and means in action observation: A computational approach. *Neural Networks* 19(3), 311–322.
- De Vos, M., Gandras, K. & Debener, S. (2014). Towards a truly mobile auditory brain–computer interface: exploring the P300 to take away. *International journal of psychophysiology* 91(1), 46–53.
- Fatourechi, M., Bashashati, A., Ward, R. K. & Birch, G. E. (2007). EMG and EOG artifacts in brain computer interface systems: A survey. *Clinical neurophysiology* 118(3), 480–494.
- Goldman, A. I. (1992). In defense of the simulation theory. *Mind & Language* 7(12), 104–119.
- Hassenzahl, M. (2008). User Experience (UX): Towards an experiential perspective on product quality, In: *IHM '08: Proceedings of the 20th French-speaking conference on Human-computer interaction*.
- Kelley, T. & Kelley, D. (2013). *Creative Confidence: Unleashing the creative potential within us all*. London, UK: William Collins.
- Kübler, A., Nijboer, F., Mellinger, J., Vaughan, T.M., Pawelzik, H., Schalk, G., McFarland, D.J., Birbaumer, N. & Wolpaw, J.R. (2005). Patients with ALS can use sensorimotor rhythms to operate a brain-computer interface. *Neurology* 64, 1775–1777.
- Premack, D., & Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences*, 1(04), 515–526.
- Spath, D., Peissner, M., & Sproll, S. (2010). Methods from neuroscience for measuring user experience in work environments. In: *Proceedings of the International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE '10)*.

- Stopczynski, A., Greenwood, D., Hansen, L. K., & Pentland, A. (2014). *Privacy for Personal Neuroinformatics*. Available at SSRN 2427564.
- Tan, D., & Nijholt, A. (2010). Brain-computer interfaces and human-computer interaction. In Tan, D. & Nijholt, A. (Hrsg.): *Brain-Computer Interfaces*. London: Springer. [S.3-19].
- Zander, T. O., Kothe, C., Welke, S. & Roetting, M. (2008). Enhancing human-machine systems with secondary input from passive brain-computer interfaces. In: *Proceedings of the 4th International BCI Workshop & Training Course*, Graz, Austria, 2008. Graz University of Technology Publishing House, Graz.
- Zander, T. O., Kothe, C., Jatzev, S., & Gaertner, M. (2010). Enhancing human-computer interaction with input from active and passive brain-computer interfaces. In Tan, D. & Nijholt, A. (Hrsg.): *Brain-Computer Interfaces*. London: Springer. [S. 181-199].

Relevante Prozesse: BCI im Blickwinkel der Ethik

Andreas Wolkenstein

Institut für Medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie, Universitätsklinikum Tübingen und Fachbereich Psychologie, Universität Tübingen

Zusammenfassung

In dieser Arbeit zur (Technik-)Ethik und Akzeptanz von Brain-Computer-Interfaces bzw. neuroadaptiven Systemen wird auf die Thematik fairer Prozesse, die zur Entwicklung und zum Einsatz dieser Technik führen, fokussiert. Ein ausführlicher erster Teil wird die ethisch-normativen Hintergründe hierzu vorstellen. (Politisch-)Ethisch ist festzuhalten, dass die Akzeptabilität von technologischem Fortschritt auch davon abhängt, inwieweit sich der Fortschritt aus dem Wettbewerb der besten Ideen und der Beteiligung aller betroffenen Akteure ergibt. Daran schließen sich spezifische Fragestellungen an, die kurz angesprochen werden. Neben Autonomie, Haftung/Verantwortung und Datenschutz wird das epistemologisch-moralische Thema der richtigen kognitiv-neuronalen Prozesse, für die BCI nutzbar sind, aufgeworfen.

1 Ein Framework für Technikethik

Technik wird weder von Einzelnen entwickelt, noch betrifft die Nutzung von Technik nur Individuen. Vielmehr ist sowohl Entwicklung als auch Nutzung in ein soziales Netz aus Institutionen, Regeln, Normen und Interessen eingebettet. Ein ethischer Zugang zu Technik besteht daher auch nicht allein aus der Ergründung, ob eine bestimmte Technik, oder der technologische Fortschritt an sich, gut oder schlecht ist. Vielmehr geht es in der technikethischen Perspektive um die Erforschung der Gesamtheit der Bedingungen für eine gute oder richtige Entwicklung und Nutzung von Technik. Technikethik hat also, in anderen Worten, in zentraler Weise auch die sozialen und politischen Rahmenbedingungen für technologische Entwicklung im Sinn.

Douglas Rasmussen und Douglas Den Uyl (2005) legen in ihrem Buch „Norms of liberty“ ein Framework vor, das explizit die Frage stellt, inwiefern das Glück des Einzelnen mit der Forderungen zusammenzubringen ist, dass wir alle glücklich werden wollen. Ihre Antwort besteht darin, auf der Grundlage eines bestimmten Menschenbildes und einer Glückstheorie ein „metanormatives“ Prinzip zu etablieren, mit dessen Hilfe ethische Grundsätze respektiert

werden können. Sie fragen: „What are the principles by which to establish a political and legal order whose structure will allow for the possibility that different individuals might be able to flourish and realize virtue in very different ways?“. Was ist damit gemeint – und wie passt ihre Antwort darauf?

Rasmussen & Den Uyl basieren ihren Ansatz auf der Annahme, dass Menschen eine bestimmte Natur haben, die sie zu erfüllen trachten. Dies teilen Menschen mit allen Dingen der Welt, natürlichen wie artifiziellen. Ein Messer etwa ist dazu da, zu schneiden, und es erfüllt seine „Natur“, wenn es gut schneidet. In gleicher Weise hat auch das Wesen „Mensch“ eine Natur und strebt „in seinem Sein“ danach, diese zu erfüllen bzw. ausleben zu können. Für diesen naturalistischen Ansatz ist es zentral, das menschliche Glück – oder das gelingende Leben – mit einem Leben gemäß dieser Natur zu identifizieren („flourishing“). Man kann dann an dieser Natur ablesen, welche Güter ein Mensch braucht, um glücklich zu sein bzw. um ein gelingendes Leben entsprechend seiner Natur zu leben. Rasmussen & Den Uyl nennen etwa Lustgewinn, Sozialität, Wissenserwerb, ästhetischer Genuss, Gesundheit, Tugendhaftigkeit und weitere Elemente als Bausteine dieses gelingenden Lebens.

Nun mag man einwerfen, dass menschliche Lebensentwürfe derart unterschiedlich sind, dass jeder Versuch, eine Einheitlichkeit darin zu sehen, zum Scheitern verurteilt sein muss. Doch genau darin liegt für die Autoren der tiefste Grund der menschlichen Natur: Menschen sind selbstbestimmte bzw. selbstbestimmende Wesen. Sie unterscheiden sich, aber genau in dieser Vielfalt sind sie geeint, wenn diese Vielfalt Ausdruck ihrer Fähigkeit zur Selbstbestimmung ist. Das Nachdenken über die menschliche Natur führt also keineswegs zu einem fixen und unveränderlichen Bild des Menschen, mit dessen Hilfe man gute von un guten Lebensentwürfen unterscheiden könnte. Vielmehr sind die Menschen geeint in ihrer Fähigkeit (und Notwendigkeit), ihr Leben selbst in die Hand nehmen zu können und die Werte zu realisieren, die für ein gelingendes nötig sind. Mit Hilfe der Philosophie, aber auch der Psychologie und der Sozialwissenschaften, kann herausgefunden werden, welche Elemente zu einem gelingenden Leben beitragen, welche Güter also notwendig sind. Doch all diese Güter sind irrelevant, wenn sie nicht vom Individuum selbst bestimmt, gefunden und gelebt werden. Rasmussen & Den Uyl nennen dies „self-direction“.

Technologien können uns dabei helfen, manche dieser Werte zu realisieren. So ermöglichen uns etwa iPhones, viel mehr mit unseren Mitmenschen in Kontakt zu sein oder Informationen zu gewinnen als dies früher der Fall war. Oder denken wir an Brain-Computer-Interfaces (BCI) für Menschen, die an Amyotropher Lateralsklerose (ALS) erkrankt sind: Wie sehr verspricht uns die Forschung, dass für diese Patienten die Welt der Kommunikation und damit Sozialität ermöglicht wird. Was wir von Rasmussen & Den Uyl lernen können ist jedoch nicht nur der Blick auf die ermöglichende Natur von Technik. Vielmehr geben sie uns mit ihrem Fokus auf „Metanormen“ eine Antwort auf die Frage, wie wir technologischen Fortschritt in unserer Zusammenleben integrieren können: die menschliche Natur und die Rolle der Selbstbestimmung machen es nötig, dass wir durch und in unserer rechtlichen und politischen Ordnung Freiheit ins Zentrum rücken, und zwar verstanden als negative Freiheit. Das bedeutet: Um zu verhindern, dass Menschen nicht mehr selbstbestimmt sind, sondern fremdbestimmt werden, brauchen Menschen eine Sphäre individueller Freiheit, in die kein

anderer Akteur eingreifen darf. Diese Sphäre wird durch ein fundamentales Recht auf Freiheit realisiert.

Und hieraus ergeben sich weitere Folgerungen, die auch, aber natürlich nicht nur, die Ordnung und Regulierung von Technik, deren Entwicklung und deren Nutzung betreffen. So liegt es zunächst in der Freiheit des Einzelnen, Technik für seine Zwecke zu nutzen oder nicht. Was von Seiten der Ethik gesagt werden kann ist lediglich ein Hinweis auf den im menschlichen Selbstverständnis als Handelnder liegenden Imperativ, Technik im Dienste der fundamentalen Güter des gelingenden Lebens und der Selbstbestimmung zu nutzen. So können Technologien daraufhin befragt werden, inwieweit ihre Nutzung Selbstbestimmung zulässt, diese erhöht oder jedenfalls nicht beeinträchtigt. Des Weiteren muss einer verordneten Entwicklung und Produktion von Gütern des gelingenden Lebens eine Absage erteilt werden. Vielmehr legt Rasmussen & Den Uyls Ansatz nahe, eine Wirtschaftsordnung der Freiheit zur Grundlage des technischen Fortschritts zu machen. Staatliche Eingriffe, welcher Art auch immer (staatliche Produktion, Subvention, Förderung, etc.), sind daher abzulehnen. Technologie und technologischer Fortschritt kann (und muss) zwar immer auch unter dem Blickwinkel der Selbstbestimmung betrachtet werden. Doch wird die Akzeptanz nicht weniger davon abhängen, inwiefern der Fortschritt sich dem tatsächlichen Bedarf verdankt und durch eine Kultur des Wettbewerbs entstanden ist, bei dem sich die besten Ideen durchsetzen. Eine „vorgeschriebene“ technologische Entwicklung verfehlt den tatsächlichen Bedarf; sie scheitert an mangelnder Transparenz und wird das Bedürfnis der Menschen, selbst Ursprung, Schaffer und Entwickler von Technologie bzw. den Werten, die mit Hilfe von Technik geschaffen werden, zu sein, nicht abdecken. Und schließlich ist nicht nur die Nutzung von Technologien für das individuelle Leben im Rahmen des metanormativen Frameworks zu betrachten, sondern dann, wenn Technologien nicht selbstbestimmt eingeführt werden, muss gefragt werden, inwieweit die Nutzung selbst einer freien Entscheidung, oder jedenfalls einer Selbstbestimmung-respektierenden Entscheidungsprozedur entstammt. Dies wird deutlich, wenn BCI bzw. darauf basierende Technologien im Arbeitskontext eingeführt und genutzt werden.

2 Auf den Prozess kommt es an: Psychologie und Ethik fairer Prozesse

Technikentwicklung und –nutzung folgt, dem oben skizzierten ethischen Framework zufolge, dem Imperativ des gelingenden Lebens. Dieses wird verstanden als ein Leben, in welchem die menschliche Natur und hier in fundamentaler Art und Weise die Selbstbestimmung des Menschen zum Ausdruck kommt. Wie fügt sich dieser Imperativ aber in einen Kontext ein, der nicht rein individualistisch ist?

Wie kann, in anderen Worten, die Selbstbestimmung des Menschen auch in kollektiven bzw. in autoritativen¹ Entscheidungssituationen gewahrt und respektiert bleiben? Aus der Psychologie, vermehrt aber auch aus der Philosophie, wird zur Beantwortung dieser Frage immer häufiger der Fokus auf die Prozeduren der Entscheidungsfindung gelegt. Das heißt, Menschen legen nicht nur Wert darauf, dass ihre Ansichten, Überzeugungen und Wünsche adressiert und respektiert werden. Vielmehr legen sie darüber hinaus – und unabhängig davon – sehr viel Wert auf die Art und Weise, wie Entscheidungen zustande kommen (prozedurale Gerechtigkeit).

Die Erforschung prozeduraler Gerechtigkeit hat eine vergleichsweise kurze Geschichte (vgl. dazu Jonas 2015). Thibault & Walker (1975) stellten in Auseinandersetzung mit psychologischen Theorien zur Verteilungsgerechtigkeit fest, dass Menschen dann, wenn ihnen der direkte Zugang zu den Verteilungsmaschinerie und damit zum Ergebnis der Verteilung fehlt, die Gerechtigkeit der Prozeduren wertschätzen. Das Interesse ist hier instrumenteller Art: Prozeduren dienen im Endeffekt der Kontrolle des Ergebnisses. Nach Leventhal (1980) weisen gerechte Prozeduren Merkmale wie Partizipation (oder genauer: „die Möglichkeit zu haben, seinen eigenen Standpunkt vertreten zu dürfen; Jonas 2015; „voice“), Konsistenz, Unvoreingenommenheit und Akkuratheit auf. Weitere Theorien weisen dem Interesse an fairen Prozeduren aber nicht nur einen instrumentellen Wert im Sinne der Ergebniskontrolle zu, sondern betonen den Selbstwert, den Menschen aus der Beobachtung fairer Prozeduren ziehen (vgl. Tyler 2011). Schließlich nehmen einige Forscher an, dass Menschen ein moralisches, nicht-instrumentelles Interesse an prozeduraler Gerechtigkeit haben. Gerechtigkeit ist hier ein Ziel an sich, nicht ein Mittel, um anderes zu erreichen. In der philosophischen Gerechtigkeitsdebatte wurde ebenfalls der Schwerpunkt auf Verteilungsfragen gelegt. Jüngst aber mehren sich die Stimmen, die der Gerechtigkeit von Prozeduren mehr Aufmerksamkeit schenken und sie als genuinen Ort ethischen und politischen Nachdenkens ausweisen (Ceva 2012).

Eine Vielzahl von Studien hat gezeigt, dass sich prozedurale Gerechtigkeit auf eine ganze Menge an Faktoren positiv auswirkt. So erhöhen faire Prozeduren in einer Firma die Arbeitszufriedenheit, „organizational commitment“, konstruktives Verhalten, und reduzieren „negative Verhaltensweisen wie Fehlzeiten, Kündigungsabsichten und Diebstahl“ (Jonas, 2015, S. 25). In anderen Kontexten wie zum Beispiel in Bezug auf Polizeiarbeit zeigte sich, dass faire Prozeduren die Kooperation mit Polizeibehörden erhöhen und zu mehr Sicherheit in der Nachbarschaft beitragen (vgl. Tyler 2011). Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass prozedurale Gerechtigkeit einen positiven Effekt auf Kooperation hat und allgemein die Akzeptanz von Entscheidungen und Ergebnissen erhöht, auch wenn sie gar nicht im Interesse der Betroffenen sind. Im Sinne des oben skizzierten Ansatzes bietet das Etablieren fairer Entscheidungsprozesse die Möglichkeit, nicht nur kollektive Entscheidungen zum Vorteil aller zu treffen, sondern auch die Implikationen der metanormativen Theorie von Rasmussen

¹ Damit sind Entscheidungsprozesse angesprochen, die von einer Autorität getroffen werden und die eine Vielzahl an Menschen betreffen, die der Entscheidung folgen müssen. Typischerweise sind das Entscheidungen von politischen Akteuren oder von Unternehmen, etwa wenn es um die Einführung neuer Technologien in einem Unternehmen geht.

& Den Uyl zu berücksichtigen. Denn ein fairer Prozess ist einer, wie die psychologische Forschung gezeigt hat, in der das Individuum sich als Teil der Gruppe wertgeschätzt fühlt, seine Meinung kund tun und so auch (zumindest mittelbar) einen Einfluss auf das Geschehen haben kann.

Die besondere Verbindung von fairen Prozeduren und Selbstbestimmung konnte in weiteren Studien auch empirisch gezeigt werden (van Prooijen 2009). Unter der Annahme, dass Menschen ein gewisses Level an Autonomie bzw. Selbstbestimmung benötigen und danach streben, dieses Level aufrecht zu erhalten (Ryan & Deci 2004), konnte gezeigt werden, dass Menschen faire Prozeduren als Indikator für ein Autonomie-wahrendes Verhalten ansehen. Wenn sie beispielsweise Erfahrungen gemacht haben, in denen ihnen Autonomie genommen wurde, so legten die Probanden in van Prooijens Studie besonderen Wert auf faire Prozeduren, weil sie ein Bedürfnis danach hatten, ihre Selbstbestimmung wieder herzustellen.

3 Einige Gedanken zum Abschluss

Selbstbestimmung, verstanden als die natürliche Fähigkeit des Individuums, Autor seines eigenen Lebens und Souverän über die Elemente seines gelingenden Lebens zu sein, führt im Politischen zu einer Ordnung der Freiheit. Bei kollektiven Entscheidungen rücken als Konsequenz dieser metanormativen Betrachtungsweise faire Prozesse in den Vordergrund. Die Entwicklung von Technologie soll dabei den Gesetzen von Nachfrage und Angebot folgen, in einer freien Wirtschaftsordnung gefunden werden und sowohl Ausdruck von als auch eine Hinführung zu Selbstbestimmung und Autonomie sein. Doch was bedeutet das für konkrete Technologien, etwa für BCI im Arbeitskontext? Unter „BCI“ bzw. allgemeiner neuroadaptiven Systemen wird ganz allgemein die Nutzung von Technologien verstanden, die menschliche Hirnprozesse mit einem Computer verbindet, diese Signale also aufnimmt, verarbeitet und wieder ausgibt (Rupp et al. 2014). Mögliche Einsatzszenarien von BCI sind unter anderem Kommunikation, die Nutzung von Neuroprothesen, Mobilität (Rupp et al. 2014) und auch der Einsatz in der Arbeitswelt, da BCI sowohl die Steuerung von (technischen) Abläufen ermöglicht als auch die Hirnaktivität überwachen kann. Die Nutzung von BCI im Arbeitskontext ist ein relativ junger Forschungszweig und ist daher eher zukunfts- und möglichkeitsorientiert.

BCI sind zum Gegenstand einiger ethischer Überlegungen geworden (vgl. die Beiträge dazu in Grübler & Hildt 2014). So steht bei einer Übernahme von menschlichen Funktionen oder auch der Überwachung menschlicher Tätigkeit durch Technik immer die Autonomiefrage im Raum: Wer bestimmt denn eigentlich den Handlungsablauf, der von Technik übernommen oder ergänzt wurde? Und damit sind immer auch Fragen der (rechtlichen und moralischen) Verantwortung angesprochen: Wer ist im Zweifelsfall zur Rechenschaft zu ziehen, wenn etwas Unvorhergesehenes passiert, wenn sich ein Unfall ereignet hat und möglicherweise Schaden entstanden ist (der bei vielen Technologien schnell ungeahnte Ausmaße erreichen kann)?

Eines der drängendsten Probleme, die im Rahmen von Technik auftauchen, betrifft den Datenschutz. Datenschutz ist aber kein Selbstzweck, sondern dient letztlich dem Individuum und seinem Recht auf Freiheit: Daten sind ebenso Teil unseres Selbst wie unser Körper und unser Geist, und das bedeutet, dass der Umgang mit Daten ebenso die fundamentale Souveränität des Einzelnen über sich und seine Daten respektieren muss. Wo immer also Daten anfallen, besonders wenn sie sensible Bereiche wie die Hirnaktivität betreffen, muss gewährleistet sein, dass sie nur in einer Art verwendet werden, die dem Eigentumsrecht des Einzelnen daran respektiert.

Schließlich sei noch kurz auf ein Problem hingewiesen, das zunächst eher epistemologischer Natur zu sein scheint. BCIs nutzen Informationen über das Hirn bzw. dessen Aktivität, um diese weiterzugeben und einen Output zu erreichen. Beispielsweise kann die Messung eines negativen Affektes (Input) während einer bestimmten Tätigkeit zu einer Änderung der Rahmenbedingungen dieser Tätigkeit führen (Output). Doch ist denn eigentlich sichergestellt, dass der Output genau dem gemessenen Input folgen muss – oder vielleicht anderen kognitiven Prozessen, die sehr viel schwerer (oder gar nicht) mess- und in einen Output überführbar sind? Dieser epistemologische Warnhinweis muss durch notwendige anthropologische, moralische und auch politische Überlegungen ergänzt werden, denn die Bestimmung der jeweils relevanten kognitiven Prozesse, die einen Output bestimmen sollen, ist keine rein technologische Fragestellung. Es kommt also bei einer ethischen Bewertung von BCI auf mehreren Ebenen darauf an, die relevanten, die richtigen Prozesse zu entdecken (Input-Output) und zu implementieren (Akzeptanz).

4 Schlussteil

Kontaktinformation

Andreas Wolkenstein Schleichstr. 4, D-72076 Tübingen

Email: andreas.wolkenstein@uni-tuebingen.de

Website: www.uni-tuebingen.de/fakultaeten/mathematisch-naturwissenschaftliche-fakultaet/fachbereiche/psychologie/arbeitsbereiche/sozial-und-wirtschaftspsychologie/arbeitsbereich/andreas-wolkenstein.html

Website: www.andreaswolkenstein.com

Telefon: +49 7071 2978346

Literaturverzeichnis

- Ceva, E. (2012). Beyond legitimacy. Can proceduralism say anything relevant about justice? *Critical Review of International Social and Political Philosophy*, 15(2), 183-200.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (2004). *Handbook of Self-Determination research*. Rochester: University of Rochester Press.

- Jonas, E. (2015). Fairness lohnt sich! Psychologische Facetten von Gerechtigkeit und ihr Beitrag zu Kooperation und Widerstand in sozialen Interaktionen. In Dimitriou, M. & Schweiger, G. (Hrsg.): *Fairness und Fairplay. Interdisziplinäre Perspektiven*. Wiesbaden: Springer VS Forschung, S. 23-49.
- Leventhal, G. S. (1980). What should be done with equity theory? New approaches to the study of fairness in social relationships. In Gergen, K. J., Greenberg, M. S. & Will, R. H. (Hrsg.): *Social exchange: Advances in theory and research*. New York, NY: Plenum Press, S. 27-55.
- Rasmussen, D. B., & Den Uyl, D. J. (2005). *Norms of liberty. A perfectionist basis for non-perfectionist politics*. University Park Pennsylvania: University of Pennsylvania Press.
- Rupp, R., Kleih, S. C., Leeb, R., del R. Millan, J., Kübler, A., & Müller-Putz, G. R. (2014). Brain-Computer Interfaces and Assistive Technology. In: Gröbler, G. & Hildt, E. (Hrsg.): *Brain-Computer-Interfaces in their ethical, social and cultural contexts*. Dordrecht: 2014, S. 7-38.
- Thibaut, J. W. & Walker, L. (1975). *Procedural justice. A psychological analysis*. Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum Associates.
- Tyler, T. R. (2011). *Why people cooperate. The role of social motivations*. Princeton: Princeton University Press.
- van Prooijen, J.-W. (2009). Procedural justice as autonomy regulation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 96(6), 1166-1180.

4. Workshop Automotive HMI

4. Workshop Automotive HMI

Stefan Geisler¹, Alexander van Laack², Stefan Wolter³, Andreas Riener⁴,
Bastian Pfleging^{5,6}

Institut Informatik, Hochschule Ruhr West¹

Visteon Innovation & Technology GmbH²

Vehicle Interior Technologies, Ford Forschungszentrum Aachen GmbH³

Institut für Pervasive Computing, Johannes Kepler Universität Linz⁴

Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme, Universität Stuttgart⁵

Arbeitsgruppe Mensch-Maschine-Interaktion, Ludwig-Maximilians-Universität München⁶

Zusammenfassung

Benutzerschnittstellen im Fahrzeug stellen eine besondere Herausforderung in Konzeption und Entwicklung dar, steht doch eine sichere Bedienung in allen Fahrsituationen sowohl von Fahrerassistenzsystemen als auch von Komfort- und Unterhaltungsfunktionen im Vordergrund. Zugleich treffen durch zunehmende Vernetzung die langen Entwicklungszyklen von Kraftfahrzeugen auf die hochdynamische Welt von Mobiltelefonen und Internet. Ein- und Ausgabetechnologien gehören des Weiteren zu den zentralen Mitteln der Hersteller, die Wertigkeit der im Fahrzeug eingebauten Systeme hervorzuheben und sich gegenüber der Konkurrenz abzuheben. Dafür werden in diesem Workshop Konzepte und technische Lösungen von Designern, Entwicklern und Human Factors Experten aus Hochschulen, Forschungsinstituten und der Automobilindustrie vorgestellt und diskutiert.

1 Einleitung

Die Anforderungen an die Benutzerschnittstellen im Automobil sind in den letzten Jahren enorm gestiegen. Eine Vielzahl von Fahrerassistenzsystemen, die auch von wenig technikinteressierten Menschen zu jeder Zeit und insbesondere in jeder Verkehrssituation sicher bedient und kontrolliert werden müssen, haben in moderne Autos Einzug gehalten. Durch die Fahrzeugvernetzung gelangen weitere Informationen z.B. aus sozialen Netzwerken und Cloud-Diensten in das Fahrzeug. Dadurch wird das moderne Auto ein Teil des „Internet of Things“.

Weitere Herausforderungen an zukünftige Bediensysteme, Bedienmodule und Bedienelemente ergeben sich aus der Notwendigkeit, FahrerInnen und BeifahrerInnen das Fahr- und Nutzungserlebnis des Fahrzeugs möglichst ansprechend und hochwertig zu vermitteln. Hieraus folgen stets wachsende Anforderungen an das Design der

Benutzungsschnittstelle und an die Integration neuer, hochwertig anmutender Technologien. Sowohl die klassischen Qualitätsanforderungen (Materialien und Design ebenso wie visuelles, haptisches und auditives Feedback der Bedienung) als auch die kognitiv-ergonomischen Anforderungen interaktiver Systeme (Usability) tragen hier zu einem ganzheitlichen Bedienerlebnis (User Experience; nach ISO 9241-210) bei.

Der Workshop wurde 2015 bereits zum vierten Mal durchgeführt. Auch dieses Mal wurde wieder eine Vielzahl von interessanten Beiträgen von Universitäten/Hochschulen und der Industrie eingereicht, wobei technisch-orientierte als auch mensch-zentrierte Arbeiten unter den Einreichungen zu finden waren. Die interessantesten Paper wurden nach zwei unabhängigen Reviews vom Programmkomitee für den Workshop ausgewählt und in diese Proceedings aufgenommen.. Dabei zeigten sich zwei größere Schwerpunkte: zum einen die technischen Herausforderungen der immer komplexer werdenden HMI-Systeme sowohl im Funktionsumfang wie auch in verschiedenen neuartigen Ein- und Ausgabemodalitäten, sowie verschiedene Human Factors und konzeptionelle Fragestellungen rund um das Thema hoch- bzw. vollautomatisiertes Fahren.

Ergänzt wurde der Workshop auch in diesem Jahr wieder um einen interaktiven Teil. Die Informationen hierzu sind über die Workshop-Webseite¹ abrufbar.

2 Thematischer Überblick

Die Vielzahl von Funktionen im modernen Fahrzeug führt in den Benutzerschnittstellen schnell zu einer unüberschaubaren Menge von Optionen, insbesondere wenn die Fahrzeugfunktionen um Funktionen des Smartphones erweitert werden. Hier fahrsituationsabhängig das HMI anzupassen wird im Beitrag „Nutzerzentrierte Gestaltung und Entwicklung eines kontextsensitiven HMI“ von Michael Bischof, Ludger Ey, Alexander Kuck, Michael Rahier und Thomas Ritz untersucht.

Sich verändernde Nutzerschnittstellen können die Effizienz in der Bedienung erhöhen. UI-Adaptionen müssen aber für die Nutzerinnen und Nutzer nachvollziehbar sein. Dieser Frage widmen sich Nadine Walter, Benjamin Kaplan, Tobias Altmüller und Klaus Bengler in ihrem Beitrag „Erhöhung der Transparenz eines adaptiven Empfehlungsdiensts“.

Eine technische Betrachtung zur Integration des HMI verschiedener Funktionen mit unterschiedlichen Anforderungen und aus unterschiedlichen Quellen liefern Tobias Holstein und Joachim Wietzke in „Contradiction of Separation through Virtualization and Intercommunication“.

Fahrsimulatoren stellen ein wichtiges Hilfsmittel zur Validierung von HMI-Konzepten für das Auto dar. Wie diese mit den in den letzten Jahren populär gewordenen Virtual-Reality-Brillen umgesetzt werden können wird im Beitrag „Development and Evaluation of a Virtual Reality

¹ <http://ws-automotive-hmi.human-machine-interaction.de/>

Driving Simulator“ von Quinate Chioma Ihemedu-Steinke, Gerrit Meixner, Demet Sirim, Rainer Erbach und Prashanth Halady besprochen.

Die meisten Betrachtungen zu Benutzerschnittstellen im Fahrzeug fokussieren auf die visuelle Wahrnehmung. Alexander van Laack, Axel Torschmied und Gert-Dieter Tuzar setzen in „Immersive Audio HMI to Improve Situational Awareness“ den auditiven Kanal in den Mittelpunkt und untersuchen, wie dieser zur Unterstützung des Aufbaus des Situationsbewusstseins eingesetzt werden kann.

Benjamin Pichler und Andreas Riener beschäftigen sich in ihrem Beitrag „An Interactive Exploration Tool for Detailed E-Vehicle Range Analysis“ mit einem Hauptproblem bei der Akzeptanz von Elektrofahrzeugen, nämlich der sehr begrenzten Reichweite. Das vorgestellte explorative Tool analysiert das Fahrverhalten verschiedener Fahrer unter Betrachtung verschiedenster Parameter, so dass Flottenbetreiber als auch einzelne FahrerInnen diese Informationen zur Reichweitenerhöhung heranziehen können.

Viele Assistenzsysteme operieren aufgrund technischer Limitierungen nur in bestimmten Geschwindigkeitsbereichen. Wo diese aus Sicht der NutzerInnen in Bezug auf wahrgenommene Nützlichkeit der Systeme und Verständlichkeit liegen sollten, untersuchen Frederik Naujoks, Christian Purucker und Alexandra Neukum in „Determining maximum velocity for automated driving functions“ anhand von Daten aus einer Feldstudie.

Dass bei der Einführung vollautomatisiert fahrender Fahrzeuge nicht nur die Kommunikation zwischen Fahrzeug und FahrerIn zu berücksichtigen ist, sondern auch mit anderen VerkehrsteilnehmerInnen wird von Franz Keferböck und Andreas Riener im Beitrag „Strategies for Negotiation between Autonomous Vehicles and Pedestrians“ diskutiert. Die Arbeit beschäftigt sich mit Möglichkeiten zur Untersuchung konkreter Fahrsituationen (z.B. Zebrastreifen, Rufen eines Taxis) in einem Virtual Reality-Setting.

Generelle Fragestellungen zur Akzeptanz von autonomen Fahrzeugen, Erwartungen an die neue Technologie und Einschätzungen, ob die Technik jemals den Menschen ersetzen können wird, werden in einer Studie im Beitrag von Sabrina C. Eimler und Stefan Geisler untersucht. Der Artikel „Zur Akzeptanz Autonomen Fahrens – Eine A-Priori Studie“ geht dabei auch auf geschlechterspezifische Unterschiede in den Antworten ein.

3 Zusammenfassung

Die Vielzahl und Vielfalt der Einreichungen zum Workshop zeigt, dass das Themafeld Automotive HMI weiterhin hoch aktuell ist. Viele Arbeiten lassen zudem erkennen, dass auch für die kommenden Jahre anspruchsvolle Forschung notwendig sein wird, sei es auf der technischen oder konzeptionellen Seite. Die Berücksichtigung der menschlichen Faktoren für neue Systeme erfordert weitere Untersuchungen, deren Ergebnisse dann in technische Systeme transferiert werden müssen. Neue Ein- und Ausgabetechniken ermöglichen zudem neuartige Interaktionskonzepte, deren Eignung für das Fahrzeug aber auch erst einmal untersucht werden muss. Mit dieser Workshopreihe soll eine Austauschplattform zwischen verschiedenen

Forschungseinrichtungen und der Industrie geschaffen werden, ein Beitrag auf einer weiterhin spannenden Reise.

Kontaktinformationen

Prof. Dr. Stefan Geisler
Institut Informatik, Hochschule Ruhr West
Lützowstr. 5
46236 Bottrop
Telefon: +49 (0)208 882 54 - 804
E-Mail: stefan.geisler@hs-ruhrwest.de

Dr. Alexander van Laack
Visteon Innovation & Technology GmbH
Visteonstr. 4-10
50170 Kerpen
Telefon.: +49 (0)2273 595 3389
E-Mail: avanlaac@visteon.com

Stefan Wolter
Vehicle Interior Technologies
Ford Werke GmbH
Ford Research and Innovation Center
Süsterfeldstr. 200
52072 Aachen
Telefon: +49 (0)241 9421 - 477
E-Mail: swolter3@ford.com

Priv.-Doz. Dr. Andreas Riener
Institut für Pervasive Computing, Johannes Kepler Universität Linz
Altenberger Straße 69
4040 Linz/Austria
Telefon: +43 732 2468 - 4773
E-Mail: riener@pervasive.jku.at

Dipl.-Inf. Bastian Pfleging
Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme (VIS), Universität Stuttgart
Pfaffenwaldring 5a
70569 Stuttgart
Telefon: +49 (0) 711 685-60069
E-Mail: bastian.pfleging@vis.uni-stuttgart.de und
Arbeitsgruppe Mensch-Maschine-Interaktion, Ludwig-Maximilians-Universität München
Amalienstraße 17
80333 München
E-Mail: bastian.pfleging@ifi.lmu.de

Nutzerzentrierte Gestaltung und Entwicklung eines kontextsensitiven HMI

Michael Bischof, Ludger Ey, Alexander Kuck, Michael Rahier, Thomas Ritz
mobile media & communication lab (m²c-lab), FH Aachen

Zusammenfassung

Das Smartphone ist heute aus dem Alltag nicht mehr wegzudenken. Autofahrer wollen ihre vom Smartphone bekannten Dienste auch im Fahrzeug über das HMI nutzen können. Die Automobilhersteller integrieren daher immer mehr dieser Dienste in die Fahrzeuge, dennoch wird häufig auf das Smartphone zurückgegriffen. Dieser Artikel befasst sich mit der Idee eines kontextsensitiven HMI-Systems, welches den Nutzer mit passenden, angereicherten Informationen versorgt, um sein Informationsbedürfnis im Fahrzeug auch ohne Smartphone zu befriedigen. Dabei wird die aktuelle Fahrsituation berücksichtigt, um das sichere Führen des Fahrzeugs nicht zu gefährden. Es wird eine Methodik vorgestellt, wie ein derartiges System von einem nutzerzentrierten Anwendungsfall zu einem Prototypen entwickelt werden kann.

1 Einleitung

Heutige Fahrzeugnutzer wollen immer mehr Dienste, die sie von ihrem Smartphone kennen, auch während der Fahrt nutzen. Automobilhersteller reagieren auf dieses Bedürfnis und integrieren immer mehr dieser Dienste in das „Human Machine Interface“ (HMI) moderner Kraftfahrzeuge (Handelsblatt 2014). Dennoch greifen die Nutzer während der Fahrt, wegen des größeren Informationsangebots, zu ihrem Smartphone (Welt 2014). Es entsteht ein Dilemma zwischen Fahrsicherheit und Informationsbedürfnis.

Um die Fahrsicherheit zu gewährleisten, muss entschieden werden, wann eine Informationsversorgung verkehrssicher stattfinden kann (Semmelroth 2015). So sollte zum Beispiel während eines Einparkvorgangs nicht über eingehende Nachrichten informiert werden, sondern erst, sobald die Beanspruchung durch die Fahraufgabe es zulässt. Da irrelevante Nachrichten den Fahrer unnötig ablenken, kann die Fahrsicherheit zusätzlich durch das Blockieren von Nachrichten gesteigert werden. Beispielsweise ist eine eingehende Nachricht mit der aktuellen

Telefonrechnung meist irrelevant und kann blockiert werden. Auf der Fahrt zu einem Termin ist hingegen die Relevanz einer Nachricht des Terminpartners hoch, da eine eventuelle Absage im Widerspruch zum Fahrtzweck stünde. Die Relevanz einer Nachricht hängt von dem Informationsbedürfnis des Fahrers ab, welches sich mit seinem Kontext dynamisch ändert. Um den Kontext zu bestimmen, müssen Informationen unterschiedlicher Quellen verknüpft werden, zum Beispiel Fahrzeug, Terminkalender oder diverse Internet-Dienste. Findet diese Verknüpfung auf einem HMI-System nicht statt, so benötigt der Fahrer sein Smartphone oder Notebook für weitere „Recherchen“. Ein HMI-System zur Lösung des Dilemmas muss sich dem Kontext des Fahrers anpassen, also kontextsensitiv sein. Neben der Verknüpfung von Informationen auf technischer Ebene besteht eine zentrale Herausforderung darin, eine sinnvolle Auswahl der zu verknüpfenden Informationen zu bestimmen. Dafür benötigt man jedoch eine tiefergehende Kenntnis des Fahrers, so dass die Entwicklung eines HMI-Systems zur Lösung des Dilemmas nur nutzerzentriert stattfinden kann. Die Nutzerzentriertheit wirkt sich darüber hinaus positiv auf die Usability aus, wodurch die Ablenkung minimiert und die Fahrsicherheit erhöht wird (Rahier et al. 2015).

Als Proof of Concept eines kontextsensitiven HMI-Systems wurde ausgehend von nutzerzentrierten Anwendungsfällen ein Prototyp zur kontextsensitiven Informationsversorgung entwickelt. In den folgenden Kapiteln werden Methodik und Artefakte der durchgeführten Umsetzungsschritte beschrieben.

2 Kontextsensitive Systeme

Es gibt bisher keinen Standard zur Definition von **Kontext**. Eine Definition, die im Zusammenhang mit Softwareanwendungen geeignet ist, ist die Definition von Dey & Abowd (2006). Bezieht man diese Definition auf den Bereich Automotive HMI, so beinhaltet ein Kontext jede Information, die zur Beschreibung der Interaktion des Fahrers mit einer HMI-Anwendung relevant ist, inklusive Fahrer und Anwendung selbst. Ein **kontextsensitives System** ist laut Dey & Abowd ein System, das sein Verhalten und seine Funktionalität an den Kontext anpasst. Dabei lassen sich kontextabhängige Funktionalitäten in drei Kategorien einordnen: *Darstellung* von Informationen und Diensten, automatische *Ausführung* von Diensten und *Markierung* (engl. „tagging“) des Kontextes für die spätere Verwendung. Eine intern durchgeführte Marktstudie im Jahr 2014 ergab, dass aktuelle HMI-Systeme laut der Definition von Dey & Abowd keine kontextsensitiven Systeme sind. Es werden nicht alle Informationen mit praktischer Relevanz berücksichtigt, so dass keine Anpassung an den Kontext erfolgen kann.

Neben dem Aufenthaltsort und sich durch Internetdienste ergebenden Kontexten sind sicherlich Fahrzeug- bzw. Fahrsituations-spezifische Kontexte von Interesse. Prakash-Asante et al. (2010) aggregieren Fahrzeugdaten, um die Fahrsituation (z.B. Schleudern) oder auch die Aufmerksamkeit des Fahrers beschreiben zu können. Während solche Ansätze in Fahrerassistenzsysteme Eingang finden, wird dies bei der Informationsversorgung der Fahrtteilnehmer bisher wenig berücksichtigt. Lindqvist & Hong (2011) beschreiben ein kontextsensitives System für

Smartphones, welches die Ablenkung des Fahrers minimiert. Der hier vorgestellte Ansatz bindet das Fahrzeug-HMI in das kontextsensitive System ein und bietet daher mehr Möglichkeiten, um Kontexte zu erfassen, Informationen situationsbezogen anzureichern und die Ablenkung weiter zu minimieren. Kern et al. (2007) stellen ein System vor, mit dem Anrufer vor einem Anruf darüber informiert werden, ob ihr potenzieller Gesprächspartner gerade Auto fährt und daher nicht telefonieren kann. Im Gegensatz dazu sollen Situationen, in denen der Fahrer sich der Fahraufgabe widmen muss, in der vorliegenden Arbeit automatisch erkannt werden, so dass die Belastung des Fahrers insgesamt minimiert wird.

3 Identifikation und Analyse der User Stories

Der erste Schritt bei der Entwicklung der System-Architektur ist das Finden und Auswählen von geeigneten Anwendungsfällen. Als Basis hierfür dienen die bereits etablierten Persona-Profile eines Automobilherstellers, die detailreich den anvisierten Fahrer, seine Interessen und Lebenssituation beschreiben. Für die Verwendung in einem kontextsensitiven System ist es notwendig, nicht nur den direkten Nutzer zu kennen, sondern auch eine Vorstellung von seinem sozialen Umfeld zu haben. Zu diesem Zweck werden zunächst die bestehenden Persona-Profile durch Antizipieren ihres sozialen Umfeldes im Bereich Familie, Freunde und Arbeitskollegen erweitert. Für dieses Netzwerk werden die typisch genutzten Informations- und Kommunikationsdienste identifiziert und für den Aufbau eines „digitalen sozialen Netzwerkes“ verwendet. (Anthrakidis et al. 2013)

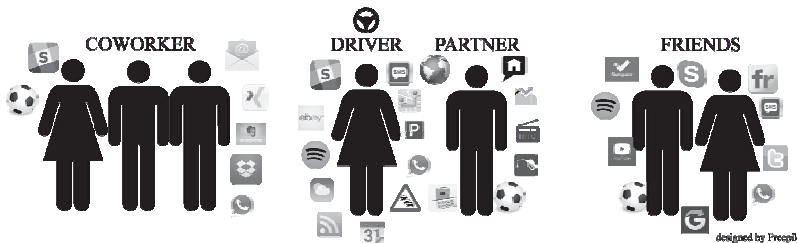


Abbildung 1: Digitales soziales Umfeld

Anschließend werden typische Fahrsituationen als Stimuli eingesetzt, um Informations- und Kommunikationsszenarien innerhalb des Personenkreises zu identifizieren. Die so entstandenen „User Stories“ sind nun Beispiele für Szenarien eines kontextsensitiven Informationssystems im Fahrzeug, die sich in drei Kategorien einordnen lassen:

- **Informations-Aggregation:** In welchem Kontext sind Informationen nützlich für Fahrer oder Mitfahrer?
- **Informations-Verbreitung:** In welchem Kontext könnten Informationen mit Außenstehenden geteilt werden?
- **Informations-Blockierung:** In welchem Kontext sind weitere Informationen nutzlos oder verboten?

Im weiteren Verlauf des Artikels wird wiederholt Bezug auf zwei User Stories genommen. Das Email- sowie das Zug-Szenario sollen an dieser Stelle kurz vorgestellt werden. Das Email-Szenario beschreibt eine beispielhafte Situation aus dem Berufsleben des Fahrers. Er befindet sich auf dem Weg zu einem Kundentermin, während verschiedene Nachrichten auf seinem Email-Account, der mit dem Fahrzeug verknüpft ist, eingehen. Diese werden zunächst mit passenden Informationen angereichert und anschließend priorisiert. Je nach Informationsgehalt werden sie dem Fahrer entweder direkt angezeigt, zurückgestellt oder verworfen. Das zweite Szenario beschreibt eine Situation aus dem Privatleben des Fahrers. Ein Bekannter soll zu einer bestimmten Uhrzeit vom Bahnhof abgeholt werden. Ohne dass der Fahrer eine spezielle Eingabe im HMI tätigen muss, erkennt das kontextsensitive System zum Beispiel an der Zieleingabe, dass sich der Fahrer auf dem Weg zu einem Bahnhof befindet. Es liefert ihm einen Informationsbildschirm, auf dem die An- und Abfahrtszeiten dargestellt werden.

Um die frei formulierten User Stories analysieren zu können, werden sie zunächst formalisiert. Zur Formalisierung kann beispielsweise die Business Process Modeling Notation (BPMN) verwendet werden. BPMN ist eine etablierte Notation zur Beschreibung von Prozessen und eignet sich auch für informationslogistische Prozesse. Neben der Formalisierung ermöglicht BPMN auch eine grafische Repräsentation von Prozessen. Bereits bei der Transformation von User Stories in BPMN muss bedacht werden, dass ein kontextsensitives System die Prozesse autonom durchführen können soll. Die aktuelle Belastung des Fahrers durch die Fahrsituation muss jedoch noch nicht beachtet werden. Analysiert man die BPMN-Modelle, so erkennt man, dass ein Prozess immer von einem Event ausgelöst wird und dass Subprozesse zusätzliche Daten zur Ursprungsinformation liefern. Ein modellierter Prozess ist somit im Wesentlichen eine Verkettung von Subprozessen, die Folgendes leisten: Anfragen an Internet-Dienste, Abfragen von Fahrzeugdaten, Berechnungen mit Hilfe von Fahrzeugdaten. Ergebnisse eines Subprozesses werden in anderen Subprozessen genutzt, um wiederum neue Ergebnisse zu generieren.

4 Systementwurf

Aus der Analyse der informationslogistischen Prozesse kann in wenigen Schritten ein Systementwurf abgeleitet werden. Zunächst wird dazu ein Modell erstellt, das die Gemeinsamkeiten der Prozesse auf abstrakte Weise abbildet. Die grundlegende Funktionsweise des Systems wird anhand des Modells bereits deutlich. Unterschiedliche User Stories werden darin durch Pfeile, die den Informationsfluss im System repräsentieren, dargestellt. Ferner können die benötigten Schnittstellen des kontextsensitiven Informationssystems sowie die anderen beteiligten Komponenten abgelesen werden. Eine kontextsensitive Middleware fungiert demnach im Wesentlichen zwischen Fahrzeugabstraktion, Aufmerksamkeitserkennung, Internet-Diensten und einer Ausgabeschnittstelle (HMI). In einem zweiten Schritt wird festgelegt, wo die einzelnen Systemkomponenten ausgeführt werden sollen. Dabei sollten sowohl Performance als auch Ausfallsicherheit berücksichtigt werden. Es ergibt sich ein verteiltes informationslogistisches System, welches teils auf dem Fahrzeug, teils auf einem hersteller-eigenen Server ausgeführt wird, sowie unterschiedliche Internet-Dienste aus der Cloud nutzt. In Abbildung 2a ist eine

mögliche Systemübersicht zur kontextsensitiven Informationsversorgung dargestellt. In Abbildung 2b wurde anhand dieses Modells beispielhaft für das Email- und Zug-Szenario der Informationsfluss von der Informationsquelle bis zur Informationssenke HMI visualisiert. „Information Collectors“ enthalten die Businesslogik der Szenarien. Es werden baukastenartig Subprozesse zusammengesteckt, welche entweder Entitäten vom Fahrzeug oder aus der Cloud abrufen. Die Businesslogik wird ausgeführt, wenn ein Event, für das der Collector zuständig ist, eingetreten ist. Während der Ausführung wird die ursprüngliche Information aus dem Event durch weitere Entitäten (z.B. Kalender-Einträge oder Zugverbindungen) angereichert. Anschließend findet eine dreistufige Bewertung der gesammelten Informationen statt, mit dem Ziel, möglichst gut die aktuelle situationsbezogene Relevanz der Informationen zu beurteilen und sie entsprechend zu priorisieren. Die drei Stufen sind im Einzelnen:

- **Priorität High:** Information ist relevant für die Fahrt oder das Fahrverhalten.
- **Priorität Low:** Information ist irrelevant für die Fahrt, aber evtl. interessant.
- **Priorität None:** Information wird ausgefiltert, da sie während der Fahrt irrelevant ist.

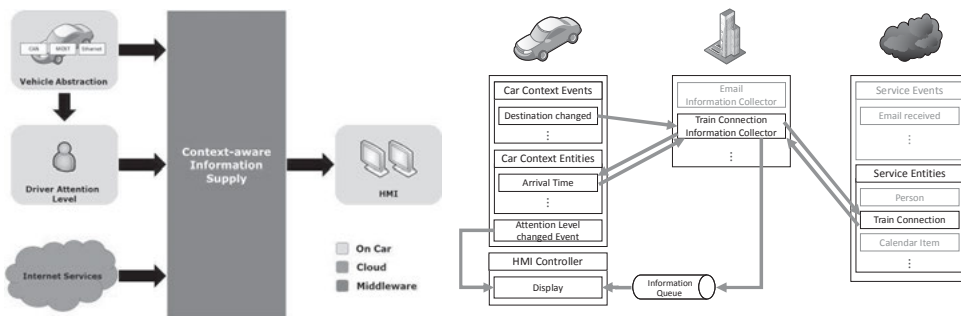


Abbildung 2: Systemübersicht (a) und Informationsfluss des Zug-Szenarios (b)

Die priorisierte Information wird an das Fahrzeug gesendet, wo die Information so lange zurückgehalten wird, bis der Fahrer kognitive Kapazitäten zur Verfügung hat, um Informationen aufnehmen zu können. Zu diesem Zweck berechnet das Fahrzeug kontinuierlich ein Attention Level des Fahrers und ordnet es einer von drei Stufen zu:

- **Attention Level Alerted:** Keine Informationen ausgeben.
- **Attention Level High:** High-priorisierte Information ausgeben.
- **Attention Level Low:** High- oder Low-priorisierte Information ausgeben.

Ob und wann eine Information den Fahrer erreicht, hängt folglich von der Priorität der Information und dem Attention Level des Fahrers ab.

5 System-Prototyp

Im Rahmen eines Proof-of-concept-Prototyps wurde die entworfene Architektur als Information Supply Framework implementiert. Zur Kommunikation zwischen verteilten Komponenten wurde dabei eine Message-oriented Middleware (MOM) bzw. ein Messaging System mit einem Message-Broker genutzt. Gewählt wurde dafür RabbitMQ¹, das hoch-skalierbar, robust und plattformunabhängig ist. Auf diese Weise konnte viel Funktionalität an das Messaging System abgegeben werden, um so beispielsweise den verlässlichen Transport von Nachrichten, Warteschlangen und das Publish-Subscribe-Pattern zu realisieren.

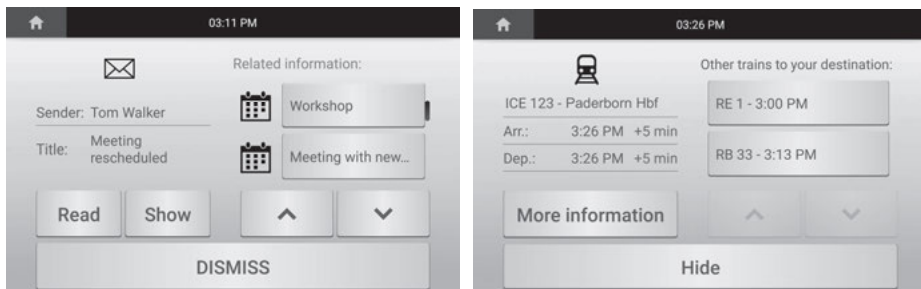


Abbildung 3: Email-Informationsbildschirm (a) und Zug-Informationsbildschirm (b)

Für die Darstellung der Information und die Interaktion mit dem Nutzer wurde ein HMI-Prototyp auf Android-Basis entwickelt. Bei der Konzeption des HMI stand die Benutzbarkeit während der Fahrt stets im Vordergrund. Informationen werden in ihrer kürzesten Form angezeigt und durch eindeutige Icons unterstützt, um längeres Hinsehen zu vermeiden. Lange Texte, wie beispielsweise Emails, werden dem Fahrer mittels „Text-to-Speech“ vorgelesen. Fehlerhafte Benutzereingaben werden durch große Buttons mit genug Abstand voneinander minimiert. Des Weiteren wurde darauf verzichtet, unnötige Animationen einzusetzen, die den Fahrer ungewollt ablenken könnten. Um die Aufmerksamkeit des Nutzers in einer angemessenen Situation auf das HMI zu richten, wird ein Ton benutzt, der sich eindeutig von anderen Tönen aus dem Straßenverkehr unterscheidet, um Missverständnisse zu vermeiden (Reichwald 2007; Android 2015; ISO 9421 2010). Abbildung 3 zeigt die Informationsbildschirme der beiden in Kapitel 3 vorgestellten Szenarien. In der linken Bildschirmhälfte wird jeweils die Hauptinformation angezeigt, die rechte enthält die angereicherten bzw. zusätzlichen Informationen.

Die Benutzbarkeit des HMI und die Funktionsweise des Information Supply Framework werden mithilfe eines Aufbaus überprüft, der an die ISO 26022 (2010) angelehnt ist. Ziel ist es herauszufinden, ob und wie ein kontextsensitives System den Fahrer entlasten kann. Abbildung 4 zeigt den Versuchsaufbau. Mit einem Eye Tracker (1) werden die Augenbewegungen des Probanden aufgezeichnet. Die eigentliche Fahraufgabe wird über eine Lenkrad-Pedalkombination (2) und den, in der ISO beschriebenen, „simulated lane change test“ (3) realisiert. Während des Versuchs werden dem Fahrer verschiedene Aufgaben gestellt, die er mit Hilfe

¹ Vgl. <https://www.rabbitmq.com>

des entwickelten HMI-Prototyps (4) mit und ohne Unterstützung des kontextsensitiven Informationsversorgungssystems erfüllen soll. Die Überwachung der Eingaben auf dem HMI (5) und der Reaktion des Probanden erfolgt über einen weiteren Messrechner (6).



Abbildung 4: Usability-Testaufbau

6 Fazit

Das vorgestellte Konzept und die daraus resultierende Proof-of-concept-Implementierung zeigen, dass es möglich ist, ein kontextsensitives HMI-System zu entwickeln, welches das Dilemma zwischen Fahrsicherheit und Informationsbedürfnis lösen kann. Sowohl die Aggregation von Informationen als auch ihre Verbreitung und Blockierung können mit der gezeigten Systemarchitektur realisiert werden. Der HMI-Prototyp filtert irrelevante Nachrichten, so dass die Ablenkung des Fahrers verringert wird. Der Zeitpunkt der Ausgabe von Informationen geschieht in Abhängigkeit von der Priorität einer Information und dem Attention Level des Fahrers. Das Informationsbedürfnis des Fahrers wird für die beiden vorgestellten Szenarien proaktiv befriedigt, so dass er kein Smartphone oder Notebook benötigt. Erste Tests mit dem Eye Tracker und dem Versuchsaufbau sind vielversprechend und zeigen die potentiellen Vorteile eines kontextsensitiven Systems gegenüber den traditionellen Lösungen. Um einen belastbaren Usability-Vergleich zwischen traditionellen HMI-Systemen und einem kontextsensitiven HMI-System ziehen zu können, sind zusätzliche Usability-Tests notwendig. Zur Befriedigung des Kommunikationsbedürfnisses des Fahrers kann das System um entsprechende Service Events und Service Entities erweitert werden. Im Gegensatz zur Methode von Pfleging et al. (2013) ist die Kommunikation sogar losgelöst von externen Stimuli möglich, d.h. proaktiv, wenn automatisierbar. Die nutzerzentrierte Entwicklung sorgt dafür, dass das HMI-System optimal an die Bedürfnisse des Fahrers anpasst ist.

Kontaktinformationen

Prof. Dr.-Ing. Thomas Ritz
Fachhochschule Aachen, mobile media & communication lab
Eupener Straße 70, 52066 Aachen
E-Mail: ritz@fh-aachen.de

Literaturverzeichnis

- Android Developers (2015). *Design*. Online verfügbar: <http://developer.android.com/design/index.html>. (zuletzt geprüft am 12.06.2015).
- Anthrakidis, Anette; Jahn, Roland; Ritz, Thomas; Schöttler, Mirjam; Wallenborn, Ramona; Warmke, Gisela (2013). *Urbanes eCarSharing in einer vernetzten Gesellschaft*. 1. Aufl. Stuttgart: Steinbeis-Ed.
- Dey, Anind K.; Abowd, Gregory D. (2006). *Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness*.
- Handelsblatt (2014). *Auto-Trends 2014: Smartphone-Apps werden ins Auto integriert*. Online verfügbar: <http://goo.gl/gaKEPg> (zuletzt geprüft: 04.06.2015).
- ISO 9421-210 (2010). *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme*.
- ISO 26022 (2010). *Road vehicles -- Ergonomic aspects of transport information and control systems -- Simulated lane change test to assess in-vehicle secondary task demand*. Vehicular Applications (AutomotiveUI '13). ACM, New York, NY, USA, 132-139.
- Kern, D.; Schmidt, A.; Pitz, M.; Bengler, K. (2007). *Status- und Kontextinformationen für die Telekommunikation im Auto*. In: Gross, T. (Hrsg.), *Mensch und Computer 2007: Interaktion im Plural*. München: Oldenbourg Verlag. (S. 119-128).
- Lindqvist, Janne; Hong, Jason (2011). *Undistracted driving: a mobile phone that doesn't distract*. In *Proceedings of the 12th Workshop on Mobile Computing Systems and Applications (HotMobile '11)*. ACM, New York, NY, USA, 70-75.
- Pfleging, Bastian; Schneegass, Stefan; Schmidt, Albrecht (2013). *Exploring user expectations for context and road video sharing while calling and driving*. In *Proceedings of the 5th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive*
- Prakah-Asante, Kwaku; Filev Dimitar; Lu, Jianbo (2010). *Hybrid Intelligent System for Driver Workload Estimation for Tailored Vehicle-Driver Communication and Interaction*. Ford Motor Company USA.
- Rahier, Michael; Ritz, Thomas; Wallenborn, Ramona (2015). *Information and Communication Technology for Integrated Mobility Concepts Such as E-Carsharing*. In: Walter Leal Filho und Richard Kotter (Hg.): *E-Mobility in Europe. Trends and Good Practice*.
- Reichwald, Ralf (Hrsg.) (2007). *Mobile Dienste im Auto der Zukunft*. Konzeption, Entwicklung, Pilotierung ; MACS, Mobile Automotive Cooperative Services. 1. Aufl. Lohmar.
- Semmelroth, Arno C. (2015). *Hollistic Human Machine Interface for Commercial Vehicles*. In: *Commercial Vehicles 2015, Truck, Bus, Van, Trailer*
- Welt (2014). *Zunehmende Smartphone-Nutzung am Steuer*. Online verfügbar: <http://goo.gl/fwzt3u> (zuletzt geprüft: 04.06.2015).

Erhöhung der Transparenz eines adaptiven Empfehlungsdiensts

Nadine Walter¹, Benjamin Kaplan¹, Tobias Altmüller¹, Klaus Bengler²

Center of Competence HMI, Robert Bosch GmbH, Leonberg¹
Institut für Ergonomie, Technische Universität München²

Zusammenfassung

Ein adaptiver Empfehlungsdienst für die Funktionen von Infotainmentsystemen ist ein vielversprechender Ansatz zur Reduzierung der Anzahl der Bedienschritte und damit der Fahrerablenkung, die durch eine Bedienung während der Fahrt entsteht. Damit ein solches System auch von den Nutzern akzeptiert wird müssen einige Herausforderungen adaptiver Systeme im Bereich Usability gemeistert werden. Dieser Beitrag adressiert das Problem der mangelnden Nachvollziehbarkeit des Systemverhaltens und beschreibt die Entwicklung und Evaluierung eines Erklärungsmenüs zur Erhöhung der Transparenz und damit der Nachvollziehbarkeit.

1 Einleitung

Die Ablenkung des Fahrers durch die Nutzung von Infotainmentfunktionen während der Fahrt nimmt vor allem auch aufgrund des steigenden Angebots an Funktionen stetig zu. Ein adaptiver Empfehlungsdienst, der das Nutzungsverhalten des Fahrers lernt und darauf basierend Vorschläge zu vorkonfigurierten Funktionen unterbreitet, ist eine Möglichkeit die Fahrerablenkung durch eine geringere Anzahl an Bedienschritten zu reduzieren. Bisher fehlen allerdings Lösungen für erweiterbare adaptive Empfehlungsdienste, die es ermöglichen auch Vorschläge zu Funktionen zu unterbreiten, die wie Apps beispielsweise vom Fahrer direkt auf dem Infotainmentsystem installiert werden. Nach der Definition von Jameson (2008) ist ein nutzeradaptives System vereinfacht beschrieben ein System, das den Nutzer analysiert und sein Verhalten an den Nutzer anpasst. Der adaptive Empfehlungsdienst in dieser Arbeit beobachtet das Bedienverhalten des Fahrers und lernt, wann und wie der Fahrer unterstützt werden kann. Dem Fahrer werden dann abhängig von der Situation Vorschläge unterbreitet. Es werden vorkonfigurierte Funktionen, wie z.B. „spiele Album X“, empfohlen um diese mit weniger Bedienschritten zu erreichen. Auch Funktionen, die vom Fahrer nachträglich auf dem Infotainmentsystem installiert wurden, werden unterstützt. Die Vorschläge werden je nach Wunsch des Fahrers in drei verschiedenen Adaptionsstufen in Form von Shortcuts, Pop-Up-Nachrichten oder durch automatisches Ausführen dargestellt bzw. ausgeführt (siehe Abb. 1)



Abbildung 1: Vorschläge werden als Shortcuts (Links) oder Pop-Ups (Mitte) dargestellt oder automatisch ausgeführt (Rechts).

Ein adaptives System passt sein Verhalten ständig dem Verhalten des Nutzers an. Dies führt zu Usability-Problemen, wie mangelnder Nachvollziehbarkeit, Kontrollverlust, Aufdringlichkeit, Verletzung der Privatsphäre und Reduzierung des Erfahrungsschatzes (Jameson 2008). Diese stellen die größten Hürden für den Einsatz adaptiver Systeme dar und müssen reduziert werden um die Akzeptanz des adaptiven Systems zu erhöhen. Für den beschriebenen adaptiven Empfehlungsdienst sollen Maßnahmen adressiert und als konkrete Lösungen umgesetzt werden. Eine von Jameson (2008) genannte Maßnahme ist das Systemverhalten zu erklären um die Nachvollziehbarkeit zu erhöhen. Ein Ansatz hierfür ist der Entwurf eines Erklärungsmenüs, der in dieser Arbeit aufgegriffen wird. Die Herausforderung ist, dass das Erklärungsmenü das funktionsübergreifende Verhalten des Empfehlungsdienstes erklärt und auch erweiterbar gestaltet wird, da das Verhalten sich während der Laufzeit ändert und Vorschläge für neue Applikationen hinzu kommen können, die abhängig sind von weiteren Situationsparametern. Es wird daher nach einer allgemeinen erweiterbaren Lösung gesucht, die trotzdem genügend Informationen bereitstellt um das Systemverhalten für jeden Anwendungsfall zu erklären. Hierfür wird das Erklärungsmenü mit Hilfe eines nutzerzentrierten Entwicklungsprozess entwickelt. Eine Evaluierung in einer frühen Iteration des Entwicklungsprozesses wird in diesem Paper betrachtet.

2 Transparenz und adaptive Systeme

Um die Nachvollziehbarkeit des Systemverhaltens zu erhöhen ist es wichtig dieses transparent zu machen. Die Begriffe Transparenz und Nachvollziehbarkeit werden häufig als Synonyme verwendet. In dieser Arbeit möchten wir die Transparenz von der Nachvollziehbarkeit abgrenzen und definieren sie daher wie folgt:

„Transparenz ist die Fähigkeit eines Systems, dem Nutzer Wissen über den Auslöser eines Verhaltens oder Wissen über das Verhalten zu vermitteln.“

Nachvollziehbarkeit ist die Möglichkeit des Nutzers das Verhalten des Systems zu verstehen. Dies ist nur über Wissen möglich, das entweder bereits vorhanden ist oder insbesondere bei komplexem oder unbekanntem Verhalten durch das zur Verfügung stellen von Informationen erzeugt wird. Die Möglichkeit diese Informationen dem Nutzer zugänglich zu machen, kann als Transparenz bezeichnet werden. Die Zusammenhänge zwischen Transparenz, Nachvollziehbarkeit und Akzeptanz sind in Abbildung 2 dargestellt. Die Nachvollziehbarkeit eines Systems hat einen großen Einfluss auf das Vertrauen des Nutzers in das System (Hartmann 2009).

Ein Weg das Vertrauen zu steigern, ist das Erzeugen von Transparenz (Bellotti und Edwards 2001). Das Verständnis über die Funktionsweise des Systems, die Erlernbarkeit und das Vertrauen in das System haben wiederum einen Einfluss auf die Nutzerakzeptanz (Arndt 2011).

Die Vorschläge, die der adaptive Empfehlungsdienst dem Nutzer anbietet, sind Annahmen über das Nutzungsbedürfnis des Fahrers in der aktuellen Situation. Sie werden aus dem gelernten Nutzungsverhalten des Nutzers, zugeordnet zu einer Situation, ermittelt. Die Situation ergibt sich aus verschiedenen Parametern, wie beispielsweise der Uhrzeit oder dem Wochentag. Das notwendige Wissen damit der Nutzer nachvollziehen kann, warum das System Vorschläge anbietet, aufgrund welcher Daten und welchem Wissen diese Vorschläge entstehen, soll im Erklärungsmenü dargestellt werden. Dadurch soll das Vertrauen in das System positiv beeinflusst und in Folge dessen auch die Nutzerakzeptanz gesteigert werden.



Abbildung 2: Darstellung der Zusammenhänge zwischen Transparenz, Nachvollziehbarkeit und Nutzerakzeptanz

3 Stand der Technik

Die meisten Empfehlungsdienste im Bereich der Infotainmentsysteme sind beschränkt auf eine Funktion, z.B. ausschließlich Vorschläge zu Tankstellen (Bader et al., 2012) und die Erklärungsmenüs bzw. Maßnahmen zur Erhöhung der Transparenz entsprechen nicht unserer Anforderung bezüglich Erweiterbarkeit. Daher soll hier auf keine explizite Lösung sondern auf einige wichtige Erkenntnisse, die in die Entwicklung des Erklärungsmenüs einfließen, eingegangen werden. Um das Systemverhalten zu erklären ist die Darstellung vieler Daten notwendig. Eine Möglichkeit die Informationsfülle überschaubar zu gestalten, ist es wie bei Bader et al. (2012) nur die wichtigsten Informationen zu einem Vorschlag in einer Übersicht darzustellen und dem Nutzer zu ermöglichen bei Bedarf in eine Detailansicht zu wechseln. Eine Studie von Cramer et al. (2008), die einen nicht fahrzeugbezogenen Empfehlungsdienst untersucht, hat gezeigt, dass durch die Darstellung, warum dem Nutzer ein bestimmter Vorschlag gemacht wird und wie sicher der Dienst sich ist, dass der Vorschlag für den Nutzer relevant ist, die Transparenz der Vorschläge erhöht werden kann (Cramer et al. 2008). Ein Erklärungsmenü von Garzon (2013), das auch für einen funktionsübergreifenden automotiven adaptiven Empfehlungsdienst entwickelt wurde, stellt für jeden Vorschlag die Parameter einer Situation dar in der ein Vorschlag unterbreitet wird. Dieser Ansatz ist aber beschränkt auf bestimmte Funktionen und einzelne Situationsparameter, wie z.B. Ort und Zeitpunkt. Von diesen Erkenntnissen kann abgeleitet werden, dass es für die Transparenz wichtig ist zunächst die relevanten Informationen zu ermitteln und dafür eine geeignete erweiterbare Darstellungsform zu finden.

4 Entwicklungsprozess eines Erklärungsmenüs

Um das Erklärungsmenü zu entwickeln bietet sich ein nutzerzentrierter Entwicklungsprozess an wie er in der ISO 9241-210 (2010) beschrieben wird. Der Fokus der Entwicklung des Erklärungsmenüs liegt auf dem Spezifizieren der darzustellenden Informationen und dem Finden einer geeigneten Darstellungsform. Diese Punkte werden in mehreren Iterationen, in denen das Feedback von Nutzern und Experten einbezogen wird, adressiert um eine hohe Nutzerakzeptanz zu erreichen. Nachdem die Anforderungen definiert und die ersten Prototypen entwickelt wurden, werden diese zunächst in einer heuristischen Evaluation mit klickbaren Prototypen evaluiert um Usability-Probleme zu identifizieren. Anschließend folgt ein Nutzertest mit den überarbeiteten Prototypen um die definierten Anforderungen zu prüfen. In einem Expertenworkshop werden dann die Umsetzbarkeit und das Design ausführlich diskutiert um im anschließenden Wizard of Oz nochmals die Konzepte mit Nutzern zu evaluieren. Abschließend soll eine Nutzerstudie mit einem funktionalen Prototyp durchgeführt werden in der die Anforderungen nicht nur durch eine qualitative Befragung sondern auch durch eine quantitative Untersuchung überprüft werden.

5 Anforderungen an ein Erklärungsmenü

Transparenz ist die Fähigkeit des Systems Wissen über das Verhalten und den Auslöser zu vermitteln. Daher muss betrachtet werden, welche Informationen dargestellt werden müssen, um dieses Wissen zu vermitteln und wie diese Informationen verständlich dargestellt werden können. Zur Analyse der Anforderungen an das Erklärungsmenü wird die Arbeit von Lim und Dey (2009) herangezogen. Sie haben mit Hilfe einer Nutzerbefragung zu verschiedenen kontextsensitiven Anwendungen erfasst, welche Informationen für Nutzer notwendig sind, um das Verhalten eines Systems zu verstehen. Diesen Informationen haben sie Eigenschaften der Anwendungen zugeordnet. Der adaptive Empfehlungsdienst wird auf seine Eigenschaften untersucht und davon abhängig ermittelt, welche Informationen durch das Erklärungsmenü bereitgestellt werden müssen. Da der adaptive Empfehlungsdienst unterstützend beim Erreichen eines Ziels ist, dem Nutzer Vorschläge unterbreitet und diese abhängig von externen Daten sind, empfehlen Lim und Dey zu jedem Vorschlag Informationen über die Möglichkeit zur Änderung der Darstellung der Vorschläge (Output), die Informationsquellen (Input), die Entstehung der Vorschläge aus den Daten (How), das Verhalten in bestimmten Situationen (What if) und die Relevanz des Vorschlags (Certainty) darzustellen. Da sich die Studie von Lim und Dey auf kontextsensitive Anwendungen bezieht, müssen die Anforderungen für eine adaptive Anwendung erweitert werden. Eine zusätzliche Anforderung an das System ist das „Aufzeigen von Veränderungen“, da adaptive Systeme im Vergleich zu kontextsensitiven Systemen ihr Verhalten während der Laufzeit abhängig vom Verhalten des Nutzers ändern. Es ist notwendig diese Veränderungen dem Nutzer mitzuteilen. Diese Punkte beschreiben die Anforderungen an die darzustellenden Informationen. Die Anforderungen an die Darstellung sind eine übersichtliche und schnell zu erfassende Gestaltung der Informationen und eine intuitive Bedienung. Ebenso muss die Darstellung für eine Anzeige im Fahrzeug geeignet sein und erweiterbar gestaltet werden.

6 Evaluierung

Im Folgenden wird die erste Evaluierung im Entwicklungsprozess (Kap. 4), die in Form eines Nutzerinterviews durchgeführt wurde, beschrieben. Es soll geprüft werden, ob die ermittelten Informationen ausreichen um genügend Wissen durch das Erklärungs Menü zu vermitteln damit das Systemverhalten nachvollzogen werden kann. Zudem soll der Einfluss unterschiedlicher Visualisierungsformen auf das Verständnis untersucht werden.

6.1 Prototypen

Um eine geeignete Darstellungsform für die hohe Informationsmenge, die in den Anforderungen ermittelt wurde, zu finden, wird Shneiderman's Grundprinzip „Overview first, zoom and filter, then details-on-demand“ herangezogen, welches er als Ansatzpunkt für die Visualisierung von Daten beschreibt (Shneiderman 1996). Der Typ der Daten für einen Vorschlag wird mit Hilfe Shneiderman's „Task by Data Type Taxonomie“, in der sieben verschiedene Datentypen beschrieben werden, als zweidimensionale oder hierarchische Daten ermittelt. In Konzept 1 werden die zweidimensionalen Daten als abstrahierte Darstellung bezüglich Situationsparametern dargestellt. Dadurch erhält der Nutzer die Möglichkeit, eine Filterung der Vorschläge nach den Parametern der Situation vorzunehmen (Abb. 3 links). Die vom Parameter „Position“ abhängigen Vorschläge werden z.B. als Markierung auf einer Karte dargestellt. Eine hierarchische Beschreibung des Datensatzes hingegen könnte in der ersten Ebene die Vorschläge nach der zugehörigen Applikation (z.B. Navigation oder Radio) ordnen. Die zweite Ebene beschreibt die Vorschläge für eine Applikation näher, z.B. ist die Ebene unterhalb der Navigation nach Zielen geordnet. Eine Ebene tiefer befinden sich dann die Vorschläge mit den detaillierten Informationen. Die Visualisierung der hierarchischen Anordnung wird in Konzept 2 als 2D-Visualisierung mit hierarchischen Registerkarten (Abb. 3 Mitte) und in Konzept 3 als 2,5D-Visualisierung mit verschiedenen Ebenen (Abb. 3 rechts) umgesetzt. Alle drei Konzepte entsprechen unterschiedlichen Darstellungsformen aber enthalten die gleichen Informationen. Das zweite und dritte Konzept ist sehr gut erweiterbar im Gegensatz zum ersten Konzept. Die einzige Anforderung, die nicht abgedeckt wurde ist dem Nutzer die Änderung des Verhaltens mitzuteilen, was über einen extra Dialog erreicht wird. Dieser wird nicht innerhalb dieser Evaluierung untersucht. Die Prototypen der Konzepte für die Evaluierung wurden als klickbare Prototypen erstellt, so dass die Erklärungs menüs von den Probanden eigenständig auf einem Tablet erkundet werden können.

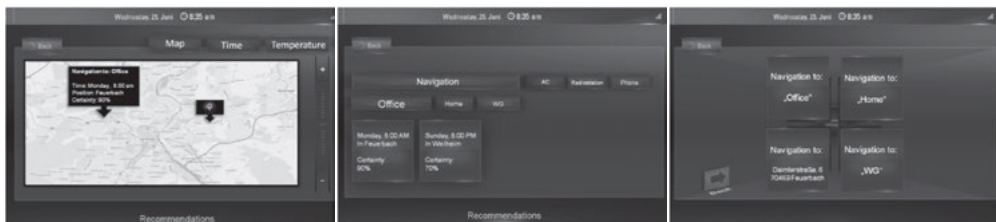


Abbildung 1: Konzept 1 (links) stellt die Vorschläge abhängig von Parametern in abstrakter Form dar, Konzept 2 (Mitte) zeigt die Daten mit Hilfe hierarchischer Registerkarten und Konzept 3 (rechts) in verschiedenen Ebenen.

6.2 Versuchsplanung und -ablauf

Das Interview beginnt mit einer demografischen Vorbefragung inklusive eigener Einschätzung der Technikaffinität. Anschließend wird der adaptive Empfehlungsdienst anhand eines Vorschlags in Form einer der Adaptionstufen mit Hilfe einer Visualisierung auf einem Tablet gezeigt. Zum besseren Verständnis wird der Vorschlag anhand eines Anwendungsfalls (Starten der Navigation zur Arbeit wie jeden Montagmorgen) präsentiert. Der Proband wird gefragt, welche Fragen er an das System hat (vgl. Lim und Dey (2009)). Diese Fragen entsprechen dem Wissen, das vorhanden sein sollte und werden daher den Informationen der Anforderungen zugeordnet. Eine Frage, die beispielsweise auf die Darstellung der Vorschläge abzielt, wird der Kategorie „Output“ zugeordnet (siehe Kap. 5). Anschließend kann der Proband ein Konzept des Erklärungsmenüs auf einem Tablet selbst erkunden um fehlende Informationen über das Systemverhalten zu bekommen. Nach dem Erkunden wird der Proband erneut nach seinen Fragen an das System gefragt, um zu prüfen, ob noch Informationen fehlen. Um eine Einschätzung zu bekommen, ob der Proband das System durch das gezeigte Erklärungsmenü besser versteht, wird er danach gefragt und um eine Einschätzung, wie gut er das Systemverhalten versteht, gebeten. Letzteres konnte er auf einer Skala von 1 bis 4 bewerten (1=„Ich verstehe das Verhalten des Systems“, 2=„Ich verstehe das System weitestgehend“, 3=„Es gibt noch einige Unklarheiten, wie sich das System verhält“, 4=„Es ist mir überhaupt nicht klar, wie sich das System verhält“). Jeder Proband kann nur zu einem Konzept befragt werden, da er sonst das Wissen aus dem Erklärungsmenü bereits angeeignet hat. Zusätzlich soll eine stark vereinfachte Überprüfung der Nutzerakzeptanz stattfinden in dem die Probanden vor und nach der Nutzung des Erklärungsmenüs gefragt werden, ob sie sich den adaptiven Empfehlungsdienst ins Fahrzeug einbauen lassen würden. Alle Probanden erhalten während der Befragung die gleichen Informationen aber unterschiedliche Visualisierungen und unterschiedliche Adaptionstufen (3 Konzepte x 3 Adaptionstufen). Da zwölf Probanden befragt wurden, wurde für jedes Konzept jeweils eine Adaptionstufe zweimal gezeigt.

6.3 Probanden

Die Befragung wurde mit zwölf Probanden (4 x w, 8 x m) durchgeführt. Voraussetzung für die Teilnahme an der Befragung war, dass die Probanden einen Führerschein und ein eigenes Fahrzeug mit einem eingebauten Infotainmentsystem besitzen. Die Probanden waren zwischen 26 und 54 Jahre alt (M: 36,7 Jahre, SD: 10,6 Jahre). Pro Jahr fahren die Probanden eine Strecke zwischen 4500 km und 20000 km (M: 12.042 km, SD: 4324 km). Zwei Probanden schätzten ihre Technikaffinität auf einer Skala von 1 (nicht technikaffin) bis 5 (sehr technikaffin) mit 5 ein, sechs Probanden mit 4, drei der Probanden mit 3 und ein Proband mit 2.

6.4 Ergebnisse

Der Proband wurde vor und nach der Erkundung des Erklärungsmenüs gefragt, welche Fragen er an das System hat. Die Fragen vor der Erkundung konnten hauptsächlich den Informationen, die in Kapitel 5 definiert wurden, zugeordnet werden. Daraus lässt sich erkennen, dass alle für das Systemverständnis als notwendig ermittelten Informationen von den Probanden auch für dieses System gefordert wurden. Zusätzlich wurden Fragen gestellt, die sich unter dem Begriff

„Konfigurierbarkeit“ zusammenfassen lassen, wie z.B. „Kann man das System zurücksetzen?“ und Fragen, die in keine Kategorie eingeordnet werden können, wie z.B. „Erkennt mich das Auto automatisch?“. Diese Fragen beziehen sich nicht auf das Systemverhalten und sind daher hier nicht relevant. Nach der Erkundung des Erklärungsmenüs wurden weniger Fragen und eher spezifischere Fragen an das System gestellt. Lediglich zwei Fragen konnten den Informationen zugeordnet werden: „Wie funktioniert der Algorithmus?“ (How) und „Wie werden die Parameter der Situation gemessen?“ (Input). Diese Fragen sind sehr spezifisch und übersteigen das Verständnis, das hier geschaffen werden soll. Die anderen Fragen können keiner der ermittelten Informationen zugeordnet werden und beziehen sich nicht auf das Systemverhalten. Aus diesem Ergebnis lässt sich ableiten, dass die notwendigen Informationen für das Systemverständnis vorhanden sind. Zwischen den unterschiedlichen Darstellungsformen konnten keine Unterschiede bezüglich der Fragen festgestellt werden. Die Darstellung hat daher das Verständnis nicht positiv beeinflusst. Auch das subjektive Systemverständnis konnte verbessert werden, denn alle Probanden gaben an den Empfehlungsdienst durch das Erklärungsmenü besser zu verstehen. Die Probanden schätzten ihr Systemverständnis (Skala 1 – 4 (siehe Kap. 6.2)) im Mittel mit 1,75 für das erste Konzept, mit 1,5 für das zweite Konzept und mit 2 für das dritte Konzept ein. Daraus lässt sich erkennen, dass die Probanden ihr Verständnis schon als sehr gut aber noch nicht vollständig empfinden. Da die Probanden nur einen Anwendungsfall des adaptiven Empfehlungsdiensts gesehen haben, haben sie vermutlich das Gefühl das System noch nicht vollständig zu kennen. Bezüglich der Frage, ob die Probanden sich einen solchen adaptiven Empfehlungsdienst ins Fahrzeug einbauen lassen würden, stimmten vor dem Erklärungsmenü drei der Probanden zu, drei lehnten ab und sechs Probanden würden es von den Kosten abhängig machen. Nach der Vorstellung des Erklärungsmenüs stimmten sieben Probanden zu, zwei lehnten nach wie vor ab und drei würden es vom Preis abhängig machen. Da die Bereitschaft zur Nutzung als Nutzerakzeptanz gesehen werden kann, hat das Erklärungsmenü eine positive Wirkung auf die Nutzerakzeptanz gezeigt. Die Visualisierung hatte auch hier keinen Einfluss auf das Ergebnis.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Ein funktionsübergreifender adaptiver Empfehlungsdienst ist ein vielversprechender Ansatz zur Reduzierung der Fahrerablenkung durch eine geringere Anzahl an Bedienschritten. Damit ein solcher Empfehlungsdienst von den Nutzern akzeptiert wird, müssen einige Herausforderungen gemeistert werden. Eine Herausforderung ist die mangelnde Nachvollziehbarkeit des Systemverhaltens, das in dieser Arbeit durch ein Erklärungsmenü adressiert wurde. Das Erklärungsmenü muss allgemein und erweiterbar gestaltet werden, damit es flexibel ist für sich änderndes Verhalten, zusätzlich installierte Applikationen und Situationsparameter und trotzdem alle Informationen darstellen um das Systemverhalten ausreichend zu erklären. Anhand einer frühen Nutzerevaluierung konnte gezeigt werden, dass das Erklärungsmenü alle notwendigen Informationen darstellt, um das Systemverhalten des Empfehlungsdiensts transparent zu machen. Spezifischeres Wissen wird von einigen Probanden zwar gefordert, würde aber die Komplexität des Erklärungsmenüs stark erhöhen, so dass dies vermutlich einen negativen Effekt auf die Nachvollziehbarkeit hätte. Bezüglich der Darstellungsform gab es keinen Einfluss

auf das Systemverständnis. Sowohl Konzept 2 als auch Konzept 3 sind bezüglich der Erweiterbarkeit besser geeignet, daher sollten vorzugsweise diese beiden Konzepte weiter entwickelt werden. Da die Nutzer das System in dieser frühen Phase nur sehr eingeschränkt erleben konnten, müssen die Ergebnisse sehr kritisch betrachtet werden. Sie stellen eher eine Entscheidungshilfe dar sind aber nicht geeignet um Aussagen, beispielsweise über die tatsächliche Erhöhung der Nutzerakzeptanz, zu treffen. Hierfür sind weitere Evaluationen notwendig. Ebenso muss der adaptive Empfehlungsdienst um weitere Lösungsansätzen zur Reduzierung der Probleme adaptiver Systeme erweitert werden. Beispielsweise das Bedürfnis nach Kontrolle konnte bereits in den Fragen der Probanden zur Konfigurierbarkeit erkannt werden. Erst durch ein Gesamtkonzept für einen adaptiven Empfehlungsdienst inklusive Maßnahmen zur Reduzierung der Usability-Probleme lässt sich herausfinden, ob es einen erweiterbaren adaptiven Empfehlungsdienst geben kann, der von den Nutzern akzeptiert wird oder ob nur spezifische Lösungen für einzelne Applikationen in Frage kommen.

Literaturverzeichnis

- Arndt, S. (2011), *Evaluierung der Akzeptanz von Fahrerassistenzsystemen*, Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Bader, R. Worndl, W. Karitnig, A. Leitner, G. (2012). *Designing an explanation interface for proactive recommendations in automotive scenarios*. Proceedings of the 19th International Conference on Advances in User Modeling. S. 92-104.
- Bellotti, V., Edwards, K. (2001). Intelligibility and Accountability: Human Considerations in Context-Aware Systems. *Human-Computer Interaction (V.16)*, S. 193-212.
- Cramer, H. Evers, V. Ramlal, S. Someren, M. v. Rutledge, L. Stash, N. Aroyo, L. Wielinga, B. (2008) The effects of transparency on trust in and acceptance of a content-based art recommender. *User Modeling and User-Adapted Interaction (V.18)*. S. 455-496.
- Glass, A., McGuinness, D. L., Wolverson, M. (2008). Toward establishing Trust in Adaptive Agents. *Proceedings of the 13th international conference on Intelligent user interfaces*.
- Hartmann, M. (2009). Challenges in developing user-adaptive intelligent user interfaces. *Proceedings of the 17th Workshop on Adaptivity and User Modeling in Interactive Systems, Darmstadt, Germany*. S. 6-11.
- ISO-9241/210 (2010). Ergonomics of human-system interaction - Part 210: Human-centred design for interactive systems.
- Jameson, A. (2008). Adaptive Interfaces and Agents. *Human-computer interaction handbook: Fundamentals, evolving technologies and emerging applications (2nd ed.)*.
- Lim, B. Y., Dey, A. K. (2009). Assessing demand for intelligibility in context-aware applications. *Proc. of the 11th international conference on Ubiquitous computing*.
- Shneiderman, B. (1996). The eyes have it: A task by data type taxonomy for information visualizations. In *Visual Languages, 1996. Proceedings*. S. 336-343.

Contradiction of Separation through Virtualization and Intercommunication

Tobias Holstein¹, Joachim Wietzke²

Department of Computer Science, University of Applied Sciences Darmstadt¹
Faculty of Mechatronics, University of Applied Sciences Karlsruhe²

Abstract

A trend in automotive infotainment software is to create a separation of components based on different domains (e.g. Navigation, Radio, etc.). This intends to limit susceptibility to errors, simplify maintainability and to organize development based on domains. Multi-OS environments create another layer of separation through hardware/software virtualization. Using a hypervisor for virtualization allows the development of mixed critical systems. However, we see a contradiction in current architectures, which on one side aim to separate everything into virtual machines (VMs), while on the other side allow inter-VM-connectivity. In the end all applications are composited into one homogeneous UI and the previous intend of separation is unsatisfied.

In this paper we investigate current architectures for IVIS, i.e. mixed critical systems for automotive purposes, and show that regulations/requirements break previous intents of the architecture.

1 Introduction

Modern vehicles provide many features to the driver and passengers of a car. Multimedia, navigation, advanced driving assistance and car safety features are standard in every new car. Introducing more and more features raises the complexity of hardware and software in cars. A common car built in 2015 contains up to 110 interconnected electronic control units (ECUs), which operate through multiple hundred thousand lines of code (Ebert & Jones 2009).

Cluster instruments and in-vehicle infotainment systems (IVIS) have been separated onto different ECUs, because of safety critical and non-safety critical features/requirements. However, current trends like fully digital cluster instruments (FPKs) create new design possibilities and combine safety critical applications (e.g. digital speedometer) and non-safety critical applications (e.g. navigation) onto a single screen. Early approaches used hardware layering to composite information on hardware layer (e.g. by using LVDS) in order

to keep both ECUs separated. Though, there are also approaches in building mixed critical systems, where one ECU handles both types of software using virtualization for separation. The term *multi-OS* is further on used to describe a hypervisor based mixed critical system that includes a full IVIS.

Typical scenarios from the industry have been shown in recent automotive presentations. *Apple CarPlay*¹ and *Google's Android Auto*² provide examples on how Apps from mobile OSs are seamlessly integrated into IVIS. There, the mobile OS is remotely connected to the IVIS, which only serves as a presentation device, whereas all logic and functionality remains on the mobile phone. In the *multi-OS* approach the user does not have to provide a mobile phone, therefore it is possible to rely on the mobile OS, so that an application for Navigation can be used, whether or not a mobile phone is connected.

This approach is interesting for car manufacturers and original equipment manufacturers (OEMs), because it reduces the amount of ECUs and bus cabling, which at the same time saves weight, energy and space. This also enables high speed data transfer between two systems using e.g. a shared memory. In general it reduces the costs for expensive hardware components, such as the housing or power supply. Further on it enables the use of applications from other OSs, which therefore can reduce development costs and time.

Multi-OS environments use a type-one/baremetal hypervisor to run different OS types (e.g. real-time OSs (RTOS) or general purpose OSs (GPOS)) concurrently on a multi-core hardware. The hypervisor can provide communication channels between virtual machines (VMs), which i.a. allows applications from different VMs or even VMs itself (with mixed criticality) to communicate with each other. In the end applications or VMs are unified into one homogeneous UI onto one or more screens (e.g. through a compositor), while at the same time a clear separation through virtualization is supposed to be ensured.

However, the separation through virtualization seems to be contradictory. A homogeneous UI for the user, which contains access to functions from different VMs, will consequently require inter-VM-communication as soon as shared resources (i.e. input/output modalities) exist. Additionally safety regulations, ISO standards or legal requirements may enforce communication between all parts of the system. However, as soon as a communication between separated VMs exists, the previous separation is weakened, if not broken.

In this paper we investigate the *Multi-OS* architecture and current approaches in the automotive industry. We show the contradiction in some approaches and present a minimalistic example for a *Multi-OS*. The remainder of the paper is structured as follows: In section 2 current research and related work is described. In section 3 different *Multi-OS* environments are shown and discussed. At last a conclusion and future work is presented.

¹ Apple CarPlay: <https://www.apple.com/de/ios/carplay/>

² Android Auto: <https://www.android.com/auto/>

2 Related Work

Software, which uses virtualization mechanisms to run multiple operating systems on the same hardware platform, is often referred to as *hypervisor*. A hypervisor can be classified in two different types: Type one (or native, bare metal) hypervisors run directly on the host's hardware to assign the hardware components and to manage guest OSs. Type two (or hosted) hypervisors run as application and request resources of the host OS.

While (Rosenblum & Garfinkel 2005) explains the history of virtual machine manager (VMM) and shows example use case scenarios, (Heiser 2008) discusses the role of virtualization in embedded systems and states, that the strongest motivation for virtualization is security.

The display system *Blink* allows to safely multiplex complex graphical content from multiple untrusted virtual machines onto a single GPU (Hansen 2007). In *Blink* one VM is given full control of the GPU, while all other VMs use virtual GPUs. An API is required to be implemented in each application in order to access the virtual GPU.

A virtualization concept for mixed critically graphic ECUs and an implementation using a type one hypervisor (i.e. VMM) have been introduced by (Gansel et al. 2013). A bidirectional communication between VMs is based on an *Isolated Communication Channel*. This secure communication requires authentication through an *authentication manager* located in a dedicated VM called *Virtualization Manager*, which also manages shared resources. Further on, access control mechanisms (Gansel et al. 2014) to manage applications access to certain screen areas and to handle authorization, prioritization and hierarchies for applications, have been introduced.

Compositing GUIs from a partitioned IVIS is done by (Knirsch et al. 2013). Partitions, i.e. multiple OSs, run concurrently on a type one hypervisor. Applications running on those OSs are presented in a homogeneous GUI, which is provided by a component called *compositor*. Applications have to provide a GUI that fits into the overall UI concept. The implementation of the inter-VM-communication uses shared memory and an enhanced Wayland protocol.

2.1 Use Cases for Virtualization

There are several use cases which make the use of virtualization interesting for automotive embedded systems. In order to protect a safety relevant part of the overall system, all services and applications that have a high risk of being compromised are separated on VMs (Feske & Helmuth 2004; Rosenblum & Garfinkel 2005; Heiser 2008; Knirsch et al. 2013). The composition of OSs is used to create a new system. Different OSs are used to take advantage of applications, which are specific to a particular OS (Heiser 2008; Gansel et al. 2013). Limiting hardware resources for a VM in order to ensure that a particular VM can never use more resources (CPU, RAM, etc.) as previously defined (Heiser 2008). Dedicate hardware resources (e.g. GPU, CAN-Controller) to a particular VM in order to isolate them from other VMs (Rosenblum & Garfinkel 2005; Hansen 2007). Decoupling of development cycles in order to be able to update applications or the OS itself without having to verify the

rest of system (Knirsch et al. 2013; Agizim 2014). Interconnections between the different VMs in particular are not required in those cases.

2.2 Requirements/Regulations

When developing automotive software, there are regulations, guidelines and demands (e.g. car manufacturer, customer), which form requirements for the software. Interconnections between VMs are also caused by those requirements. Applied software architectures show, that interconnections are used to enable access to dedicated hardware resources in other domains/VMs (Gansel et al. 2013; Hansen 2007; ISO 2002). Identification/Authorization mechanisms between distinct systems need interconnections (ISO 2008; Gansel et al. 2013). Exchanging information about the current state of a system or accessing domain specific data sources (ISO 2002; Knirsch et al. 2013), input/output operations (Knirsch et al. 2013; Gansel et al. 2013) and the demand to provide flexibility for software development (Gansel et al. 2013) requires also interconnections.

3 Architectural Approaches

In this section different architectural approaches will be explained in order to show their differences and corresponding consequences, especially in regard of interconnectivity.

3.1 Clear Separation Approach

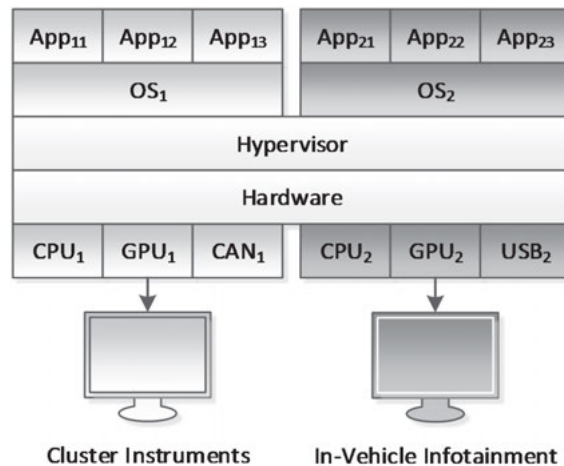


Figure 1: Clear Separation - Two or more OSs (VMs) run concurrently (without interconnections)

In a simple naive approach two or more OSs share a single hardware platform through a type-one hypervisor, as depicted in figure 1. Here, devices are dedicated to a certain OS. This approach assumes that resources do not have to be shared, because each OS has its own

input/output components. Therefore a communication between the different VMs is neither required nor necessary. This architecture can be used to save space for hardware, reduce hardware components and therefore costs. It also makes use of a multi-core CPU and RAM on a single hardware platform for multiple OSs. Despite that, it is similar to two separated devices (i.e. ECUs). Standard scenarios, where FPK and IVIS are clearly separated, will not require interconnections. An example for this architecture with two VMs: one VM provides all functions for the FPK and another VM provides all functions of the IVIS. FPK and IVIS have dedicated input/output devices, such as e.g. a touch-screen for the IVIS and a standard screen for FPK.

3.2 Layer of Interconnections

The layers, in which interconnections take place, vary based on the layer of composition (Holstein et al. 2015). The following figure shows an abstract representation of interconnections based on the literature research.

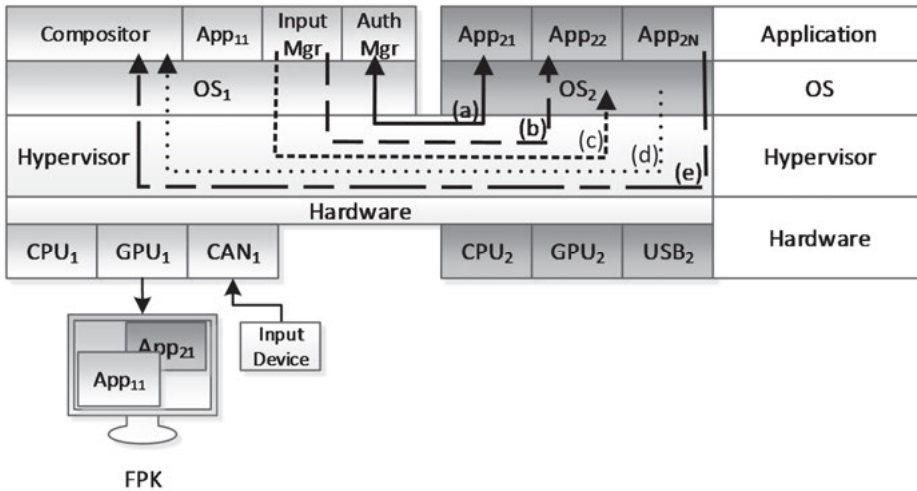


Figure 2: Layers of interconnection; App: Application; OS: Operating System; Input Mgr: Input Manager; Auth Mgr: Authentication Manager; CAN: Controller Area Network;

When resources are shared, interconnections are required. An example could be a touch-screen, which is used as a shared resource for FPK and IVIS. Both VMs provide graphical output, which have to be composited onto one screen. The touch-screen will provide input events to one of the VMs (dedicated device), which have to be dispatched to another VM in case both VMs expect those input events. Applications may be required to authenticate itself to get access to a certain part of a screen (Gansel et al. 2013; Gansel et al. 2014; ISO 2002). Whenever applications share one screen, a synchronisation, i.e. state exchange, between applications is required for visual transitions/composition. This is necessary e.g. to hide visual parts of an application to allow an application on another visual layer below to be

visible. In those cases interconnections are inevitable. This indicates, that connections between VMs can exist on different layers, i.e. a layer in one VM can be connected to another layer in another VM (fig. 2 (c,d)). Additionally, connections can be uni- or bidirectional (fig. 2 (a,b)). A connection on application layers requires both applications to be compatible (fig. 2 (a)), e.g. through a common defined protocol. Both applications have access lower layers in order to use inter-VM-communication channels. Input events are received through dedicated input devices. Those events need to be redirected to a certain application (fig. 2 (b)) or to a virtual device in OS layer (fig. 2 (c)). Special cases are application specific events, which cannot be handled by a generic input device of an OS.

Applications need a connection to a compositor or window manager in order to create, position or display windows (fig. 2 (e)). If the OS itself has an own window manager, which provides an output to a higher layer compositor, applications do not have to be adapted or changed to be used with the compositor (fig. 2 (d)).

Allowing an application in one VM to access functions of the hypervisor, e.g. to restart certain VMs, is another example for a connection on different layers.

A separation of two entities has to be broken, when one of the entities requires global information, i.e. information from/access to one or more other entities. This inevitably requires a connection between those entities.

3.3 Minimalistic Interconnections Approach

An approach, where communication between VMs is kept to a minimum, e.g. (Knirsch et al. 2013), is a mixture of the two previous introduced approaches. A scenario with two VMs: one with RTOS and another one with a GPOS. The RTOS contains a compositor component, critical applications (e.g. speedometer) and has exclusive access to the screen. The GPOS runs applications (e.g. Navigation, Browser, etc.), provides internet access and may provide possibilities to install 3rd party applications. This causes the GPOS to be vulnerable and open for attacks. In this approach we assume, that the GPOS is insecure, and may be infected by a virus, malware or other malicious software.

Therefore, all communication is limited to only provide necessary information, instead of using complex protocols. Interconnections are made between application layer and OS layer of the connected system, which abstracts the interconnection as a local device.

Data, which has to be exchanged with other VMs, is stored in specific data containers inside a shared memory partition owned by the VM, which provides the data. All other VMs have read-only access to it, which protects it against manipulation from other VMs. Therefore, all interconnections are only one way, based on “fire and forget” event systems.

The exchanged data is also kept to a minimum. VMs provide ready-to-use graphical output in form of pixel buffers inside the data container. This non-interpretable data format can be used inside a compositor to composite a homogeneous GUI. This assumes that all applications are implemented to fit into the overall GUI.

4 Discussion

In the previous section two different approaches were introduced. The clear separation approach is fulfilling the previous intent of separation. It also focuses safety and security concerns to the hypervisor and the critical system, which can be seen in current research, where e.g. design flaws in hardware architecture make attacks based on exploited hardware components possible (Schnarz et al. 2014). The second approach shows different interconnections between two VMs, which exist because of requirements and regulations, as mentioned in section 2.2. Those clearly break the previous intent of separation by allowing connections between applications and services from different safety critical and non-safety critical parts of the system. These two approaches represent two extreme cases: a completely separated multi-OS and a completely interconnected multi-OS.

Real world automotive scenarios will use a balanced mixture of those two approaches. The idea is to combine functionality from all VMs into one homogeneous UI, while at the same time keep the safety critical systems safe, i.e. isolated. However, the amount and level of interconnections depend on the actual requirements of the overall system. Especially the UI layer has usually many requirements regarding the usability and user interaction, which lead to interconnections.

The third approach suggests a way of minimizing interconnections between two or more VMs by using only certain interconnections, such as one-way/read-only data container and virtual input/output devices. This is supposed to reduce dependencies and to eliminate the use of complex protocols between different VMs. Nevertheless, this approach is still subject of research, which requires tests with real world scenarios to ensure that all defined requirements can be fulfilled.

5 Conclusion

In this paper an investigation into *multi-OS* architectures and current approaches in the automotive industry has been conducted. Approaches have been compared and it has been shown, that in order to fulfil certain requirements interconnections are inevitable. Further we showed, that interconnections can be categorized based on layers, which can be used to confine access to those layers. A suggestion for a minimalistic approach was shown, in which one way interconnections are used to provide data container to a compositor as well as to dispatch events to other VMs. This article presents work in progress that we plan to continue along the indicated lines.

Literaturverzeichnis

Agizim, A., 2014. IVI system sandboxing: The next frontier for in-vehicle upgrades.

Ebert, C. & Jones, C., 2009. Embedded Software Facts, Figures, and Future. *Computer*, 42(4), pp.42–52.

- Feske, N. & Helmuth, C., 2004. *Overlay Window Management: User Interaction with Multiple Security Domains*, TU, Fak. Informatik.
- Gansel, S. et al., 2014. An Access Control Concept for Novel Automotive HMI Systems. In *Proceedings of the 19th ACM Symposium on Access Control Models and Technologies*. SACMAT '14. New York, NY, USA: ACM, pp. 17–28.
- Gansel, S. et al., 2013. Towards Virtualization Concepts for Novel Automotive HMI Systems. In G. Schirner et al., eds. *Embedded Systems: Design, Analysis and Verification*. IFIP Advances in Information and Communication Technology. Springer Berlin Heidelberg, pp. 193–204.
- Hansen, J.G., 2007. Blink: Advanced display multiplexing for virtualized applications. *Proceedings of NOSSDAV*.
- Heiser, G., 2008. The Role of Virtualization in Embedded Systems. In *Proceedings of the 1st Workshop on Isolation and Integration in Embedded Systems*. IIES '08. New York, NY, USA: ACM, pp. 11–16.
- Holstein, T. et al., 2015. Current Challenges in Compositing Heterogeneous User Interfaces for Automotive Purposes. In M. Kurosu, ed. *Human-Computer Interaction: Interaction Technologies*. Springer International Publishing.
- ISO, 2002. ISO 15005: Road vehicles - Ergonomic aspects of transport information and control systems - Dialogue management principles and compliance procedures.
- ISO, 2008. ISO 15408-2: Information Technology - Security Techniques - Evaluation criteria for IT security - Part 2 - Security functional components.
- Knirsch, A. et al., 2013. Compositing User Interfaces in Partitioned In-Vehicle Infotainment. In *Mensch {&} Computer 2013: Interaktive Vielfalt, Interdisziplinäre Fachtagung, 8.-11. September 2013, Bremen, Germany - Workshopband*. pp. 63–70.
- Rosenblum, M. & Garfinkel, T., 2005. Virtual Machine Monitors: Current Technology and Future Trends. *Computer*, 38(5), pp.39–47.
- Schnarz, P., Wietzke, J. & Stengel, I., 2014. Towards Attacks on Restricted Memory Areas Through Co-processors in Embedded multi-OS Environments via Malicious Firmware Injection. In *Proceedings of the First Workshop on Cryptography and Security in Computing Systems*. CS2 '14. New York, NY, USA: ACM, pp. 25–30.

Development and Evaluation of a Virtual Reality Driving Simulator

Quinate Chioma Ihemedu-Steinke^{1,2}, Demet Sirim¹, Rainer Erbach¹, Prashanth Halady¹, Gerrit Meixner²

Center of Competence HMI Leonberg, Robert Bosch GmbH¹
UniTyLab, Heilbronn University²

Abstract

This work presents the design and set-up of a virtual reality driving simulator for development and evaluation of future automotive HMI concepts. The Oculus Rift based virtual reality driving simulation described in this work is an immersive 3D virtual reality simulator, which gives the driver a near-realistic driving experience. Oculus Rift is a low-latency 360° head tracking virtual reality head-mounted-display which offers a fully immersive 3D experience in virtual environments. It was developed in Unity3D engine and tested in a user experience evaluation in order to determine its level of immersion and the possible use of that technology for the development of future automotive HMI concepts.

1 Introduction

How would a driver react if faced with a hazardous situation? When is it best to alert the driver about unforeseen danger? What is the best way to interact with the driver in order to achieve the desired reaction? The above questions can be answered by analyzing the driver's behavior within a driving situation taking into account other drivers, the road conditions and the car dynamics. This is important since human error is one of the principal influencing factors that lead to road accidents, and is attributed to increased mental workload induced by distractions (Christodoulou et al., 2013). Placing the driver into a real driving situation in order to evaluate his behaviour is too dangerous whereas testing environments such as crash test environments are very time and cost intensive. Therefore, driving simulator (DS) is commonly used for research studies in monitoring the driver's behavior and for design and evaluation purposes of new HMI concepts. Mostly 2D-driving simulation environments are used in the automotive industry and for automotive research (De Winter et al., 2012; Krueger, 2005). These conventional DSs often lack the immersion of the driver into the driving scenario, and hence do not reveal the natural reaction and interaction.

Emerging technologies in the field of virtual reality (VR) from the area of consumer electronics and increasing processing power offer potentials for new highly immersive driving simulation concepts e.g. in the development and evaluation of new advanced driver assistance systems (ADAS) (Bayarri et al., 1996; Cremer et al., 1996). This work presents first the benchmarking of the available state of the art tools for the development of an immersive VR DS in order to allow flexible, user-oriented adaptation of functions and HMI components in the context of a recursive, user-centered development for enhanced user experience. This approach is meant to compensate for the lack of total immersion and intuitive reaction of the test driver of conventional 2D DSs necessary for an effective analysis of a particular driving situation. Then the developed prototype is presented followed by a first evaluation with 25 users. Finally we discuss the results and give an outlook on further work.

2 Current State of the Technology

The level of immersion and hence the performance of a VR DS depends on the efficiency of the applied components and tools. Therefore, the most advanced components and tools were analyzed and benchmarked. Primarily, the performance of the system depends on:

1. Graphical Processing Unit,
2. Virtual Reality Devices,
3. Driving Simulator Tools and
4. External Interaction Devices.

2.1 Graphical Processing Unit

A literature review of suitable graphic cards for 3D gaming was performed based on the following core features; processing power, refreshment rate, pixel resolution, rendering technologies and supported APIs. Based on these criteria and available graphic cards benchmarking online as of the time this research was performed, Nvidia GeForce GTX 980M was selected (TopTenReviews, 2015; FurryBall 4.8 GPU Benchmark, 2014).

2.2 Virtual Reality Devices

The following devices were selected for the benchmark based on their usability and available information especially device specifications; OR DK2, Sony Morpheus, Samsung GearVR, Vuzix Wrap 1200DX-VR, Vrvana, GameFace, Cmoar, Sulon Cortex, InfinitEye, Antvr and Vrelia VReye. The analysis of the selected devices was performed according to the features listed on table 1. The next step involved the analysis of the contents to filter, and mark the key aspects and qualities of the HMD with respect to the level of immersion in the virtual environment (VE). Scores from 1 to 5 were allocated based on the following scaling; 5 = very good, 4= good, 3= average, 2= not good and 1= poor or unknown. For example, Image refresh rates are considered faster in OLED than LCD, all devices with OLED display scored 5 as compared to 4 for LCD. Devices which offered more than 110° field of view (FOV)

scored 5 while those like OR with a maximum of 110° FOV scored 4. All selected devices offer a stereoscopic 3D view, so they all scored 5 in this category. OR DK2 was chosen as the most suitable device to develop the VR DS because of its low-persistence, low-latency, accurate positional tracking, and its large user community for FAQ

Device	Oculus DK2	Sony Morpheus	Samsung Gear VR	Vuzix Wrap 1200DX-VR	Vrvana	GameFace	Cmoar	Sulon Cortex	InfinittEye	Antvr	Vrelia VReye
Feature	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5
Display Resolution	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5
Display Refreshness	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Display Type (OLED, LCD)	5	3	5	3	5	3	4	4	4	4	4
Viewing Optics (FOV°)	3	3	3	2	3	3	3	3	5	3	4
Interface HDMI	5	5	1	5	5	5	1	1	5	5	5
Interface USB	5	5	4	5	5	5	4	4	5	1	1
Internal Tracking Sensor	5	4	5	5	5	5	3	5	5	5	3
Position Tracking Sensor	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4
Engine Integration tools (Unre)	5	2	1	1	5	4	3	1	1	1	4
SDK	5	2	1	5	4	5	1	3	2	4	4
3D Immersive Quality	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Active User Community	5	3	4	4	3	4	3	3	3	3	3
Latency	5	4	3	4	4	5	3	3	3	3	3
Persistence	4	3	4	3	4	4	3	3	3	3	3
Stereoscopic 3D	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Weight	3	3	3	5	3	3	3	3	4	4	3
	88,8%	72,5%	70,0%	78,8%	85,0%	85,0%	63,8%	67,5%	77,5%	72,5%	72,5%

Table 1: A Tabular representation of the State of the Art VR Device Rating

2.3 Driving Simulator Tools

SILAB was initially chosen for the evaluation of the VR DS with OR. However, an extra software package with a licence fee is required for integration with OR. Therefore, a benchmark was carried out in order to choose an alternative tool for the prototype development. Two renowned DS suppliers; SILAB and CarMaker, one open source tool; Open Science Graph, and two renowned 3D gaming engines; Unreal Engine 4 and Unity3D were selected. The selected criteria for the benchmark were based on the tasks involved in developing a near-realistic and fully immersive 3D VR application and OR integration. Comprehensive information was collected from various sources including scientific publications, online sources, vendor websites, user forums as well as simulation books (Robinson, 2004). This benchmark was performed in five different steps namely; establishment of the benchmark requirements, survey and shortlisting of the software simulation tools, establishment of the evaluation criteria, evaluation of the software in relation to the criteria and software selection. Since some of these criteria for evaluation were dynamically changing during this thesis, iteration steps were required (Robinson, 2004). Unity3D was chosen because it offers a large Oculus user community for FAQ and a free version which provided all available features for the prototype implementation.

2.4 External Interaction Devices

Interactive devices used in this work are the Logitech G25 force feedback device bolted with steering input, gas-, brake- and clutch pedal and Leap Motion. The interaction is realized in Unity3D with the help of Logitech and Leap Motion plugins and core assets.

3 Material

3.5 Hardware

Visualization Component: This consisted of the OR HMD, a Samsung monitor and the MSI computer monitor. The visualization components interact with the simulation through the Oculus SDK.

Input/Output Devices: The most important devices considered for this work are the Logitech G25, Leap Motion tracking device and solid 5.1 surround sound Roccat KAVE Gaming earphones. The control flow between the Logitech device and the 3D car model is realized in Unity3D with the help of Logitech plugins and assets (Logitech Gaming SDK, 2014). The Leap Motion served as a hand-and-finger-tracking device.

3.6 Software

Oculus SDK: Oculus SDK provides the library containing all the Prefabs necessary to create and run an application in OR e.g. the OVRPlayerController and OVRCameraRig, and the OculusUnityIntegration Package needed to integrate a Unity3D application with OR. Furthermore, all the necessary plugins needed to create and execute an application in oculus are contained in this library.

3D Models (3rd Party): The following 3D models were used in the development of the VR driving simulator; 3D BMW 7 Series model, V8 engine Soundpack -.fbx file, Landscape / Racetrack – .fbx files (Sommer, 2012), and Mixamo Carl Hi-Res / Male Character Pack (Mixamo, 2014). These models were either gotten from the Unity Asset store or bought directly from the 3D model supplier.

Unity3D: This is the development platform where the DS model and all driving scenes were developed, executed and a standalone created. Unity3D has an asset store which offers numerous free and commercial inbuilt models for easy integration. Furthermore, it also offers a convincing and near-realistic experience in the virtual world due to its excellent graphics. Unity5 provides almost accurate vehicle physics for an absolute realistic vehicle control. Finally, Unity3D supports force feedback devices e.g. Logitech G25. The two main functions implemented in Unity3D are the Camera Controller and the Vehicle Controller (Driving Script) where the vehicle dynamics are implemented.

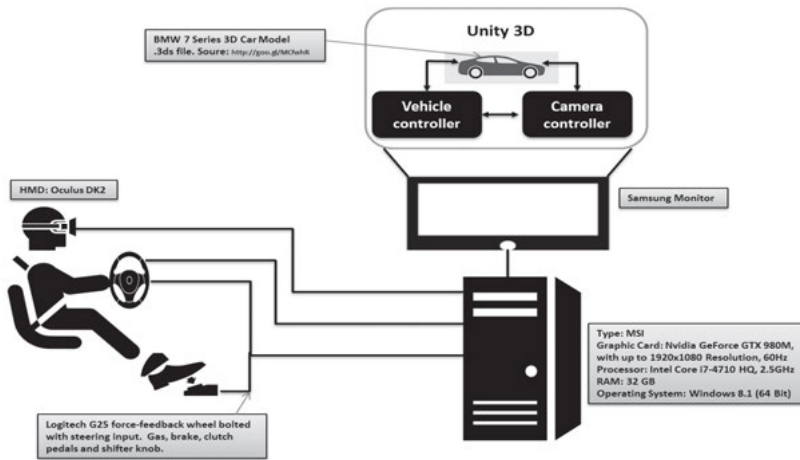


Figure 1: Graphical representation of the VR DS System Architecture with the user wearing the OR.

4 Prototype Development and Evaluation

4.1 System Architecture

For easy integration of new features, the design of the VR driving simulator followed a modular-based architecture. The design consisted of integrating the vehicle model in Unity 3D, simulating realistic lighting conditions within Unity3D, integration of the 3D models and input/out device mentioned in chapter 3 in Unity3D. Figure 1 shows the system architecture. OR with the head tracking sensor is connected to the computer through HDMI and USB interfaces. The HDMI is used to transmit the driving simulation graphic data to the HMD and the USB is used to control the head tracking sensor.

4.2 Implementation

The prototype was realized in Unity3D engine. The developed prototype was iteratively tested until the expected result was achieved. Implementation and testing were done in parallel, feature updates or corrections were tested in Unity3D with and without OR.

The next step was the integration of the male character model, the V8 engine sound, and the simulated driving speed displayed as a HuD feature. The HuD feature was implemented as a standard floating GUI text that displays the actual speed during runtime. Finally, the keyboard was configured to activate and deactivate the Logitech G25 functionality (F1), display the male character (driver) (F2) displayed in figure 2, and to display a motorbike driving directly opposite the test driver (F3) as shown in figure 3.

4.3 User Evaluation

In order to validate the level of immersion and the near-realistic driving experience provided by the VR DS, and get user feedback on how to improve the implemented simulator, a user test with a selection of 25 users was performed.

The selected user evaluation methods consisted of a Pre-Test (PrTQ) and Post-Test (PoTQ) questionnaires. The PrTQ consisted of three sections namely personal data, experience with 3D gaming and HMD, and driving experience. This was filled before the test session in order to ascertain the user's vulnerability to experience motion sickness. Users who had little or no experience with 3D gaming or never worn a HMD before, were forewarned.

The first 14 out of the 20 questions of the PoTQ were based on expert evaluation from the IGroup Presence Questionnaire (IPQ) to determine Presence in VEs (iGroup, 2008). Content was mainly the user experience with the implemented prototype. The questionnaire was filled by test persons after the driving experience in order to assess if the driving experience with the DS was felt as real or not. The questions are mainly related to typical VR systems and their comparison with the real world.



Figure 2: VR Simulator setup displaying the male character model during a during a test session



Figure 3: VR DS showing the sudden appearance of a motorcyclist in order to analyze the driver's reaction towards avoiding the head-on collision.

4.3.1 Users

The selection of test drivers was made without any pre-information about the users. All users were Robert Bosch employees working in Leonberg. The only criteria stated for the selection is the availability of a driver's license though, more users with little or no VR experience and VE interactions were preferable in order to avoid biases. Two users however, did not have a driver's license. 20 out of the 25 users were male while 5 were female. The age ranged from 22 to 63 with an average of 37.6. 20 users had at least a university degree while the rest were students. Apart from two users, all have watched a 3D movie with regular 3D glasses. 20 users owned a driving license older than 5 years. An average duration of 30 minutes was planned for each user. See table 2 for the representation of four PrTQ answers.

4.3.2 User test execution and test scenario

Firstly, the PrTQ was filled out, the user was then explained the basic functionality of the simulator. The occurrence and symptoms of simulator sickness was also mentioned prior to the test proper. In order to capture all gestures during the session the video camera was turned on. Next, the user was wearing the OR DK2 and 5.1 Roccat KAVE surround earphones in order to experience the V8 engine sound and other surrounding sounds integrated in the system. While the test was ongoing, the scenario was manipulated with the MSI laptop by activating and deactivating the driver model and the motorbike scene. The driving task involved a typical driving maneuver including curve driving, backward driving, braking, as well as lane departure warning maneuver, reaction to the sudden appearance of the motorbike riding towards the test car in order to avoid a head-on collision (figure 2). After performing all driving tasks, the user finally was requested to fill the PoTQ.

4.3.3 User test results

The quantitative analysis of some of the responses of the PoTQ shows the following results; For Question (Q) 16, the users were asked if they did not feel present in the VE. 76% of the users felt present, 16% did feel present and 8% were neutral. The result from Q11- I still paid attention to the real environment (RE) - shows that 72% did not pay attention to the RE, 20% still paid attention and 2% were neutral. Another interesting result is Q12- the VE seemed more realistic than the RE- 92% did not agree while 8% were neutral. 84% of the users felt motion sick during the tests. Most Simulation sickness (SS) occurred while driving through a sharp curve. Four out of the five female participants suffered from SS within the first five minutes of the test and 3 had to interrupt the session. All users with little or no experience with HMDs for except one, displayed most symptoms of motion sickness (Better Health Channel, 2015) e.g. sweating, increased salivation, nausea, malaise. However, there was no case of vomiting.

Computer Knowledge			Gender	
Average	Good	Very Good	Male	Female
3	10	12	20	5
12%	40%	48%	80%	20%

Virtual World Interaction [min]				Worn HMD	
0	1 - 5	6 - 10	> 10	Yes	No
11	7	2	5	14	11
44%	28%	8%	20%	56%	44%

Table 2: User data on computer knowledge, gender, VE interaction and HMD.

5 Discussion and Future Work

This work focused on realizing 3D VR DS which compensates for the lack of total immersion experienced with 2D DSs by immersing the driver in the computer-generated driving environment. Hence the use of VR allows the user to “interact” with and become “immersed” in the computer-generated driving environment in a natural way (Schultheis & Rizzo, 2001).

In order to realize the VR DS, suitable tools were selected, analyzed and evaluated through benchmarks. This phase played a very important role in the overall prototype implementation because a high performing and near-realistic VR application depends on the resolution, the level of immersion offered by the HMD and the driving simulation tool applied to implement and create the standalone application. The developed VR DS prototype implemented in Unity3D engine was validated through performing user tests with a total of 25 test drivers.

The Wheel Colliders and simple Physics offered by Unity 3D was not enough to simulate a realistic car model. The right feeling of speed was missing e.g. 100km/h felt like 20km/h. Therefore, an object-oriented script was written to simulate a car’s behavior. This issue persisted, but was better with the introduction of Unity5 which offered better Physics.

Though the VR DS felt immersive, its level of immersion was limited due to the occurrence SS caused most probably by a motionless simulator, poor graphical performance of the driving scenes, incorrect scaling of the perceived speed and acceleration as commented by most test drivers. It was observed during the user evaluation test, that the occurrence of SS limits the benefits of a VR experience by influencing the driver’s performance during testing of new safety functions and HMI prototype evaluation. Most female test participants did not experience total immersion. Most male participants on the other hand were totally immersed in the VE. This may be due to the fact that most female participants had motion sickness quite early and hence had to stop the test before full immersion and total disconnection from the RE was reached. This also confirms the known theory of motion sickness occurrence during simulation and VR applications especially with motionless DSs, missing force feed-

back and low resolution (Karl et al., 2013; Davis et al., 2014). By eliminating these limitations, the full potential of VR DS could be effectively applied to generate an efficient and near-realistic driving experience of hazardous driving situations without endangering the life of the driver (De Winter et al., 2012; Kemeny, 2014).

Another limitation of the system was that, the simulation of a realistic congested traffic model was missing. The BMW 7 series was the only vehicle in the VE, no pedestrians and traffic signs. Most users commented that it conflicted with the image they have of a real road. Therefore, it is essential to simulate a real traffic model with all related features if the VE is expected to be perceived as real.

Because of the benefits provided by a full VR solution, this work continues. The future work should focus on finding the causes and possible solutions of SS and the elimination of the challenges mentioned above. Planned is also the development of clickable interfaces for e.g. Infotainment system and Data glove integration for a better interaction. Finally, a 2D DS should be compared with a VR DS in order to ascertain the benefits of VR DS. The main objective would be the implementation and evaluation of an immersive and near-realistic high performance 3D VR DS for a better user experience that encourages the user-centered adaptations of driving safety functions and for rapid prototyping of new HMI concepts.

Acknowledgment

I would like to thank Jonas Roth for his assistance in the implementation of this work.

Literaturverzeichnis

- Bayarri, S., Fernandez, M., & Perez, M. (1996). Virtual reality for driving simulation. *Communications of the ACM* 39.5, P. 72-76.
- Better Health Channel (2015). Motion Sickness. Website: <http://goo.gl/BQxED8>
- Christodoulou, S., Despina, M., Gregoriades, A., & Pampaka, M. (2013). Design of a 3D interactive simulator for driver behavior analysis. Summer Computer Simulation Conference (SCSC '13). Society for Modeling & Simulation International, Vista, CA, Article 17, 8 pages.
- Cremer, J., Kearney, J., & Papelis, Y. (1996). Driving simulation: challenges for VR technology. *Computer Graphics and Applications*, IEEE 16.5: P.16-20.
- De Winter, J.F.C, Van Leuween, P., & Happee, R. (2012). Advantages and Disadvantages of Driving Simulators: A Discussion. In *Proceedings of Measuring Behavior*.
- FurryBall 4.8 GPU Benchmark, (2014). The best graphics cards for raytrace in FurryBall. Website: <http://goo.gl/9NMSwA>
- iGroup (2008). iGroup presence questionnaire. Website: <http://tinyurl.com/oll6d7z>.
- Karl, Ines, et al. (2013). Driving behavior and simulator sickness while driving the vehicle in the loop: Validation of longitudinal driving behavior. *IEEE intelligent transportation systems magazine* 5.1: P. 42-57.
- Kemeny, A. (2014). From Driving Simulation to Virtual Reality. Center for Virtual Reality and Immersive Simulation. Paris: Renault.

- Krueger, H-P., et al. (2005). SILAB-A task-oriented driving simulation. Proceedings of the Driving Simulator Conference (DSC). Orlando.
- Reddit (2014). Buying graphics cards for Oculus rift DK2. Website: <http://goo.gl/aiGyfA>
- Robinson, S. (2004). Simulation: The Practice of Model Development and Use. Chichester: John Wiley and sons.
- Schultheis, M.T., Rizzo, A.A. (2001). The application of virtual reality technology in rehabilitation. *Rehabilitation Psychology*. Vol 46(3): P. 296-311.
- TopTenReviews (2015). Graphics Cards Review and comparisons. Website: <http://tinyurl.com/6gdss7l>.

Immersive Audio HMI to Improve Situational Awareness

Dr. Alexander van Laack¹, Axel Torschmied², Gert-Dieter Tuzar³

Leader Advanced HMI Europe, Visteon Innovation & Technology GmbH¹

Lead Engineer Audio Infotainment, Visteon Innovation & Technology GmbH²

Principal Designer HMI, Visteon Electronic Germany GmbH³

Summary

Humans' are multimodal beings that perceive their environment with all their senses, which allows them to create situational awareness (van Laack, 2014). For driver vehicle interaction the idea of multimodality has been neglected in the past and displays became the most common information output in a cockpit. To handle the significant increase of traffic complexity and information availability inside the cockpit, a multimodal combination of immersive audio and visual representation can lead to a better user experience and a more intuitive human machine interaction (HMI). This paper introduces object based audio, an innovative technology to enable immersive audio HMI. The presented research suggests that object based audio can enhance the vehicle HMI by offering situational context and directional elements to the driver.

1 Introduction

This paper takes a closer look at the auditory channel and how immersive audio can be used to enhance the HMI and benefit the user experience and situational awareness within the vehicle.

Virtual audio displays have already been developed during the 1980's to inform pilots about their environment, to create situational awareness, and to provide navigation information to them (Brungart, 2007). Although already most vehicles offer some kind of audio feedback as part of the automotive HMI, it is usually very primitive and compared to visual outputs far less intuitive. Most audio cues in a car today are played through the cluster speaker and offer only a very limited sound quality and no directional information. Park distance warnings are more advanced and offer some directional information by indicating whether an obstacle is in front of the vehicle or behind it. In addition the warning sound itself conveys a level of

urgency due to its changing frequency. An advancement is the object based audio technology, which will be discussed during this paper. A customer clinic focusing on the perception of sound direction and sound characteristics shows the feasibility of object based audio in a lab setup.

2 General

Advanced Driver Assistant Systems (ADAS) support today's drivers in critical traffic situations. To inform the driver when a system is active or to warn him about a particular danger, ADAS HMI uses visual, haptic and also acoustic outputs (Muños-Benavent, 2012). A vibrating steering wheel, for example, can indicate that the driver is about to switch lanes without using the turning signal. A forward collision warning is usually emphasized through a visual and an acoustic warning. Acoustic warnings offer the unique benefit of always being perceived, without the need to look in a certain direction or touch a specific device. The acoustic channel is always accessible, even when sleeping and can be used to wake a person up. Additionally psychoacoustics allows the human hearing to determine not only the distance but also the direction of a sound with a resolution of up to 1° (Görne, 2008). Although acoustic cues are already used today, they are very primitive and are mostly generated by the instrument cluster speaker or a simple front-rear scheme is used as in parking aids.

To use the full capacity of human hearing, a system has to be developed that is able to use advanced vehicle sensor input data and process it into a directional sound output covering all areas (x,y,z) around the vehicle; and which is able to reproduce virtual sound sources independent of the physical speaker locations in the vehicle.

3 Sound Output

The most commonly used sound systems are in stereo and surround sound. Both technologies generate phantom sound sources which are created by the superposition of the output of discrete audio channels. During production, the scene is created by positioning sound sources or applying effects, which are then mixed to the relevant number of discrete audio channels for predefined speaker positions. Post-mixing or modification of the audio scene and the location of its objects on the reproduction side is not intended. Sequentially the correct reproduction of the spatial information depends on the speaker setup matching the format of the production.

The stereo or surround sound signals contain phase and level information for each audio channel which creates a spatial effect of the recorded scene in a predefined location relative to the speakers – this is called the “sweet spot”. Outside the sweet spot the spatial sound impression is limited or inexistent. (Rumsey, 2001)

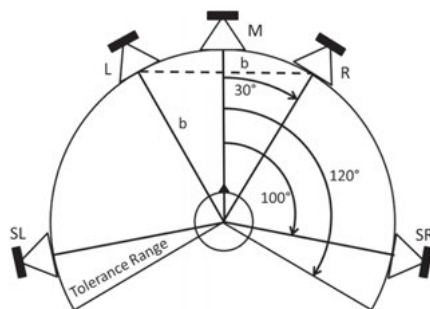


Figure 1: Surround System Setup. Based on (Rumsey, 2001)

Figure 1 illustrates a surround sound setup with 5 channels. The speakers are placed in a circular setup around the listening position. Similarly speakers are placed circular in 7.1 systems or systems with higher number of channels.

For vehicle HMI usage current surround technology has several drawbacks, some of which may partly be overcome by modern DSP processing capabilities:

One, if the listening room does not allow symmetric deployment of the speakers around the listening position (like in a vehicle), it is required to perform time correction between the channels. Due to the nature of the system, it will only reveal its full acoustical capability in a single sweet spot (see Figure 2). Since the driver is the most relevant user and his position is fixed it could be argued that the sweet spot is negligible.

Second, the most common surround sound formats derive from home cinema applications thus assume the majority of the acoustical information to come from the front (screen or stage). Center, left and right channels allow relatively high spatial precision; rear channels usually fill the scene with ambient information. The spatial playback performance of the system is not unidirectional so it would not necessarily address the HMI requirements of a vehicle which may intend to highlight events from the rear or alongside the car.

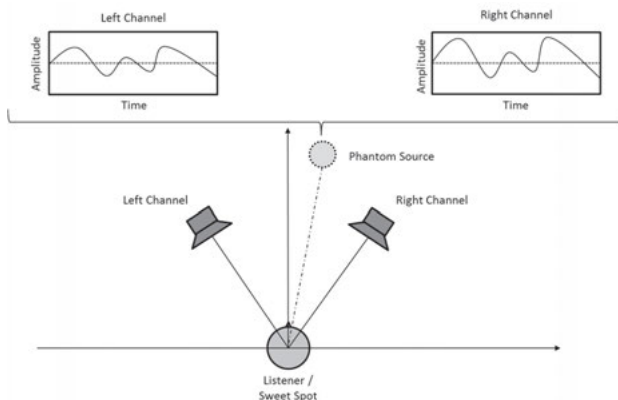


Figure 2: Phantom sound source (based on Sladeczek 2014)

Third, creating dynamic acoustical events on a channel based audio format requires thorough consideration of the speaker setup. The ability to place sounds, not only where speakers are, but also in ‘between’ them is not straight forward, will either result in complex matrixes of pre-rendered sounds or in a significant amount of algorithm variants to optimize for multiple speaker setups, vehicle types and events.

A proposed alternative is the object based audio technology. It assumes transmission of multiple mono sound channels and a separation of their related object meta data (see Figure 3). Meta data is information a spatial rendering algorithm requires to replicate the physical and acoustical properties of the sound object. On the reproduction side the meta data is still available to allow user or application controlled modification. The spatial rendering algorithm calculates the channel output at runtime considering the metadata and other rendering information such as speaker locations or other physical or acoustical parameters.

The benefit of this technology for sound HMI is the availability of separated sounds, meta data as well as rendering parameters on reproduction side which allows rendering of virtual sound objects at runtime and serves as the foundation for more complex rendering algorithms. These allow significantly more precise reproduction of virtual sound sources in space while being virtually agnostic to the physical speaker setup. (Engdegard, 2008)

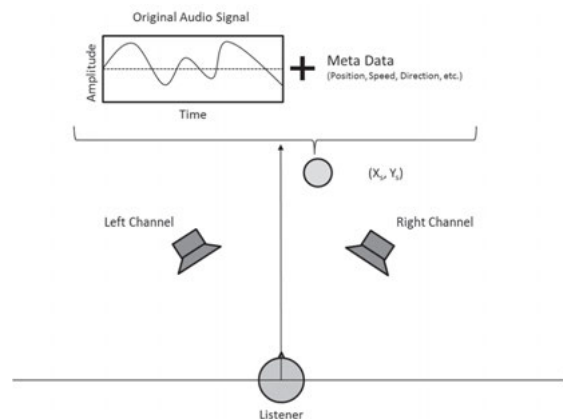


Figure 3: Virtual sound source (based on Sladeczek 2014)

4 Customer Clinic

The previous chapter was focused on the system view and has introduced different technologies that have a distinctive relevance for immersive audio HMI. To understand the benefit for the human being, this chapter presents customer clinic research that was conducted to answer the following research questions:

1. To which extent can people differentiate between different sound locations played through an object based sound setup?

2. Is there a difference in perception accuracy between static and dynamic sounds?
3. Which sound characteristics determine how a sound is perceived?

4.1 Clinic Setup

The customer clinic with 33 participants was conducted at the Visteon facility in Kerpen, Germany. A 10.1 speaker setup was used with an object based sound renderer to create virtual sound objects. Participants were blindfolded to minimize the visual effect of the 10 speakers surrounding them.

The customer clinic was split into three parts. During the first one, people had to determine the correct distance and location of a short static sound. Cardinal points such as north, north-east, were used to express the direction, while distance was captured in close, medium and far. To give participants a distance reference, a sound in all three distances was played back at the beginning of the study.

During the second part of the clinic, participants were asked to determine the movement of a sound. The space around them was divided into four sectors as illustrated in Figure 4. Sounds were either moved through two or three sectors and participants had to state starting sector, ending sector and movement direction.

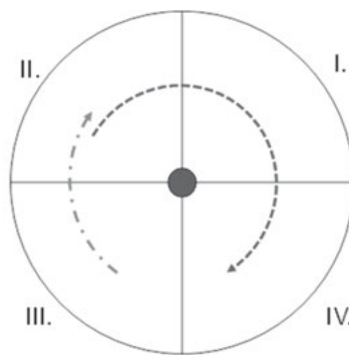


Figure 4: Dynamic sound evaluation

The third part of the clinic was focused on the perception of various sounds. People were asked to classify the sounds as alert, warning or notification and evaluate the sound characteristics using pre-defined semantic differentials.

4.2 Results

The customer clinic results showed almost no significant influence of the distance in determining the correct location of the static sound. However, for static sounds, a clear difference between sounds that were played back in front of the participants and sounds that were played behind the participants is noticeable.

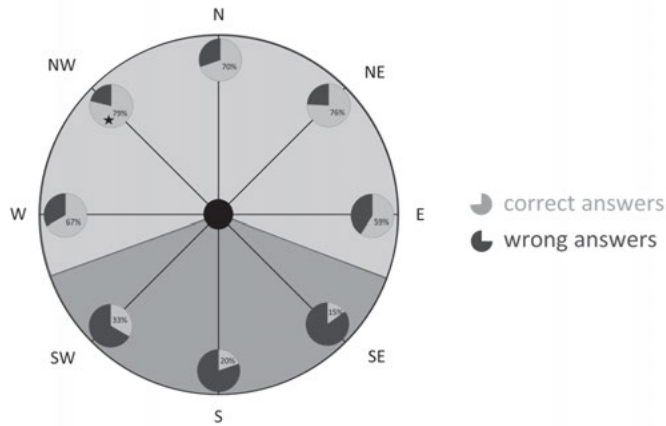


Figure 5: Direction results of static sound evaluation

Figure 5 shows that less than 50% of participants were able to determine the correct location of static sounds, if the sounds were played behind their head.

For the dynamic sound evaluation it was noticeable that participants were able to identify the correct movement direction and movement path easier than the location of a static sound. Especially dynamic sounds moving on the side of the user were identified very well (compare Figure 6). Difficulties appeared with sounds that were right behind the head for an extended period of time. Those dynamics are still perceived better than the static ones, but worse than the ones on the side.

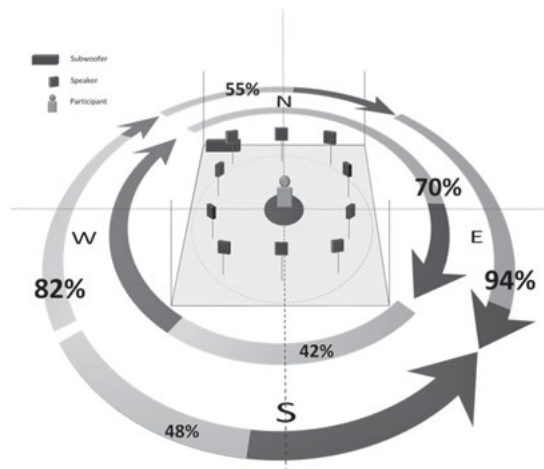


Figure 6: Dynamic sound results

During the third part of the clinic, participants were asked to evaluate different sounds on a semantic scale. They were first asked in which category (notification, warning and alert) a

sound falls into and then were asked to rate them using semantic words with antonyms, such as like and dislike. The results in Figure 7 show the average characteristics for notification and warnings and alerts. Sounds that were categorized as a notification were also described as playful, friendly and pleasant. Notifications, as well as warnings and alerts, were both described as informative. In contrast, warnings and alerts are found to be more critical, less playful and less friendly.

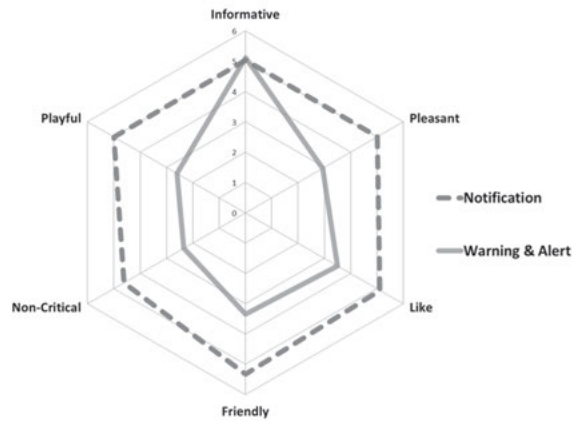


Figure 7: Semantic evaluation of sounds

4.3 Summary

The results of the customer clinic showed that, with certain limitations, an object based sound system can be used to create spatial sound objects that are perceived as such by human beings. It was identified that dynamic sound objects are easier to locate than static ones.

Furthermore, the research showed how people associate certain situations with specific sounds. Some sounds can clearly be used to warn the driver while others are used for notifications.

5 Outlook

The research presented in this paper suggests that object based audio can enhance the vehicle HMI by offering situational context and directional elements to the driver through a modality that is not visual. The research findings further indicate that dynamic sound objects will be very well perceived on the sides of the driver, e.g. for fast approaching cars or bicycles, while static sounds should only be used in the field of vision, e.g. to support contact analogue information in a head up display. Object based audio proposes a natural HMI using the human's available sonic perceptual channel to guide the driver's attention and to extend ones perception space beyond vehicle boundaries.

6 Literature

- Brungart, D. S.; Simpson, B. D.; Dallman, R. C.; Romigh, G.; Yasky, R.; Rauet, J. (2007). *A Comparison of Head-Tracked and Vehicle-Tracked Virtual Audio Cues in an Aircraft Navigation Task*. In: Proceedings of the 13th International Conference on Auditory Display. June 26-29, 2008. Montreal, Canada.
- Engdegard, J; Resch, B.; Falch, C.; Hellmuth, O.; Hilpert, J.; Hoelzer, A.; Terentiev, L; Breebaart, J.; Koppens, J.; Schuijers, E.; Oomen, W. (2008). *Spatial Audio Object Coding (SAOC) – The Upcoming MPEG Standard on Parametric Object Based Audio Coding*. In: Audio Engineering Society. May 17-20, 2008. Amsterdam, The Netherlands.
- Görne, T. (2008). *Tontechnik*, 2. Aufl. Leipzig: Carl Hanser Verlag.
- Muñoz-Benavent, P.; Armesto, L.; Gírbés, V.; Solanes, J. E.; Dols, J.; Muñoz, A.; Tornero, J. (2012). *Advanced Driving Assistance Systems for an Electric Vehicle*. In: International Journal of Automation and Smart Technology.
- Rumsey, F. (2001). *Spatial Audio*. 1: Auflage. Oxford: Focal Press.
- Sladeczek, C.; Gatzsche, G. (2014). *A Flexible System Architecture for Collaborative Sound Engineering in Object-Based Audio Environments*. In: Audio Engineering Society, April 2014.
- van Laack, A. W. (2014). *Measurement of Sensory and Cultural Influences on Haptic Quality Perception of Vehicle Interiors*. 1. Auflage. Aachen: van Laack Buchverlag.

Kontaktinformationen

Dr. Alexander van Laack, E-Mail: avanlaac@visteon.com

Axel Torschmied, E-Mail: atorschm@visteon.com

Gert-Dieter Tuzar, E-Mail: gtuzar@visteon.com

An Interactive Exploration Tool for Detailed E-Vehicle Range Analysis

Benjamin Pichler, Andreas Riener

Institute for Pervasive Computing, Johannes Kepler University Linz/Austria

Abstract

Increasing the operating distance and, in particular, the accuracy of charge state/remaining range displays of electrical vehicles (EVs) are the most important and challenging goals to gain market penetration and customer satisfaction. In addition to environmental conditions such as outdoor temperature, precipitation, elevation profile, etc., the operating distance of an EV is dictated to a great extent by the energy consumption of electrical appliances (heating, A/C, headlamps, etc.). Range displays currently installed in electric vehicles do not reflect on that issue, predicting the remaining operating distance only based on the average total energy consumption from the past few trips. In order to increase the awareness of fleet operators and drivers on the influence of all the different range-influencing factors on the actual operating distance, we present with this project an explorative tool to analyze, visualize, and compare in detail real-world data from 1000s of tracks recorded within a car-sharing network. The main goals of this work are 1) to show and discuss the steps required to process and enhance recorded trips and 2) to highlight the power and flexibility of the exploration tool, shown on the example of the coherence between vehicle energy consumption and outdoor temperature.

Keywords

Electric vehicles, Battery drain, Range-influencing factors, Car-sharing network, Exploration tool.

1 Introduction

Although battery electric vehicles (BEVs) are becoming more and more popular in recent times, there are still a number of drawbacks and problems compared to traditional vehicles with combustion engines, such as long charging periods, limited range or “range anxiety” (Zimmer et al., 2011) to name a few. In addition, battery capacity is exposed to tremendous variation caused by changing environmental conditions (Zhang & Wang, 2009). Many others factors with potentially high impact on battery drain are not taken into account when estimating and displaying the remaining operating distance the driver. Most of the time, range is just calculated based on the average consumption over the last few trips, which is

known to be highly inaccurate for BEVs. To overcome such issues and provide better range estimations, it is necessary to investigate on underlying problems and find out more about possible hidden coherences and dependencies. A detailed investigation of range-influencing factors is the actual focus of this work. According to previous work and our own preliminary analysis, some of the most influential factors on BEV range and efficiency (expressed as % battery drain per kilometer) are:

- **External and environmental conditions:** outdoor temperature, insulation, wind, atmospheric conditions (e.g., rain), pavement and road condition, topology (elevation profile), traffic, etc.
- **Vehicle dependent factors:** inside temperature, car body (air resistance), empty weight, tires (rolling resistance), battery and remaining capacity.
- **Personal properties:** driving style/behavior, occupants and payload, distance to vehicles in front (slipstream), plugged electric devices, settings of electric consumers like lights, A/C, heating, in-car entertainment systems, and others.

As each driven track (trip) with an electric vehicle has different characteristics regarding these parameters, it is difficult to compare real-world tracks and reason about coherences. Therefore, our intention was to develop a (web-based) tool for interactive exploration and analysis of recorded EV trips. In a first attempt, limited mainly by the available on-board unit (OBU), only a subset of all the parameters indicated above could be recorded, processed, and finally made available for analysis. In a next step, we would like to add more parameters.

1.1 Related approaches

Various attempts have been made with different success to measure range-limiting factors of electric vehicles (EVs) under both laboratory and real conditions. Either single components like batteries were examined (Zhang & Wang, 2009) or the performance of vehicles as a whole was researched under varying conditions (Meyer et al., 2012). Studies have also shown wide differences between operating distances advertised by car manufacturers (measured on the basis of a standard driving cycle such as the New European Driving Cycle, NEDC) and real empirical measurements (Mock et al., 2013). Providing more accurate range information for EVs is thus essential to reduce range anxiety and customer satisfaction (and in succession, stimulate demand).

Common to all the previous projects is, that there is hardly any tool available to researchers (or interested parties like EV fleet operators or drivers) that is looking on real-world driving data to the full extent, thus incorporating all (or at least most) of the range-influencing factors, and allowing to interactively explore and compare different data sets in an easy yet intuitive way.

2 Methodology

With an intuitive interface for exploration and comparison of tracks with diverse characteristics, a user can understand and reason about complex data more easily and much

quicker. To be able to provide this kind of visual data exploration/analysis tool based on stable and accurate data, the following steps were performed (tool chain; Figure 1). Detailed descriptions of the individual steps, starting with the collection of data, and continuing with preprocessing, GPS route corrections, and data enrichment are given in the following.

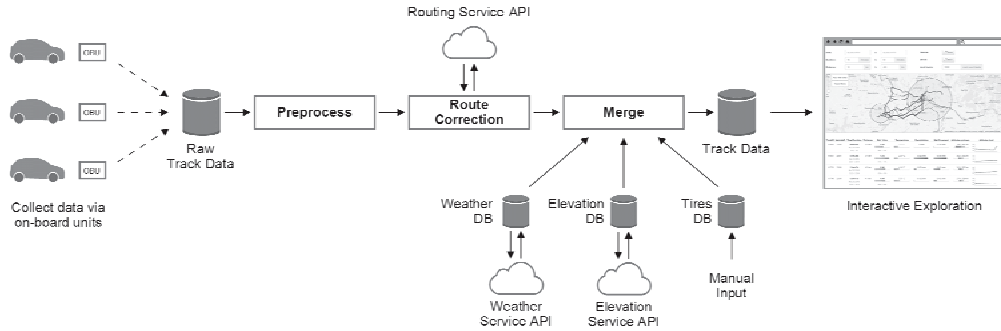


Figure 1: Processing steps executed on each EV track to be usable for later analysis and interactive exploration.

2.1 Recording track data

Using special on-board units (OBUs) it is possible to collect live data from a vehicle's CAN bus. Although the range of parameters is limited for most EVs, at least the charge state is available for every car. The OBU used for this project connects also to the NFC keycard reader used to lock/unlock the car, and thus allows to relate a trip to a certain driver (user ID; in the car-sharing network this project is based upon, only a few ten drivers use a particular car). Further, via an integrated GPS module, the current geolocation is captured and stored. Every few minutes (given that Internet connectivity is available), all the recorded track data are transferred to a secured SQL database.

2.2 Processing tracks

In a first step, raw track data retrieved from each car's on-board unit are modified and filtered in a variety of ways, based on complete tracks (trips) or selections of waypoints to filter out irrelevant tracks, e.g., based on incorrect distance or trip time information, and handle wrong or missing values in individual data sets. In the preprocessing phase we noticed that GPS coordinates of some waypoints were either not tracked detailed enough (e.g., bad GPS signal or signal reflections through buildings), or completely missing (e.g., in tunnels). Also, the sampling rate of a car's geolocation (~30 sec.) was sometimes too low in order to calculate track information with accurate precision, thus requiring route correction.

2.2.1 Route correction

This step is aiming to find the exact route a car took on a track and is achieved by querying an online routing service – the “Google Maps Directions API” (Google, 2015) – and updating the actual track with precise location information. To further improve on the route

correction, in particular for problematic parts such as points on the route mapped to the wrong, opposite lane of a road, a Divide & Conquer-algorithm was implemented, recursively splitting a route into pieces, requesting a Google Maps route for each part, checking if distances between the original driven and the Google Maps route are already below a certain, dynamically adapted, threshold, or invoking another function call on the reduced problem size. The resulting corrected, fine-grained route is exactly matching a vehicles real driving path. Every OBU measurement (e.g., battery capacity) is in another iteration mapped back to the right position of the corrected route using a least-distance measure approach or linear mapping for regions without geolocation measurements (e.g., in tunnels).

2.2.2 Data enrichment

As parts of this project are based on historical driving data (starting mid 2013), some of the properties to be incorporated for detailed estimation of battery drain are not available in the track database and, thus, have to be added during (pre-)processing. Each track point is finally enriched with additional information according to the enumeration list below.

- **Weather information:** To access historical weather data, the online weather service “Weather Underground” (Weather Underground Inc., 2015) was queried to retrieve measurements from weather stations close-by the geolocation of route points. To reduce the number of (processing intensive) API calls, hourly measurements of temperature, precipitation, etc. are stored (cached) in a local weather database. To improve local weather accuracy, values for each waypoint on a track are determined by weighted interpolation based on distances to weather stations in the surrounding. In addition, discrete measurements are linearly interpolated regarding actual time (example: 13°C at 7AM and 14°C at 8AM finally gives 13.75°C at 7:45AM).
- **Elevation profile:** Similarly, a topology database is built-up by quering (and caching – to reduce API calls; see above) the “Google Maps Elevation API” (Google, 2015). As a result, the altitude at the geolocation of each waypoint on a track is available as additional parameter in the exploration tool (e.g., to assess the influence of recuperation on charge state).
- **Tire tread pattern:** Last but not least a database was created to hold tire tread patterns (mainly the rolling resistance coefficient) for all the vehicles used in the car-sharing network. The impact of summer vs. winter tires on an EVs operating distance is, according to driving tests (Kreitschmann, 2015), in the range of 5-20%.

Due to its nature, there is no absolute need for live-recording of these information; instead, values could be retrieved via specific online services. Using these three databases, the appropriate data sets in time and space are finally merged with the correct waypoint of each track and stored in a final database queried during interactive exploration.

2.3 The interactive exploration tool

To visualize and analyze the tracks database, a web-based interactive user interface was developed. Its purpose is to allow a user to explore and compare tracks based on a variety of parameters. In a preselection step, tracks of interest can be selected/filtered based on parameters such as driver ID, vehicle ID, driving duration or distance. Through its interactive

multi-view concept, the interface then offers multiple concurrent representations of the selected data within three different kinds of interconnected visualizations (Figure 2).

- **List view** (Figure 2A): Tracks are displayed in a tabular listing, each line representing one track. Information per track includes date/time, duration, overall distance, battery drain (%/km, i.e., consumed battery capacity in percent divided by the track distance), weather conditions (temperature, precipitation) and elevation. Battery drain is probably the most important measure, representing a comparable averaged measure of driving efficiency along the whole trip.
- **Map view** (Figure 2B): Tracks are displayed in an interactive map to easily determine their spatial properties. Routes are represented as an overlay of color-coded polyline-graphs making use of the Google Maps API (Google, 2015). To filter tracks according to their geolocation, one can add one or more radial filter areas within the map. This lets the user select only a subset of tracks that are (at least partly) contained in every filter area. Filtering tracks within the map view also affects the other views, i.e., subsequently showing only the remaining set of tracks.
- **Visual analysis view** (Figure 2C): A “parallel coordinate” visualization was implemented to transform abstract numerical track data into graphical representations using the “Data-Driven Documents” (D3.js) JavaScript library (Bostock, 2015). D3 allows the user to interactively explore high-dimensional data within a two-dimensional visualization. Each track is shown as a polyline through multiple parallel axes (columns) according to its numerical values of each parameter. This type of visualization was chosen as it allows analysis of multivariate data while at the same time offering multiple ways of interaction: axes (columns) can be reordered arbitrarily to make coherencies of values in neighboring axes more striking. And more importantly, one can define limiting ranges per axis to quickly filter tracks according to their properties. Track selections are then instantly highlighted in the parallel coordinate view as well as in the other two views.

3 Evaluation and Discussion

To demonstrate the core capabilities of this tool, we present and discuss in this section an exemplary analysis work-flow based on the use case of an Austrian car-sharing provider (Ibiola, 2015). The full set of tracks consists of recorded trip data from four different vehicles situated in three different areas in Austria. In total, more than 50 registered people have been driving these cars on a regularly basis from mid 2013. After pre-processing (and rejecting invalid data sets, outliers), more than 4,000 individual tracks remain for further evaluation.

Using our tool for interactive exploration allows one to set initial filters for selected track parameters: showing only tracks from one distinct vehicle (for unbiased comparisons) with a driven distance of at least five kilometers occurring in a timespan of six months (with the same set of tires mounted). This filtering results in about 400 tracks that are displayed in each of the three views. After exploring the tracks within the map view, one can draw several map filter areas to show only tracks within a certain area of interest. While the tabular list view allows already to inspect track efficiency (battery drain, %/km) under different

conditions, one can investigate deeper working with the parallel coordinate visualization (Figure 2C). This way, it is possible to intuitively set filters for arbitrary features (axes) to immediately perceive how it affects the overall selection of tracks and corresponding parameters (on the other axes).

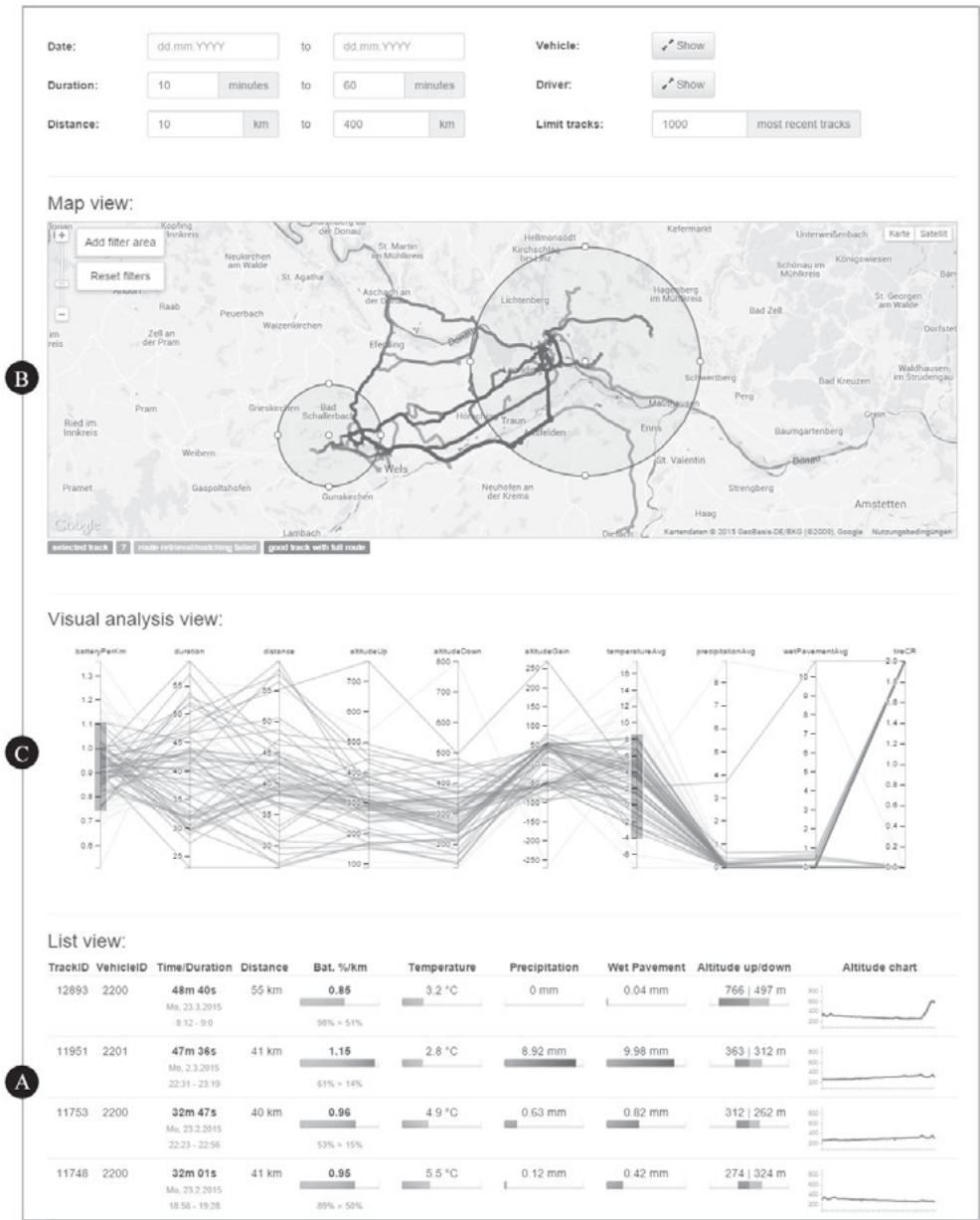


Figure 2: UI of the interactive exploration tool supporting list (A), map (B), and visual analysis (C) views.

We might, for example, limit the elevation gain to -50 to +50 meters to select only tracks driven at a rather plane surface. To check on the influence of outdoor temperature on battery drain, we can now consecutively set different temperature filters and observe the impact on the consumption scale. Figure 3 (as well as Table 1) shows this effect for two different temperature filters (cold: +2°C or below; warm: +11 to +18°C).

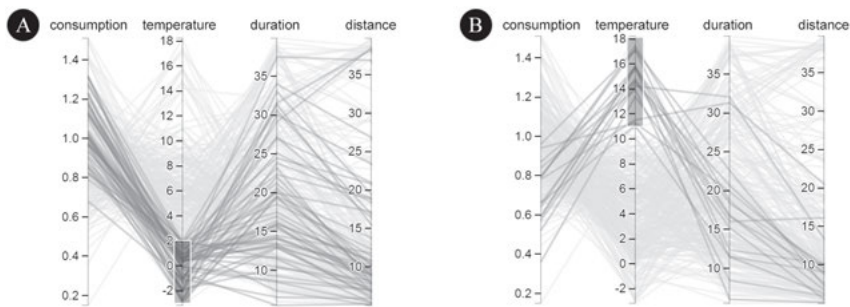


Figure 4: Parallel coordinate visualization showing coherence between outdoor temperature and battery drain. Lower temperatures on the left (A) are compared to higher temperatures on the right (B) side.

Selection	Tracks	Battery drain (% per km)			Outdoor temperature (°C)		
		min	max	mean	min	max	mean
A	52	0.68	1.32	1.04	-2.97	1.97	0.06
B	20	0.36	0.96	0.71	11.06	17.44	14.62

Table 1: Basic statistics corresponding to track selections (A, B) as shown in Figure 3.

As expected, this kind of exploration allows us to visually detect such negative correlations of parameters in an easy and intuitive way. The coherence of outdoor temperature and battery drain might be caused by several reasons: Lower temperatures can have a negative effect on the battery capacity of BEVs (Zhang and Wang, 2009), reducing operation range and increases the average consumption. We can further assume that the heating system in the passenger cabin consumes much more energy with cold outdoor temperatures (Meyer et al., 2012) as compared to the transitional season. However, in summer time, the A/C system might again consume a lot of energy, reversing the effect for very warm or hot temperatures.

4 Conclusion and Outlook

In order to increase the awareness of fleet operators and drivers on the influence of different range-influencing factors on the actual battery drain or operating distance, we presented in this work an explorative tool to analyze, visualize, and compare real-world track data from a car-sharing network. The main goals of this work were to show and discuss the steps required to process and enhance recorded trips and to demonstrate the power and flexibility of the exploration tool to interactively investigate on factors influencing the range of EVs.

Based on the existing work and the exploration tool, our perspective is to deploy a novel in-car dashboard to provide a more accurate range estimation based on historical data with similar characteristics and thus to increase driver satisfaction. In addition, it is planned to include kind of gamification concepts to help drivers to further reduce battery drain and increase operating distance.

Acknowledgements

We would like to thank IBIOLA Mobility Solutions GmbH (Ibiola, 2015) for access to both the car-sharing network database and real-time data as well as for their continuous support.

References

- Bostock, M. (2015). *Data-Driven Documents*. [Online]. <http://d3js.org/>. Last accessed June 28, 2015.
- Google (2015). *Google Maps API*. [Online]. <https://developers.google.com/maps/>. Updated June 24, 2015. Last accessed June 29, 2015.
- Ibiola (2015). *IBIOLA Mobility Solutions GmbH (IMS): Smart solutions for your mobility*. [Online]. <http://www.ibiola-mobility.com/en>. Last accessed June 29, 2015.
- Kreitschmann, M. (2015). *Mehrverbrauch mit Winterreifen laut Spritmonitor*. [Online]. http://www.priusfreunde.de/portal/index.php?option=com_kunena&Itemid=117&func=view&catid=5&id=281542, March 14, 2015. Last accessed June 30, 2015.
- Meyer, N., Whittall I., Christenson, M. & Loiselle-Lapointe, A. (2012). *The impact of the driving cycle and climate on electrical consumption and range of fully electric passenger vehicles*. Proceedings of the International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium (EVS26), Los Angeles, CA, USA, May 6-9, 2012.
- Mock, P., German, J., Badnivadekar, A., Riemersma, I., Ligterink, N. & Lambrecht, U. (2013). *From laboratory to road: A comparison of official and 'real world' fuel consumption and CO2 values for cars in Europe and the United States*. ICCT white paper. pp. 88. May 2013.
- Weather Underground Inc. (2015). *A Weather API Designed for Developers*. [Online]. <http://www.wunderground.com/weather/api>. Last accessed June 29, 2015.
- Zhang, Y. & Wang, C.-Y. (2009). *Cycle-Life Characterization of Automotive Lithium-Ion Batteries with LiNiO2 Cathode*. Journal of the Electrochemical Society (ECS), 156/7, pp. A527-A535.
- Zimmer, W., Buchert, M., Dittrich, S., Hacker, F., et al. (2011). *OPTUM: Optimierung der Umweltentlastungspotenziale von Elektrofahrzeugen: Integrierte Betrachtung von Fahrzeugnutzung und Energiewirtschaft*. Institut für Sozial-Ökologische Forschung. Berlin. 39 S.

Kontaktinformationen

Benjamin Pichler
Email: benipichler@gmail.com

Dr. Andreas Riener
Email: riener@pervasive.jku.at

Determining maximum velocity for automated driving functions

Frederik Naujoks, Christian Purucker, Alexandra Neukum

Würzburg Institute for Traffic Sciences (WIVW)

Summary

Vehicle automation will be introduced stepwise to the consumer market. On an initial level, it is likely that these functions are going to operate only within a limited velocity range or only in a limited number of use cases (e.g., in traffic jams). Consequently, the frequency of state transitions to lower levels of vehicle automation as well as the time the driver can actually use the automated driving function would, among other factors, depend on the threshold of the maximum speed limit. It may be assumed that the perceived usefulness – and thus the acceptance – of a feature will be heavily influenced by the frequency of transitions and the availability of the assistance function. Also, the occurrence of state transitions from automated to manual driving is relevant for safety considerations, as each transition can be considered a potential source of human error. This paper describes a field study that aims at assessing the impact of different velocity thresholds of automated vehicle functions on the frequency of state transitions and the function's availability during a field study in a metropolitan area in Germany. The drives ($N = 96$ drives, approx. 30 min each) took place in rush-hour traffic. Based on the results, it may be recommended to either set the velocity threshold to 60 km/h, covering jammed traffic, or above 110 km/h, covering the full speed range, in order to increase the availability of the automated driving function and in order to avoid unnecessary state transitions.

1 Introduction

Automated driving functions are already commercially available. For example, partially automated driving functions in traffic jams keep a safe following distance to other vehicles and also hold the vehicle in the lane (e.g., Petermann-Stock, Hackenberg, Muhr & Mergl, 2013; Schaller, Schiehlen & Gradenegger, 2008). Because the driver still has to monitor the driving situation, these functions are called “Partial Automation” (Gasser et al., 2012). Currently, even higher levels of vehicle automation are under development (de Winter, Happee, Martens & Stanton, 2014). For example, the EU-funded project AdatIVe aims at developing so-called “Highly Automated Driving” functions that even allow the drivers to

disengage from the driving task until a take-over request is issued (Wiedemann, Schömig, Mai, Naujoks & Neukum, 2015). It is currently expected that these driving functions may be available by the end of this decade (Spölder & Abel, 2014). Regarding marked introduction, it is likely that these functions will firstly be operating in a limited number of use cases. A probable use case may thus be assistance in traffic jams on motorways (Lücke, Fochler, Schaller & Regensburger, 2015).

Because of functional safety considerations, the assistants' maximum operating speed may initially be limited to low ranges of velocity. However, from the drivers' point of view, the limitation of the operating speed can be viewed as a key factor for both *safety* and *acceptance* of the automated driving function:

- Concerns have been expressed that being “*out of the loop*” during automated driving may lead to a decrease in the driver's situation awareness and the ability to safely take over manual vehicle control (in case of take-over situations, see de Winter et al., 2014). Several studies suggest that take-over situations may be demanding and, if the driver does not take back vehicle control timely enough, potentially dangerous (e.g., Naujoks, Mai & Neukum, 2014; Merat et al., 2014; Gold, Damböck, Lorenz & Bengler, 2013; Damböck, Weissgerber, Kienle & Bengler, 2013). Thus, it can be expected that designing automated vehicle functions that minimize the frequency of transitions between driving modes (i.e., manual driving ↔ automated driving) would increase driving safety and comfort. It is expected that the maximum operating speed will be directly related to two types of human-automation interactions: During automated driving, every time the speed limit is reached, the driver will have to interact with the system (see Dogan, Deborne, Delhomme, Kemeny & Jonville, 2014), either by 1.) *activating* it (when speed drops below the operating speed) or 2.) by *taking over manual driving* (when speed increases to the maximum operating speed). In the latter case, a take-over request would possibly be issued to the driver. Take-over requests are communicated to the driver by the vehicle's Human-Machine Interface (HMI). They are viewed as a key factor for safe and efficient human-machine interaction with automated vehicles as well as user experience when using automated driving functions (e.g., Naujoks et al., 2014; Wiedemann et al., 2015; Lorenz, Kerschbaum & Schuhmann, 2014; Beller, Heesen & Vollrath, 2013). However, minimizing the frequency of state transitions (i.e., manual driving ↔ automated driving) will prevent possibly dangerous situations and annoying drivers by issuing too many take-over requests at the same time.
- On the other hand, the maximum operating speed also directly determines how often the automated driving function will be available to the driver. For example, if the maximum operating speed would be set to 30 km/h, the availability during a drive would possibly be lower compared to an operating speed of 50 km/h. However, studies investigating the influence of the maximum operating speed on the frequency of human-machine interactions and availability of the respective automated driving functions are currently not disposable.

It can be expected that the availability of the function, as well as the frequency of interactions (activation, take-over request) may determine the subjective usefulness, and in turn, the acceptance of the driving function (Davis, 1989). This study takes a practical

approach in assessing the impact of different speed thresholds on the availability of a hypothetical automated driving function. We conducted field trials in congested rush hour traffic in a metropolitan area in Germany. Thus, the availability and interaction frequency resulting from different hypothetical speed thresholds can be analyzed using these on-road data. The field trials were conducted on different days with $N = 32$ participants. This approach – in contrast to technical field-testing by trained personnel – additionally allows accounting for different driving styles. Suggestions for the optimal setting of the maximum operating speed for automated driving functions are derived from the analysis of the speed profiles.

2 Method

2.1 Test site and procedure

The purpose of the study was to investigate the velocity distribution and time-series of the velocities chosen by different drivers during rush hour traffic in a metropolitan area. A suitable road structure was found in the metropolitan area of Stuttgart, which ranks number six among the European cities in the TomTom Congestion Index. The test drives took place on a fixed section of the highways A8 and A81 in the metropolitan area of Stuttgart. The test route consisted of a three-lane highway. The test route had no speed limit for the most part. All test drives took place in morning or evening rush hour traffic in January 2014. The drivers that participated in the field trial executed three consecutive drives of 30 minutes, respectively, allowing the drivers to rest between the drives. The drives took place between the exits Leinfelden-Echterdingen (A81) and Rutesheim (A8). The field trial lasted approx. four weeks in January 2014.

2.2 Sample

The participants were recruited from a pool of over 150 potential candidates that were contacted through advertisements in newspapers prior to the study. The sample consisted of 8 female and 24 male drivers. At the time of the test, the median age of the drivers was 47.19 years ($SD = 16.08$, $MIN = 20$, $MAX = 70$).

2.3 Dependent measures

A total of $N = 96$ drives were collected, each lasting approx. 30 minutes. Thus, the data set represents roughly 48 hours of driving in rush-hour traffic. Time-series of the velocity were collected and analyzed per drive (measurement rate 1 Hz). Our approach makes it possible to account for the influence of different driving styles (within the participant sample) and driving days when analyzing the data. Two parameters are analyzed in this study:

- *Availability* of the hypothetical automated driving function: Relative frequency of time, the automated driving function would be available, given the respective operating speed

- *Frequency of transitions*: Frequency of mode transitions given the respective operating speed, i.e., activation when speed drops below the maximum operating speed and take-over request when speed increases above the threshold;

3 Results

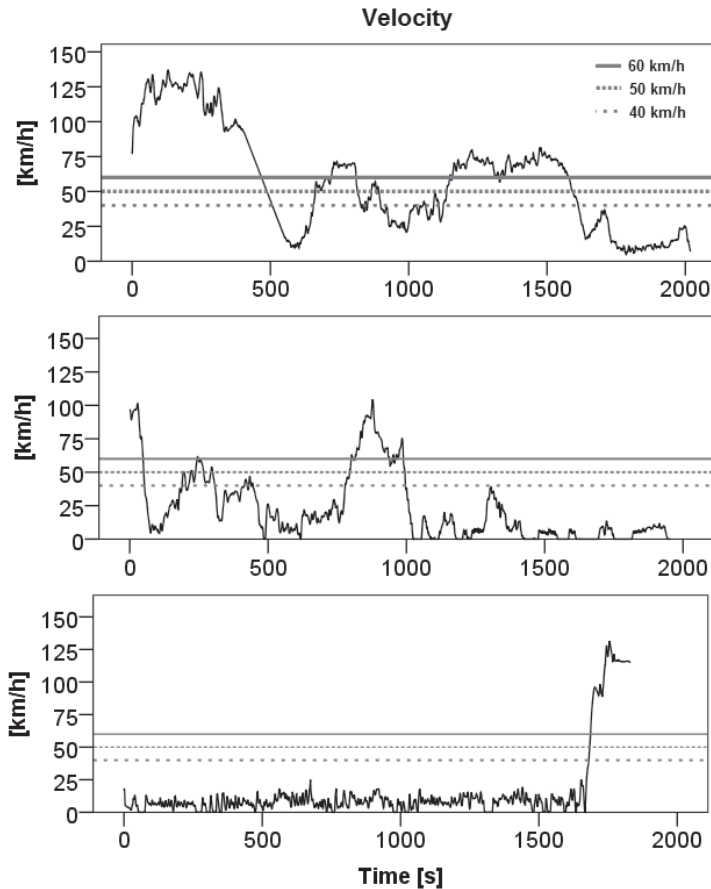


Figure 1: Sample plots of different time-series of driving velocity (each plot represents one drive). The horizontal lines in the graph represent different hypothetical velocity limits.

Figure 1 shows samples of the time-series of different velocities driven by participants during test drives on different days. The horizontal lines represent different hypothetical velocity thresholds of an automated driving system. As can be seen from the figure, both the *availability* and the *frequency of transitions* depend both on the respective speed profile and the maximum speed threshold:

- The bottom of the figure shows the velocity during a test drive in completely jammed traffic. The operating limit of the assistance function is only reached when the traffic jam dissolves, independently of the maximum speed threshold.
- The samples in the middle and on top of the figure show test drives in which the velocity fluctuated between higher driving speed and standstill (middle) or near standstill (top). Here, it becomes clear that the threshold value would definitely impact both the availability of the driving function as well as the number of transitions (non-available $\rightarrow$ available when the speed drops below the maximum operating speed and active $\rightarrow$ take-over when the speed increases above the maximum operating speed).

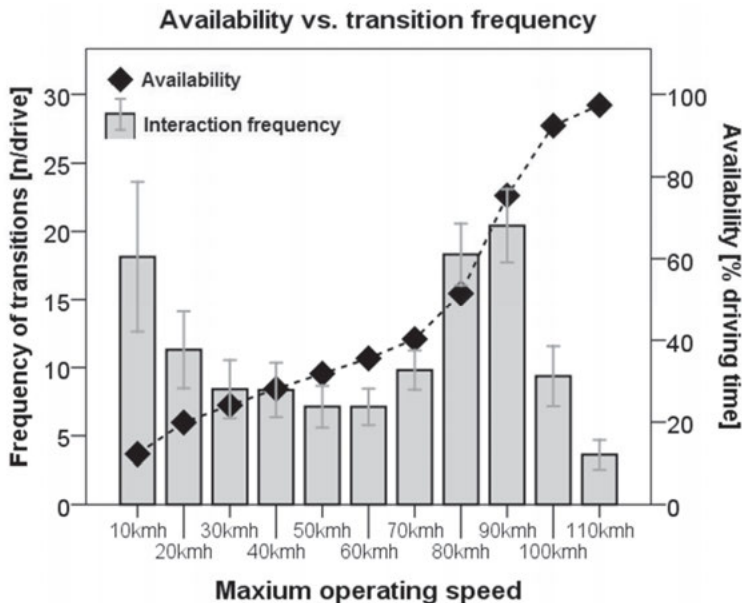


Figure 2: Availability of the automated driving function vs. frequency of transitions. Activation and take-over request are summarized as “transitions” in the analysis.

In Figure 2, the result of the analysis of the whole data set is shown. Grey bars represent the average number of transitions between driving modes (which would require an action by the driver) while the line represents the relative frequency of time the automated driving function would averagely be available to the drivers. Several conclusions can be drawn from the figure:

- The *availability* of the function increases steadily with increasing maximum operating speed. However, this increase is not linear. Allowing the automated driving function to operate at speeds < 80 km/h would lead to an availability of only about 40% of the driving time. In contrast, maximum operating speeds of 80-100 km/h would lead to a sharp increase in the system’s availability. Above these

maximum speed thresholds, speed ranges of more than 110 km/h would not add to the availability considerably.

- The distribution of the *frequency of transitions* (= transitions between driving modes) is bimodal. The first peak of the distribution is due to low-speed driving. Increasing the operating speed from the low-speed range of >20km/h up to 60km/h would lower the frequency of transitions considerably. The second peak is found in the operating speeds 80 km/h and 90 km/h. In this speed range, transitions from congested to free flow traffic (and back) take place, increasing the frequency of state transitions of the automated system.

4 Conclusions

Based on this analysis, design recommendations for the maximum operating speed are derived. The data collected in the field trial show a clear relationship between the maximum speed threshold and the frequency of state transitions that would be communicated to the driver via the HMI of the hypothetical driver assistance. Lowering the frequency of take-over requests by the automated driving function's settings can be viewed as a key factor for the perceived usefulness and acceptance of the respective driver assistance. This assumption is based on human factors research which has shown repeatedly that take-over situations are demanding driving situations that may be annoying or – in the worst case – even lead to dangerous driving situations (e.g., Naujoks et al., 2014; Merat et al., 2014; Gold et al., 2013; Damböck et al., 2013). On the other hand, the maximum speed threshold was directly related to the availability of the hypothetical driver assistance during the drive. Availability may be viewed as being directly connected to the perceived usefulness of the automated driving functions. Considering the impact of the maximum operating speed on both availability and transition frequency together, it can be concluded that:

- The automated driving system should either cover a speed range between 0 km/h and 60 km/h, or that it should be available in the full speed range.
- Specifically, making the automated driving system available in a speed range above 110 km/h would have maximized the system's availability and reduced the frequency of state transitions in the current field trial.
- On the other hand, Limiting the functionality to a maximum velocity of 80 km/h - 90 km/h would have lead to an unnecessary increase in the transition frequency and would have lowered the system's availability considerably.

The proposed velocity ranges indicate that – with regard to the maximum operating speed – automated driving functions should either be provided in congested traffic (up to a maximum speed of 60km/h) or that they should be able to cover driving speeds above 110 km/h. It should be noted, however, that our conclusions may be limited to the use case at hand. Specifically, our field study covered the use case of rush-hour traffic in a metropolitan area on a multi-lane highway. Congested traffic is encountered frequently on this highway. It is possible that the results do not generalize to other areas that do not exhibit the same traffic flow properties, especially with regard to the distribution of driving speeds. Published data

on this topic are currently not available and it is thus not possible to estimate the generalizability of our results.

5 References

- Beller, J., Heesen, M. & Vollrath, M. (2013). Improving the driver–automation interaction an approach using automation uncertainty. *Human Factors*, 55 (6), 1130-1141.
- Damböck, D., Weißgerber, T., Kienle, M. & Bengler, K. (2013). *Requirements for cooperative vehicle guidance*. Paper presented at the 16th International IEEE Annual Conference on Intelligent Transportation Systems, The Hague, The Netherlands.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 13 (3), 319-340.
- de Winter, J., Happee, R., Martens, M.H. & Stanton, N.A. (2014). Effects of adaptive cruise control and highly automated driving on workload and situation awareness: A review of the empirical evidence. *Transportation Research Part F*, 27B, 196-217.
- Dogan, E., Deborne, R., Delhomme, P., Kemeny, A. & Jonville, P. (2014, April). *Evaluating the shift of control between driver and vehicle at high automation at low speed: The role of anticipation*. Paper presented at the 5th Transport Research Arena (TRA) Conference, Paris, France.
- Gasser, T. et al. (2012). *Rechtsfolgen zunehmender Fahrzeugautomatisierung (BASt-Bericht F 83)*, Bergisch-Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen.
- Gold, C., Damböck, D., Lorenz, L. & Bengler, K (2013). "Take over!" How long does it take to get the driver back into the loop? In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting (Vol. 57, No. 1, pp. 1938-1942)*. SAGE Publications.
- Lorenz, L., Kerschbaum, P. & Schumann, J. (2014). Designing take over scenarios for automated driving: How does augmented reality support the driver to get back into the loop? In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting (Vol. 58, No. 1, pp. 1681-1685)*. SAGE Publications.
- Lücke, S., Fochler, O., Schaller, T. & Regensburger, U. (2015). Stauassistent und –automation. In H. Winner, S. Hakuli, F. Lotz & C. Singer (Eds.), *Handbuch Fahrerassistenzsysteme (pp. 995-1007)*, Wiesbaden: Springer.
- Merat, N., Jamson, A. H., Lai, F. C., Daly, M. & Carsten, O. M. (2014). Transition to manual: Driver behaviour when resuming control from a highly automated vehicle. *Transportation research part F*, 27, 274-282.
- Naujoks, F., Mai, C. & Neukum, A. (2014). The effect of urgency of take-over requests during highly automated driving under distraction conditions. In T. Ahram, W. Karowski & T. Marek (Eds.), *Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics AHFE 2014 (pp. 2099-2106)*. Krakau: AHFE Conference.
- Petermann-Stock, I., Hackenberg, L., Muhr, T. & Mergl, C. (2013). *Wie lange braucht der Fahrer? Eine Analyse zu Übernahmezeiten aus verschiedenen Nebentätigkeiten während einer hochautomatisierten Staufahrt*. Paper presented at 6. Tagung Fahrerassistenz: Der Weg zum automatischen Fahren, München, Germany.

- Schaller, T., Schiehlen, J. & Gradenegger, B. (2008). *Stauassistentz – Unterstützung des Fahrers in der Quer- und Längsführung: Systementwicklung und Kundenakzeptanz*. Paper presented at 3. Tagung Aktive Sicherheit durch Fahrerassistenz, Garching, Germany.
- Spölder, E. & Abel, H. (2014). *Die Evolution der Mensch-Maschine-Schnittstelle in Richtung automatisierten Fahrens*. Paper Presented at the VDI Conference „Der Fahrer im 21. Jahrhundert“, Braunschweig, Germany.
- Wiedemann, K., Schömig, N., Mai, C., Naujoks, F. & Neukum, A. (2015). *Drivers' monitoring behaviour and interaction with non-driving related tasks during driving with different automation levels*. Paper presented at the 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE), Las Vegas, USA.

Contact details

Frederik Naujoks
Würzburg Institute for Traffic Sciences (WIVW)
Robert-Bosch-Straße 4, Veitshöchheim, 97209, Germany
Tel: +49-931-78008209
Mail: naujoks@wivw.de
Web: <https://wivw.de>

Strategies for Negotiation between Autonomous Vehicles and Pedestrians

Franz Keferböck, Andreas Riener

Institute for Pervasive Computing, Johannes Kepler University Linz/Austria

Abstract

Autonomous cars seem on the verge to reality, with vehicle manufacturers presenting their first prototypes and the topic of self-driving vehicles being discussed in mass media. Until now, in individual traffic humans covered distances from A to B using a personal car or a motorcycle, riding a bike or walking by foot (from strongest to weakest modality). All these modalities coexist in parallel in typical traffic situations, and it should be clear that different situations require clarification and communication between the different road participants, e.g., to negotiate who has right of way and who has to wait. Many drivers spend a considerable time each day in their car – for commuting, shopping, and traveling. In order to save time for the driver it is expected that manual driving will be eliminated in the near future and replaced by automated systems. One of the problems not brought up by autonomous vehicle manufacturers so far is when the „strongest“ road user (vehicle or truck) is no longer human-driven, as then the chance for vulnerable road users (VRUs) to communicate, interact and negotiate could be evicted too.

In this work, based on the showcase of Mercedes Benz's F015 at CES this year, we want to show that it is important to substitute the means of pedestrian-vehicle communication by autonomous cars to understand the signs and gestures of pedestrians and also communicating actively (e.g., using visual feedback on windscreen, bonnet or headlights) towards them. To get a deeper knowledge of this scenario, we will setup and conduct a user study, placing subjects into situations with a presumably autonomous car and comparing the actions and reactions with and without the car explicitly interacting with the subject. Our expectation is to detect a difference in the behavior of the pedestrians that will reveal a different level of trust and confidence towards autonomous cars.

Keywords

Autonomous driving, Mitigation strategies, Pedestrian-vehicle interaction, Vulnerable road users (VRUs), Negotiation concepts.

1 Introduction

In recent years, autonomous cars and the prospect that they will populate our roads in the near future have gotten more and more attention. At first it was Google taking self driving vehicles out of the laboratory and onto the streets, but major car manufacturers like Mercedes Benz, Audi, General Motors or Toyota caught up and presented their own concepts of self-driving vehicles. A clear trend towards autonomous cars and their product maturity in coming years can be observed. A major motivation for autonomous cars is the saving of lifetime for each individual driver, and another reason is the unpredictability and error-proneness of the human driver resulting in many (unnecessary) accidents. In 2014 alone, 47,670 people were injured in road traffic accidents in Austria and another 430 were killed (Statistics Austria, 2015). The long term ambition of the European union articulated as the “*Vision zero*” is to abolish road deaths and serious road traffic injuries (Lindahl, 2013). To achieve this goal, the EU follows seven priority objectives: 1) education and training, 2) enforcement, 3) safer infrastructure, 4) safer vehicles, 5) use of modern technology, 6) emergency and post-injury services, and 7) the safety of vulnerable road users.

While a lot of purely technical issues (mainly related to objectives 3), 4), and 5)) are already solved or expected to be solved in the near future, some new problems arise with the new circumstances, for example related to point 7) – which actually is the focus of this work: It aims at improving the communication between (autonomous) cars and VRUs with particular focus on pedestrians and with two main issues to look at:

- One problem is the lack of means of established communication between pedestrians (or other VRUs) and self-driving vehicles. With human drivers, information is communicated and situations are clarified by eye contact, or gestures using eyes, head or hands, sometimes with additionally using technical means like the headlamp flasher. Without a driver operating the car, this communication channel is (initially, i.e., before developing solutions or work-arounds) eliminated.
- Another slightly related problem is that the switch from manually driven cars to autonomous vehicles will not happen instantly, meaning to exchange all cars from one day to another. It is expected to take about 50 years (Litman, 2015) until the overwhelming majority of manually driven cars have disappeared from our roads, so both types will coexist for some time. Not only is there a similar situation between self-driving cars and drivers of a manual car as described above for pedestrians, but for all road users the same question “how to distinguish an autonomous car – from the distance – from a manually driven one?” arises. Is there a necessity for special shapes, colors or other forms of expression that help other road users tell the two kinds apart?

A confirmation for the importance of these problems was shown at this years’ CES with the Mercedes F015 concept car, actually showing potential solutions: In one feature, which only is likely to work at night, a laser projects a crosswalk in front of the vehicle when it stops, in order to tell a pedestrian it sees them and is expecting them to cross in front (Figure 1, left).

It can also use LED's to communicate its status (Figure 1, right), e.g., by showing words at the back for other cars (Templeton, 2015). In addition, there is plenty of research available picking up on the communication problem between the autonomous car and its operator, concerning for example communication channels (Löcken, 2014) or general user interaction schemes and driver or passenger experience (Mok, 2014).



Figure 1: Mercedes F015 concept car projecting pedestrian crossing in front of the vehicle (left image; source: (Mercedes, 2015)). Mercedes F015 concept car with radiator grill „display“ to communicate with the exterior (right image; source: (Templeton, 2015)).

When it comes to the car interacting with other road users, related work focuses mainly on defensive measures. Google was for example granted a patent for a pedestrian leg protection airbag (Switkes, 2015), also Volvo and other car manufacturers already equip their cars with exterior airbags protecting pedestrians (Ferro, 2013).

The aim of this work is, however, to generalize on the concepts presented by Mercedes and other research institutions, which basically means to develop universal and generally understood concepts for negotiation between autonomous vehicle and pedestrians (or other VRUs). We are planning to study human (pedestrian) – vehicle interaction in a virtual reality (VR) environment, based on the following concrete interaction situations:

- **Situation 1:** Pedestrian aiming to cross a street at a pedestrian crossing (no traffic lights). How to negotiate with an oncoming autonomous car? When to take action and actually cross the street? What is the influence of the automation level on a pedestrian's behavior?
- **Situation 2:** Person (just stepped out from a hotel) aiming at calling an autonomous taxi waiting on a remote location. How to call the taxi (e.g., using a waving gesture)?, How long does the gesture last?, etc.
- **[Situation 3:** (more general, not considered in this project) Does the feedback on the status of an autonomous vehicle (e.g., expect to stop, start to move off, etc.) using visuals on windshield, engine hood, lights, radiator grill, etc. significantly affect the behavior of a human interacting with it?]

The focus of this project is on the actions and reactions of a pedestrian when communicating with an autonomous car (situations 1, 2) rather than the actual means of communication. This

intermingles with other disciplines, most notably psychology, as the actual scope of the study is the behavior of the human subject (pedestrian, VRU).

2 Concept

We want to show that a car actively communicating with a pedestrian does have a significant impact on the human interacted with, as opposed to a car that does not provide explicit feedback or status information. On that score, we want to conduct a study where we expose subjects to a presumably autonomous car, instructing them to perform two tasks (according to situations 1 and 2 above) with that car. As there are no real autonomous cars available for this study and the forms of interaction are yet to be explored, a „Wizard of Oz“-kind of setting will be used with a car controlled by a human.

Thinking further on the study setting, it is inherently important for the subject to believe the car to be a real, autonomous car. Therefore, it was initially planned to perform this experiment in a real world environment, i.e., masquerading a real car to act as an „autonomous“ car with hiding the driver from the pedestrians sight, adding some prototype camouflage with stickers and of course applying LED strips to the cars headlights to act as visual feedback to the user. To make this plausible, the system would have to be implemented in either some car show or car dealer event, or some Automobile Club's subsidiary or at least some public, dedicated space to give the conduction of the experiment some frame of credibility. With respect to the available time and means, but also due to the urge for precise and reproducible measurements within the experiment we finally decided to take this experiment to the virtual world.

2.1 Experimental setting

A virtual environment experiment always comes with certain limitations. With VR headsets simulating the situation, the severe impact of a car hitting a human does not exist, which might lead the subject to act more careless than with a real car. Also, when acting and gesturing while not physically being in the simulated world might feel odd, and moving inside the real world while actually seeing the virtual one might be irritating to some test persons. We thus consider to borrow from augmented reality (AR) technologies to compensate for this awkward situation of measuring real world behavior which is triggered by virtual world activity. The Unity3D (Unity Technologies, 2015) game engine provides features to render 3D models into a marker-labeled real world environment captured with a camera. First tests using a Nexus 5 Android phone in a Google Cardboard (Google, 2015) VR viewer showed that this is fast enough and well acceptable for phone-camera captured video streams in almost realtime (the augmented image is rendered with only a very short delay), not causing dizziness as initially feared. This way the subjects will see themselves, their own hands, the experiment coordinator and the virtual objects the actual real world is augmented with. We hope that we can apply this technology in a way so to deliver a comfortable situation for the experiment.

On the other hand, there are various advantages that go beyond the mentioned time and means limitations that it overcomes. The biggest concern is to make the subjects believe the car to be a real autonomous one. While this would one of the biggest concerns in a real world experiment, it is rather easy to claim that in a virtual world where the virtual car is running the software of an autonomous car in a simulation situation. Also, the car's movement and other behavior can be totally scripted, with only a few decision points that depend on the user's actual behavior (for example the car not stopping at all, when the user does simply not act in the scene). Both acceleration and slow down of the car as well as the times it moves can all be exactly the same for all contestants, so no variation in car behavior would influence the behavior of test subjects. Last but not least, within a completely controlled environment an experiment is a lot easier to track and record for later analysis.

2.1.1 Procedure

Before the experiment, every subject (control group: no feedback from the vehicle; test group: visual feedback from the autonomous car) will be briefed about the two tasks to perform (according to situations 1, 2 above) and the entire scenario that he or she will go through during the study. A virtual reality headset will be used to put him or her into the virtual setting, which consists of a long stretch of road with a curve fading into the distance at each side, and a pedestrian crossing across the long stretch.

- **Task 1:** The subject will be first placed on one side of the pedestrian crossing and is obliged to cross the street while the car is approaching, indicating the urge to cross. The car will stop rather abruptly in front of the crossing, but indicating the intent to stop in the test setting while not showing any intent to stop until actually breaking in the control setting. Without the subject acting at all, the car will pass and not stop, the experiment will then be stopped early.
- **Task 2:** In this situation, the user, after having crossed the road, wants to call an autonomous taxi that is parked somewhere in sight of the subject. The car, once having understood the request, will not immediately start moving, but in the test setting indicating ahead of doing something that it is planning to pick up the subject. Again, not acting at all will not make the car move, and the experiment will be stopped after a timeout.

After each task a standardized questionnaire has to be filled, asking for qualitative feedback about the subjective experience (e.g., NASA TLX) of the task. In addition, a post-test questionnaire will be handed out to subjects, collecting general demographic information as well as feedback about the plausibility of the setting.

2.2 Expected results

As for the subjects actions and gestures, we expect them to be rather sweeping and explicit, which makes identifying the start and stop of the action rather easy. Spoken out/voice commands are not explicitly forbidden, but it is expected that most of the subjects will use finger/hand/head gestures to interact with the vehicle. Important is the timing when the subject will start and stop communication to the autonomous car, or start crossing the street

with the car approaching. While the time the user starts to communicating with the car cannot be estimated, it is expected that the action will stop as soon as the car will use its visual feedback to communicate back to the user. This will result in a more determined and decided behavior of the subject, ultimately reinforcing trust into the new technology to come.

2.3 Summary

The setup will take the subject into two everyday situations he or she will most likely experience in the future on a regular basis. With focusing on the timings between actions – while actually moving the car ever the same way – we hope to show how important explicit feedback and interaction is to pedestrians and other (vulnerable) road users interacting with autonomous cars. We expect a more confident behavior of the human, and with gathering gesture information for a rough analysis based on classes it is expected to yield expansive motions – with further possibility for analysis in other disciplines.

3 Strategies for Evaluation

The subject will be video-taped throughout the whole experiment from two angles. With some kind of motion tracking – might this be some simple color coded visual 2D tracking from the video, or more sophisticated 3D tracking using dedicated hardware – all the performed/executed gestures will be recorded as well.

3.4 Qualitative analysis

The tracked gestures will then be classified into open (arms open, waving), closed (arms close to body, hands hidden), offensive (moving forward) and defensive (moving back, hesitating) poses – a complete set of classes is yet to be defined. From these classes we would like to derive how confident users are with autonomous cars: will closed gestures be considered sufficient?, will the situation be tackled offensively?

The video material will also be made available to other interested researchers for further and more elaborate studies on the actual behavior.

3.5 Quantitative analysis

More important (according to the aim of this project) is a quantitative analysis focusing on the action/reaction times between (autonomous) vehicle and subject (pedestrian): When does the subject start indicating that he or she wants to cross the street?, at which point in time – if at all – will gestures be stopped?, and when will the subject actually start crossing the street? A set of timings will be identified and used to compare the control and test settings.

4 Conclusion and Outlook

This project is a first attempt to explore how important it is to substitute current pedestrian-driver-interactions with other forms of explicit communication from self-driving vehicles. This is important to foster their acceptance among all road users, not just drivers. The virtual setting used for this study allows a very controlled quantitative analysis of timings, and certainly eases the qualitative analysis of gestures for further classification as the environment is entirely controlled. Classifying gestures and mapping the classes to a level of trust, and measuring times between actions and reactions will give us some insight on the importance that explicit communication of autonomous cars towards pedestrians pose.

That is just the beginning: On the one hand, we do not tackle different means of communication from the car to the VRU at all, but rather decide for one and compare its impact to the situation of providing no communication at all. This very communication channel alone will pose some hard problems to solve, as the requirements are plentiful: they should work all day long, from near to far distance and are ideally improving the current situation – catering all kinds of people, including visually or hearing impaired fellow humans. But not only the communication from the car to the human is of importance, also the other way round. While human drivers will understand all different kinds of gestures, autonomous cars will have to learn a possibly vast set of gestures and their different meanings according on the situation: does waving mean for the car to pull over, or to stop in front to let the pedestrian cross? What about police officers manually regulating a crossing? While obstacles, traffic lights, maps and other road users (including pedestrians) are currently considered for the pathfinding and moving of the vehicle, explicit control from outside – legally required, or simply due to the business interests of a taxi company – are yet to be discovered.

4.6 Expectations from the workshop

This work should be an impulse towards communication between autonomous cars and VRUs in general, which yet seems to have received little attention from the scientific community. If we have missed important contributions, we would be happy to be provided with other, applicable or even related work. We also hope to initiate a debate on the proposed situations, methods and quantitative measurements/qualitative analysis of the experiments, and generally receive additional feedback and other points of view on the general topic itself.

5 Literature References

- Ferro, S. (2013), *Volvo's new exterior airbags protect pedestrians*. [Online]. <http://www.popsi.com/cars/article/2013-02/volvos-new-airbags-protect-pedestrians-too>. Published February 20, 2013. Last accessed June 28, 2015.
- Frost and Sullivan Analysis (2014). *OEM Comparative Analysis – Automated Driving Cost and Packaging (based on 2013 data)*. [Online]. <http://www.frost.com/sublib/display-report.do?>

- id=ND29-01-07-01-04. Published July 9, 2014. Last accessed June 28, 2015.
- Google (2015). *Google Cardboard: Experience virtual reality in a simple, fun, and affordable way*. [Online]. <https://www.google.com/get/cardboard>. Last accessed June 28, 2015.
- Litman, T. (2015). *Autonomous Vehicle Implementation Predictions – Implications for Transport Planning*. Victoria Transport Policy Institute. TRB 2015. Published January 29, 2015 (Table 6).
- Lindahl, S. (2013). *Road Safety Vademecum: Road safety trends, statistics and challenges in the EU 2011-2012*. [Online]. http://ec.europa.eu/transport/road_safety/pdf/vademecum_2013.pdf. Published April 8, 2013. Last accessed June 28, 2015.
- Löcken, A., Müller, H., Heuten, W. & Boll, S. (2014). *Using light for interactions in a car*. In: NordiCHI'14 Workshop. [Online]. <https://lightingworkshop.wordpress.com>. Published October 26, 2014. Last accessed June 5, 2015.
- Mercedes (2015). *Concept car F015*. [Online]. <http://www.autocarpro.in/IMG/584/9584/merc-f105-concept-1-26-699x380.jpg?1427088447>. Published January 2015. Last accessed June 28, 2015.
- Mok, B. & Ju, W. (2014). *The Push vs. Pull of Information between Autonomous Cars and Human Drivers*. In: Proceedings of the 6th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications. pp. 5. September 2014. ACM.
- Oberquelle, H. (1991). *MCI – Quo Vadis? Perspektiven für die Gestaltung und Entwicklung der Mensch-Computer-Interaktion*. In: Ackermann, D. & Ulich, E. (Hrsg.): Software-Ergonomie '91. Stuttgart: Teubner. S. 9-24.
- Statistics Austria (2015). *Road traffic accidents 2014*. [Online]. http://www.statistik.gv.at/web_en/statistics/EnergyEnvironmentInnovationMobility/transport/road/road_traffic_accidents/index.html. Published April 23, 2015. Last accessed June 28, 2015.
- Switkes, J., Khaykin, A. & Larner, D.L. (2015). *System for pedestrian leg protection in vehicle*, US Patent No. 8,985,652. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Templeton, B. (2015). *Robocars at CES: Mercedes concept*. [Online]. <http://robohub.org/robocars-at-ces-mercedes-concept>. Published January 7, 2015. Last accessed June 28, 2015.
- Templeton, B. (2015). *CES 2015*. [Online]. <https://plus.google.com/photos/+BradTempleton/albums/6101486950163223137/6101486968165055426?pid=6101486968165055426&oid=111619236222502611639>. Published January 7, 2015. Last accessed June 28, 2015.
- Unity Technologies (2015). *Development Platform for Creating Games*. [online]. <https://unity3d.com>. Last accessed June 27, 2015.

Contact information

Franz Keferböck, Dr. Andreas Riener
 Institute for Pervasive Computing
 Johannes Kepler University Linz
 Altenberger Straße 69
 A-4040 Linz
 Email: franz.keferboeck@gmail.com, riener@pervasive.jku.at

Zur Akzeptanz Autonomen Fahrens – Eine A-Priori Studie

Sabrina C. Eimler, Stefan Geisler

Institut Informatik, Hochschule Ruhr West

Zusammenfassung

Die Entwicklung von vollautomatisierten Fahrzeugen wird in der gesellschaftlichen Diskussion immer präsenter. Wichtig für die Durchsetzung und verbreitete Nutzung dieser technischer Neuerungen ist jedoch vor allem die Akzeptanz der Bevölkerung – in diesem Fall nicht nur die der potenziellen KäuferInnen sondern auch die der übrigen Verkehrs-teilnehmenden. Vorgestellt wird eine explorative Online-Studie zur Akzeptanz von auto-nomen Fahren basierend auf quantitativen und qualitativen Daten einer Stichprobe von $N = 89$. Die Ergebnisse zeigen unter anderem eine geringe Vertrautheit mit dem Thema, ein vergleichsweise ausgeprägtes Vertrauen aber eine geringe Nutzungsabsicht.

1 Einleitung

Kaum eine andere Innovation im Automobilsektor der letzten Jahrzehnte hat bereits lange vor der Serienreife zu einer so großen öffentlichen Aufmerksamkeit und Diskussion geführt wie die Entwicklung zum vollautomatisierten Fahren. Die grundsätzliche Idee ist zwar kaum jünger als das Auto selbst und wurde seit den 1950er Jahren immer mal wieder auf verschiedener technischer Basis in den Massenmedien als Vision präsentiert.

In den 2010er Jahren haben sich die Ankündigungen nahezu aller namhafter Automobilhersteller auf Basis des technischen Fortschritts aber immer weiter konkretisiert und für die 2020er Jahre angekündigt, zunächst beschränkt auf bestimmte technisch einfacher zu beherrschende Verkehrsszenarien, später allumfassend. Zusätzlich beflügelt wird die Diskussion durch die Tatsache, dass junge Automobilhersteller wie Tesla und Firmen der IT-Branche sich dieses Themas angenommen haben, etwa Google mit regelmäßigen Berichten über seinen Prototypen oder die Gerüchte über ein Auto der Firma Apple.

Ziele die mit den Entwicklungen verfolgt werden, sind eine höhere Sicherheit durch die Vermeidung menschlicher Fehler, ökologischeres Fahren durch gleichmäßigeres und vorausschauenderes Fahren, bessere Verkehrseffizienz und ein Komfortgewinn für die

InsassInnen, die sich dann entweder anderen Tätigkeiten (Unterhaltung, Arbeit) zuwenden oder einfach entspannen können.

1.1 Begriffsbestimmung

Der Begriff des autonomen Fahrens wird in der öffentlichen Diskussion oft nur unscharf diskutiert. Hilfreich für eine genaue Betrachtung ist (SAE J3016 2014), in der fünf Stufen definiert werden. Die höchste Stufe („Full Automation“) ist danach dann erreicht, wenn das System dauerhaft alle Aufgaben der dynamischen Fahraufgabe unter allen Straßen- und Umweltbedingungen (also auch Verkehrssituationen) beherrscht und somit keinerlei Eingreifen des Menschen notwendig wird. Die Stufe 4 („High Automation“) ermöglicht dies nur für bestimmte, je System zu definierende Fahrmodi, etwa Autobahnfahrt, Staufahrt oder ähnliches. In anderen Situationen muss der Mensch die Steuerung übernehmen. In der darunter liegenden 3. Stufe („Conditional Automation“) müssen FahrerInnen unter bestimmten Bedingungen die Steuerung übernehmen. Hierzu generiert das System eine Übernahmeaufforderung, auf die zeitnah reagiert werden muss. In der 2. Stufe („Partial Automation“) obliegt dem Menschen weiterhin eine regelmäßige Beobachtung der Verkehrssituation und ggf. eine Übersteuerung des Systems. Aktuelle hoch ausgestattete Serienfahrzeuge bewegen sich an der Grenze zwischen der zweiten und dritten Stufe. Einzelne Systeme für die vierte Stufe (z.B. Staupilot) sind konkret angekündigt.

2 Akzeptanz und beabsichtigte Nutzung

Für die erfolgreiche Einführung neuer Systeme ist eine Akzeptanz der Technologie erforderlich. Neben allgemeinen Theorien und Modellen wurden auch speziell in Bezug auf Fahrerassistenzsysteme und automatisiertes Fahren Modelle entwickelt und Studien durchgeführt, von denen hier ausgewählte vorgestellt werden sollen.

Arndt entwickelte eine Methode zur Vorhersage und Analyse der Akzeptanz von Fahrerassistenzsystemen (Arndt 2011). Auf Objektebene nennt sie die folgenden Einflussfaktoren: Usability, Verkehrssicherheit, Image, Fahrspaß, Vertrauen, Komfort, Umweltfreundlichkeit und Systemkontrolle. Eine Ermittlung der aktuellen Einschätzungen dieser Kriterien für vollautomatische Fahrzeuge kann also hilfreich sein, die Weiterentwicklung entsprechend zu lenken.

In (Payre et al. 2014) werden die Ergebnisse einer in Frankreich durchgeführten Studie zur beabsichtigten Nutzung von voll automatisierten Fahrzeugen präsentiert. Die Befragten verfügten bisher über keine Erfahrung mit solchen Fahrzeugen (a-priori Studie). Das Nutzungsinteresse der männlichen Befragten war im Mittel ausgeprägter als das der Frauen. Ein Kaufinteresse wurde im Vergleich zum Nutzungsinteresse geringer bewertet, war jedoch auch bei den Männern stärker ausgeprägt. Ein Interesse ist also vorhanden, die Kaufbereitschaft aber aktuell gering. Männer sind im Mittel positiver zu autonomem Fahren eingestellt als Frauen.

In Bezug auf autonomes Fahren haben Ernst & Young eine Studie mit 1000 befragten FührerscheinbesitzerInnen veröffentlicht (EY 2013). Danach können sich 66% der Befragten vorstellen, ein autonomes Fahrzeug zu kaufen, wenn sie zur Not selber eingreifen könnten. Ohne diese Option wären es 42%. Dabei zeigten sich insbesondere jüngere, wohlhabendere, männliche Befragte mit hoher Fahrleistung als besonders interessiert. Ein besserer Verkehrsfluss und eine höhere Sicherheit sind dabei die am häufigsten genannten Vorteile, kritisch wird insbesondere der Verlust des Fahrspaßes gesehen.

Innovationen bei Fahrerassistenzsystemen werden zumeist in den Oberklassemodellen eingeführt. Daher soll hier ein Blick auf die Klientel dieser Fahrzeuge geworfen werden. Die in (VuMA 2014) gezeigten Resultate zeigen, dass die Premiumhersteller Audi, BMW und Mercedes deutlich häufiger von Männern als von Frauen als bevorzugte Marke genannt werden. Frauen präferieren hingegen eher Hersteller wie Volkswagen, Opel und Ford, bei denen Innovationen im Bereich der Assistenzsysteme erst einige Jahre später als bei den zuvor genannten Marken auf den Markt gebracht werden. Dies lässt einen geringeren Stellenwert dieser Funktionalitäten vermuten.

Ein Blick auf die Altersstrukturanalyse des Center for Automotive Research (CAR) der Universität Duisburg-Essen von NeuwagenkäuferInnen zeigt zudem, dass deren mittleres Alter über die letzten Jahre angestiegen ist, auf derzeit 53 Jahre, ein Drittel ist über 60 Jahre. Dies legt nahe, gerade diese Käuferschicht und damit auch altersbedingte Einschränkungen und Anforderungen aber auch Einstellungen zu dieser Technik besonders bei der Systementwicklung zu berücksichtigen.

Ein wichtiger hier zu betrachtender Aspekt ist zusätzlich, dass – anders als bei den meisten bisher auf dem Markt befindlichen Systeme – nicht nur die KäuferInnen bzw. FahrerInnen eines voll automatisierten Fahrzeugs von der Einführung betroffen sind, sondern alle VerkehrsteilnehmerInnen, da sie von den algorithmischen Entscheidungen des Fahrzeugs ebenfalls betroffen sind. Somit sind auch verstärkt Teile der Gesellschaft in die Diskussion mit einzubeziehen, die sich selbst nicht für diese Technologie interessieren. Dies zeigte sich bereits deutlich in der öffentlichen Wahrnehmung um die Bekanntgabe von Teststrecken auf öffentlichen Autobahnen. Die hier präsentierten Ergebnisse sollen unter anderem einen Beitrag dazu leisten, welche Themen zu adressieren sind, wie der Informations- und Erwartungsstand sowie die Einstellungen gegenüber autonomem Fahren sind.

3 Befragung zur Akzeptanz

Die nachfolgend dokumentierte Studie verfolgt einen explorativen Ansatz zur Erfassung der Akzeptanz autonomen Fahrens. Neben quantitativen Erkenntnissen unter besonderer Berücksichtigung von Unterschieden zwischen den Geschlechtern und dem Alter sollen qualitative Antworten ergänzende Einblicke ermöglichen.

3.2 Methode und Stichprobe

Mit Hilfe des kostenfreien Fragebogentools *soscisurvey* wurde ein Online-Fragebogen erstellt, der im Mai 2015 über verschiedene Soziale Netzwerkseiten (z.B. Facebook und XING) im Internet sowie über die Webseite der Hochschule zugänglich gemacht wurde. Zu Beginn des Fragebogens wurden die Teilnehmenden über Zweck und Dauer der Befragung sowie die Anonymität der erhobenen Daten aufgeklärt. Daneben sollte eine kurze Definition von selbstfahrenden Fahrzeugen sicherstellen, dass für die Befragung ein gemeinsames Verständnis gegeben ist. Neben demografischen Daten (Geschlecht, Alter, Bildungsgrad, Erwerbstätigkeit, etc.) wurden Fragen zur Bedeutung und Nutzung des Fahrzeugs im Alltag gestellt, die verschiedenen Befragungen unter anderem zur Akzeptanz von Elektromobilität und autonomen Fahren (EY 2013) entlehnt sowie in Brainstormings selbst generiert wurden. Es folgte eine Reihe von Fragen und Aussagen zum autonomen Fahren (Vertrautheit, erwartete Veränderungen, Vor- und Nachteile, emotionale Bewertung, Usability, Verkehrssicherheit, Image, Fahrspaß, Vertrauen, Komfort, Umweltfreundlichkeit), unterbrochen durch offene Textfelder, in denen die Personen sich zu Vertrauen und antizipierten Veränderungen durch autonome Fahrzeuge ausführlich äußern konnten.

Die Stichprobe bestand aus 36 Männern und 51 Frauen, 2 Personen verweigerten die Angabe des Geschlechts. Das durchschnittliche Alter ist mit $M = 29,15$ ($SD = 11,87$) recht niedrig, weshalb auf weitere Betrachtungen unter Berücksichtigung des Alters verzichtet wird. Das Bildungsniveau der Stichprobe ist recht hoch: 37,9% geben das Abitur als höchsten Bildungsabschluss an, weitere 14,9% eine Fachhochschulreife, 14,9% einen Hochschulabschluss, die übrigen Teilnehmenden die mittlere Reife, einen Hauptschulabschluss oder (noch) keinen Abschluss. 38,8% waren vollzeit erwerbstätig, 26,4% teilzeit erwerbstätig und weitere 38,8% nicht erwerbstätig. Die Mehrheit der Personen war weder in der Automobilindustrie tätig noch in einem technischen Beruf aktiv. Über eine gültige Fahrerlaubnis verfügte mit 78,2% die Mehrheit der Teilnehmenden. Die Wichtigkeit des Autofahrens im Alltag wird auf einer Skala von 1 (gar nicht wichtig) bis 5 (sehr wichtig) im Mittel mit $M = 3,60$ ($SD = 1,45$) angegeben und nimmt damit einen recht hohen Stellenwert bei den befragten Personen ein. Geschlechterunterschiede oder Zusammenhänge mit dem Alter zeigen sich nicht. Technische Neuheiten und Innovationen probieren vor allem die männlichen Befragten signifikant lieber aus im Vergleich zu den weiblichen Studienteilnehmerinnen, $F(1,85) = 9.96$, $p = .002$, $\eta_p^2 = .12$ ($M_m = 3,50$, $SD_m = 1,13 > M_w = 2,75$, $SD_w = 1,07$). Zusammenhänge mit dem Alter konnten nicht gefunden werden.

3.3 Ergebnisse

Zu den verschiedenen Aspekten des Fragebogens sind nachfolgend Ergebnisse der Befragung dokumentiert, die sich sowohl auf der Basis quantitativer als auch qualitativer Daten gewonnen wurden. Um die deskriptiven Werte besser interpretieren zu können wurden Einstichproben t-tests durchgeführt. Getestet wurde jeweils gegen den Skalenmittelwert, d.h. bei einer 5-stufigen Likertskala gegen den Testwert 3 (Ausnahme entsprechend gekennzeichnet). Ein signifikanter Wert bedeutet hier jeweils eine signifikante Abweichung (positiv oder negativ) von der Mitte der Skala, kann also als eine klare Tendenz interpretiert

werden, während nicht signifikante Unterschiede auf eine Unentschlossenheit hindeuten. Zur Bestimmung von Geschlechterunterschieden wurden Varianzanalysen berechnet, in die das Geschlecht als fester Faktor und die jeweiligen Antworten auf die Fragen oder Einschätzungen der Aussagen als abhängige Variable einfließen.

Vertrautheit. Die durchschnittliche Vertrautheit mit dem Thema autonomes Fahren auf einer Skala von 1 (gar nicht) bis 5 (sehr vertraut) ist in der Stichprobe generell nur gering ausgeprägt ($M = 2,39$, $SD = 1,14$). Frauen geben dabei an signifikant weniger vertraut mit Thema zu sein als Männer: $F(1,85) = 24.69$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .26$ ($M_m = 3,03$, $SD_m = 1,03 > M_w = 1,94$, $SD_w = 0,99$)

Mensch vs. Technik. 70,1% der befragten Personen sind der Meinung, der Mensch sei der bessere Fahrer, während 29,9% der Ansicht sind, dass das autonome Fahrzeug, das Auto besser führt. In einer direkten Gegenüberstellung von Mensch und Technik („Der Mensch ist besser als die Technik des autonomen Fahrzeugs, da...“) eingeschätzt auf einer Skala von 1 (stimme gar nicht zu) bis 5 (stimme voll und ganz zu) ergeben sich klare Tendenzen für die Überlegenheit des Menschen bei den Aussagen, dass der Mensch besser ist als die Technik, weil er das Auto besser unter Kontrolle hat ($M = 3,31$, $SD = 1,11$), weil er keine Software braucht, um das Auto zu steuern ($M = 3,80$, $SD = 1,15$), weil er bessere ethische Entscheidungen trifft ($M = 3,87$, $SD = 1,04$) und weil er die meisten Situationen besser einschätzen kann ($M = 3,43$, $SD = 1,21$). Weniger, d.h. eher zugunsten der Technik, stimmen die ProbandInnen hinsichtlich der Aussagen, dass der Mensch weniger Unfälle baut ($M = 2,52$, $SD = 1,06$) und effizienter fährt ($M = 2,43$, $SD = 1,06$).

Vertrauen. Das Vertrauen in selbstfahrende Autos wird auf einer Skala von 1 (gar nicht) bis 4 (voll und ganz) mit durchschnittlich $M = 3,33$ ($SD = 0,96$) angegeben und weicht signifikant von der Skalenmitte (hier abweichend 2,5) ab. Das vergleichsweise große Vertrauen unterscheidet sich zwischen den Geschlechtern nicht signifikant.

Die offenen Antworten geben zudem zusätzlich Aufschluss darüber, inwiefern Personen autonomen Fahrzeugen vertrauen, selbständig Entscheidungen zu treffen. Von den 89 ProbandInnen trauen 17 Personen den autonomen Fahrzeugen selbständige Entscheidungen zu, 31 nicht und 23 nur teilweise. Die übrigen Personen gaben entweder keine Antwort oder die Antworten konnten nicht eindeutig einer der drei Kategorien zugeordnet werden. Personen, die in die Entscheidungskompetenz der autonomen Fahrzeuge vertrauen nennen als Begründung beispielsweise, dass „die Technologie heutzutage sehr fortgeschritten ist“ oder dass „die Autos ausgiebig getestet werden“ oder „vermutlich hohe Sicherheitsstandards angelegt werden“. Andere erwähnen, dass Autos schon heute „mit Assistenzsystemen selbständige Entscheidungen treffen“ und dass selbstfahrende Autos „nicht müde, betrunken oder unvorsichtig“ werden. Weitere Argumente für das Vertrauen sind, dass „der Stand der Technik gut genug sei und der Mensch das größere Risiko darstellt“. Personen, die den Fahrzeugen keine eigenständigen Entscheidungen zutrauen führen als Begründung an, dass „die Technik manipulierbar sei und dass Computer zu oft versagen und zu oft Updates benötigen“, „nicht alle Situationen vorher berechnet werden können“, „die Technik niemals den Menschen ersetzen kann“, „weil Computer nicht selbständig denken können und von Menschen programmiert werden“, sie selbst gerne die Kontrolle haben, der Technik einfach nicht vertrauen oder an die Überlegenheit eines schnellen menschlichen Verstandes glauben.

Emotionale Bewertung der Zukunft mit selbstfahrenden Autos. Das Szenario, dass selbstfahrende Autos in Zukunft auf unseren Straßen unterwegs sein werden wird unabhängig vom Geschlecht auf einer Skala von 1 (überhaupt nicht gut) bis 5 (sehr gut) eher unentschieden begegnet ($M = 2,91$, $SD = 1,22$). Diese Vision wird also weder gänzlich abgelehnt noch für sehr gut befunden. Der Einstichproben t-test zeigt keine Abweichung vom Skalenmittelwert. Ein ähnliches Bild zeigt sich auch in der positiven und negativen emotionalen Bewertung der Frage, wie sich die Personen bei dem Gedanken daran fühlen, dass demnächst autonome Fahrzeuge im Straßenverkehr unterwegs sein werden. Sowohl bei den positiven Emotionen (5 Items, fröhlich, stolz, überrascht, entspannt, freudig - $M = 2,58$, $SD = 0,92$ – Skala: 1 = gar nicht, 5 = sehr) als auch bei den negativen Emotionen (2 Items, verängstigt, verärgert – $M = 2,30$, $SD = 1,04$) liegen die Mittelwerte unterhalb der Skalenmitte und sind nur schwach ausgeprägt. Geschlechterunterschiede zeigen sich nicht.

Ergänzend hierzu geben die offenen Fragen („Wenn Sie einmal an die Zukunft mit selbstfahrenden Autos denken, was denken Sie, wie könnten selbstfahrende Fahrzeuge sich auf Ihren Alltag auswirken?“ – „Welche persönlichen Vorteile sehen Sie durch ein selbstfahrendes Auto?“) Einblicke in die Vorstellungen und Bedenken der befragten Personen: Viele sehen der Entwicklung positiv entgegen, gehen zum Beispiel davon aus, dass es weniger Unfälle geben wird und die Sicherheit auf den Straßen erhöht wird, da es beispielsweise keine Geschwindigkeitsüberschreitungen und keine Raser mehr geben wird. Andere sehen vor allem die Chance, dass es weniger Staus und einen gleichmäßigeren Verkehrsfluss sowie keine Probleme bei der Parkplatzsuche mehr geben wird. Für bestimmte Personengruppe, z.B. Pendler kann der Arbeitsweg bereits produktiv genutzt werden, die Fahrten verlaufen stressfreier. Auch für Personen mit besonderen Einschränkungen, wie alte, kranke oder Personen ohne Führerschein, werden autonome Fahrzeuge als gute Option gesehen. Andere sehen vor allem Gefahren, wie z.B. eine Manipulation der Technik, dass wir Menschen fauler werden, das Fahren verlernen und uns nur noch auf die Technik verlassen, dass Arbeitsplätze in bestimmten Branchen verloren gehen, die Technik teuer und unpersönlich ist oder es für Fußgänger aufgrund eines fehlenden Blickkontakts mit „dem Fahrer“ schwer würde, die Straße zu überqueren. Klar wird in vielen Antworten auf die offenen Fragen auch, dass die Beantwortung möglicherweise dadurch erschwert ist, dass die Personen keine genaue Vorstellung davon haben, was autonome Fahrzeuge können oder nicht und wie diese sich verhalten werden oder soll(t)en.

Kosten. Die Kosten (2 Items, $\alpha = ,65$) für Versicherung, Wartung und Service werden mit einer signifikanten Abweichung vom Skalenmittelwert mit $M = 3,86$ ($SD = 0,90$) unabhängig vom Geschlecht als hoch eingeschätzt.

Image. Das Image autonomer Fahrzeuge (5 Items: Umweltfreundlichkeit, Fortschrittlichkeit, positives Image, positive Darstellung in Medien, Bedeutung für die Zukunft, $\alpha = ,70$) wird im Mittel mit $M = 3,27$ ($SD = 0,74$) eingeschätzt mit einer durch eine signifikante Abweichung von der Skalenmitte klare (allerdings nur schwache) positive Tendenz. Geschlechterunterschiede zeigten sich nicht.

Sicherheit. Die Sicherheit (2 Items, $\alpha = ,91$) wird im Mittel mit $M = 3,64$ ($SD = 0,69$) als hoch eingeschätzt (signifikant abweichend der Skalenmitte).

Fahrspaß. Die befragten Personen äußern im Mittel (signifikante Abweichung von der Skalenmitte) eine klare Tendenz $M = 4,10$ ($SD = 1,20$) zu der Überzeugung, dass durch autonome Fahrzeuge der Spaß am Fahren verloren geht. Unterschiede zwischen Männern und Frauen zeigen sich nicht.

Usability und Komfort. Im Mittel wird autonomen Fahrzeugen eine hohe Leichtigkeit in der Bedienung bzw. eine geringe Notwendigkeit von technischem Vorwissen zugeschrieben ($M = 3,63$, $SD = 0,59$; signifikante Abweichung von der Skalenmitte) (2 Items, einfache Bedienung, Notwendigkeit von technischem Know-how, $\alpha = ,84$). Unabhängig vom Geschlecht bestehen hohe Erwartungen an den Komfort (2 Items, hoher Komfort, ermöglichen andere Tätigkeit während der Fahrt, $\alpha = ,58$). Im Mittel (signifikante Abweichung von der Skalenmitte) wird der Komfort mit $M = 3,75$ ($SD = 0,93$) bewertet.

Eignung für bestimmte Zielgruppen. Autonome Fahrzeuge erreichen hohe Zustimmungswerte mit klarer Tendenz hinsichtlich der Aspekte „familienfreundlich“ ($M = 3,33$, $SD = 1,04$) und „behindertengerecht“ ($M = 3,71$, $SD = 1,11$), ihnen wird eine besondere Eignung für alte Menschen und Vielfahrende ($M = 3,60$, $SD = 1,26$) zugeschrieben sowie als Alternative für Personen, die nicht mehr selbst fahren können, es aber wollen ($M = 3,82$, $SD = 1,17$). Eher nicht geeignet schätzen die ProbandInnen die autonomen Fahrzeuge für FahranfängerInnen ein ($M = 2,56$, $SD = 1,36$).

Nutzungsabsicht. Auch hinsichtlich der Frage, ob die Teilnehmenden sich vorstellen können in Zukunft selbst ein selbstfahrendes Auto zu nutzen gibt es keine eindeutige Tendenz. Im Mittel (1 = auf keinen Fall, 5 = auf jeden Fall) liegen die Antworten bei $M = 2,76$ ($SD = 0,15$) und unterscheiden sich zwischen den Geschlechtern nicht signifikant. Die Nutzungsabsicht kann entsprechend als eher zurückhaltend interpretiert werden.

4 Diskussion und Ausblick

Die Ergebnisse stellen einige interessante Einblicke in die Akzeptanz und Bewertung von autonomen Fahrzeugen bereit, die zum Beispiel im Rahmen Informations- und Aufklärungskampagnen oder als Ansatzpunkte für die Konzeption weiterer Studien dienen können. Der explorative Ansatz dieser Untersuchung weist notwendigerweise Schwächen auf. Einschränkend sei beispielsweise angemerkt, dass es sich hier nicht um eine repräsentative Stichprobe, sondern lediglich um ein vergleichsweise kleines convenience sample handelt. Die Stichprobe ist im Durchschnitt jung, verfügt über einen hohen Bildungsgrad aber eine gering ausgeprägte Vertrautheit mit dem Thema autonomes Fahren. Es kann jedoch behauptet werden, dass es sich hier um die zukünftigen Nutzenden handelt, deren Akzeptanz von besonderer Bedeutung ist. Hinsichtlich der Fragebogenkonstruktion ist anzumerken, dass die geschlossenen Fragen kaum Schlüsse auf die dahinterliegenden Begründungsmuster oder Misskonzepte zulassen. Daneben sind die Konstrukte in einem eher intuitiven Zugang und teilweise nur durch wenige Items operationalisiert mit teilweise geringer interner Konsistenz. Die Antworten erscheinen (möglicherweise hierdurch) teilweise widersprüchlich, z.B. wenig Vertrautheit jedoch im Mittel ausgeprägtes Vertrauen.

Insgesamt gibt es Hinweise auf eher heuristische und unvollständige Zugänge bei der Bewertung der Akzeptanz. Eine größere angelegte und systematischere Untersuchung unter Anwendung eines mixed-methods Designs mit stärker differenzierten Altersgruppen und Personen verschiedener Bildungsniveaus, kultureller Hintergründe und (technischer) Expertisen könnte gewinnbringend sein. Umfangreichere Leitfadenterviews könnten die Befragung informieren und hieraus wiederum Hinweise für experimentelle Untersuchungen, z.B. zu verschiedenen Kommunikations- oder Aufklärungsstrategien gewonnen werden. Auch eine frühzeitige Einbindung der späteren Verkehrsteilnehmenden in die Entwicklung von Komponenten erscheint wichtig, auch um Ängste und Bedenken abzubauen, Mensch-Technik Kommunikation innerhalb (Insassen – Auto) und außerhalb des Fahrzeugs (übrige Verkehrsteilnehmende – Auto) oder ein als ethisch korrekt wahrgenommenes Verhalten zu implementieren. Interessant wäre hier beispielsweise ein Vergleich junger, technikaffiner Menschen mit RentnerInnen, zwischen FührerscheininhaberInnen und solchen Personen, die nie selbst Auto gefahren sind oder solchen, die bereits Assistenzsysteme und denen, die bislang hiermit keine Berührungspunkte hatten. Neben Alter, Technikaffinität und -erfahrung ist auch denkbar, dass Persönlichkeit oder kulturelle Faktoren einen Einfluss auf die Akzeptanz solcher Systeme haben. Die Persönlichkeitsdimension Offenheit für Neues dürfte sich beispielsweise positiv auf die Bereitschaft auswirken, ein solches Fahrzeug zu nutzen, Neurotizismus dürfte eher negativ mit dieser Bereitschaft zusammenhängen. Insgesamt gibt es meine große Menge bisher unbeantworteter Aspekte der Nutzendenakzeptanz im Hinblick auf autonomes Fahren, die in zukünftigen Projekten zu beantworten und diskutieren sind.

Danksagung

Die AutorInnen danken Maria Böhm, Hatice Karabulut, Larissa Perlitz und Gladys Böhm.

Literaturverzeichnis

- Arndt, S. (2011). *Evaluierung der Akzeptanz von Fahrerassistenzsystemen*. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- EY (2013): Autonomes Fahren – die Zukunft des Pkw-Marktes?. Ernst & Young, 2013. [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_Studie_-_Autonomes_Fahren_-_die_Zukunft_des_Pkw-Marktes/\\$File/EY-Autopilot-2013-Praesentation.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_Studie_-_Autonomes_Fahren_-_die_Zukunft_des_Pkw-Marktes/$File/EY-Autopilot-2013-Praesentation.pdf), zuletzt abgerufen am 23.5.2015.
- Payre, W., Cestac, J., & Delhomme, P. (2014). Intention to use a fully automated car: Attitudes and a priori acceptability. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 27, 252-263.
- SAE J3016 (2014): *Taxonomy and Definitions for Terms Related to On-Road Motor Vehicle Automated Driving Systems*. Beuth, Berlin.
- VuMA (2014): Frauen in Deutschland nach bevorzugter Marke beim Kauf eines Autos im Vergleich mit Männern im Jahr 2014. In Statista - Das Statistik-Portal. Zugriff am 23. Mai 2015, von <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/290481/umfrage/umfrage-unter-frauen-und-maennern-zu-bevorzugten-marken-beim-autokauf/>

Kontakt

Sabrina C. Eimler, sabrina.eimler@hs-ruhrwest.de
 Stefan Geisler, stefan.geisler@hs-ruhrwest.de

Be-greifbare Interaktion

SpellLit 3.0 - Ein mobiles Miteinander-Lernspiel zum Erwerb der Schriftsprache

Thomas Winkler, Jacob Stahl, Georg Jahn, Michael Herczeg

Institut für Multimediale und Interaktive Systeme (IMIS), Universität zu Lübeck

Zusammenfassung

Die Lernapplikation SpellLit 3.0 ist ein Miteinander-Lernspiel zum Erwerb der Schriftsprache. Das Lernspiel basiert auf der „Lesen durch Schreiben-Methode“ von Jürgen Reichen, allerdings wird die Aneignung von Rechtschreibfehlern, wie sie in klassischen Umsetzungen häufig vorkommt, vermieden. Die dritte Generation von SpellLit wurde wieder als tangible, mobile jedoch webbasierte Applikation realisiert. Aus der Vorgängerversion beibehalten wurden das grobmotorische Bewegen mit begreifbaren Objekten und die individuelle Verkörperung einzelner Laute durch die Lernenden beim Miteinander-Lernen. Für die Anwendung können Computer jeder Art verwendet werden, die klein genug aber netzwerkfähig sind und über einen aktuellen Browser verfügen. Dieser Beitrag geht kurz auf die zugrunde liegende Methode des Schreibenlernens ein, nimmt Bezug auf andere mobile Lernspiele und stellt die konkreten Interaktionsformen von SpellLit 3.0 vor. Abschließend werden erste Evaluationsergebnisse sowie Pläne für Langzeitevaluationen und die Weiterentwicklung des Systems vorgestellt und diskutiert.

1 Einleitung

Die Fähigkeit des Lesens und Schreibens gehört zu den Grundkompetenzen unserer heutigen Gesellschaft. Entsprechend intensiv und auch kontrovers werden die verschiedenen Methoden und Herangehensweisen zum Schriftspracherwerb in der Grundschule diskutiert. Mit der „Lesen durch Schreiben-Methode“ hat Jürgen Reichen (Reichen, 2001) in den 70er Jahren ein Alternativkonzept zur bis dahin gängigen Praxis – dem auf angeleiteten Wiederholungen basierenden Fibel-Prinzip – entwickelt, das Kindern freies und selbstständiges Schreiben ermöglicht und zu schnellen, sichtbaren Erfolgen führt. Mit Hilfe einer Buchstabentabelle, einer Tabelle mit Piktogrammen bekannter Begriffe in Verbindung mit ihrem jeweiligen An- oder Endlaut (in Buchstabenform), können Kinder in der Vor- und beginnenden Grundschulzeit eigenständig Begriffe Buchstabe für Buchstabe lesen oder zusammensetzen. Da die

deutsche Schriftsprache oftmals nicht lauttreu ist, letztendlich ca. 4000 verschiedene Laute verwendet werden und dabei Buchstabenkombinationen häufig mehrfach besetzt sind, entstehen Fehler, die in der ursprünglichen Version der Methode von Reichen zunächst bewusst nicht korrigiert werden sollten, da die Freiheit und das Erlebnis des selbstbestimmten Ausdrucks in dieser Phase des Lernprozesses höher bewertet werden als korrekte Rechtschreibung. Dass dies für die Schüler nicht von Nachteil ist, zeigt eine groß angelegte Metaanalyse: Sie weist nach, dass Kinder, die nach der Reichenmethode lernen, am Ende der Grundschulzeit genauso fehlerfrei schreiben können wie Kinder, die von Anfang an korrekte Rechtschreibung gelernt haben (Funke, 2014). Mit dem Lernspiel *SpellLit* 3.0 wurde ein spielerischer, körper- und raumbezogener gemeinsamer Interaktionsraum für Kleingruppen von 3-6 Kindern geschaffen, bei dem sich Lernende beim Erwerb der Schriftsprache keine Rechtschreibfehler aneignen, da das mobile System die Korrektheit beim Schreiben überprüft. Auch wenn jedes Kind verantwortlich für den Laut innerhalb des gemeinsam buchstabierten Wortes ist, den es in seiner Hand hält, wirkt die Korrektur durch das System nicht belehrend oder gar demotivierend für die Lernenden, da Rechtschreibfehler nicht von der Lehrkraft personenbezogen überprüft werden, vielmehr von *SpellLit* 3.0 der Kleingruppe von miteinander Lernenden mitgeteilt werden.

2 Unterstützung des Erwerbs der Schriftsprache mit digitaler Technologie

Forschung zu webbasierter Lernsoftware, die mit Hilfe von mobilen Computersystemen den Schriftspracherwerb unterstützt, wie *SpellLit* 3.0, ist ein Novum. Es existieren zwar eine Vielzahl von Apps, die vor allem in den App-Stores von *Android* und *iOS* zu finden sind, beispielsweise „*Kinder: Wörter lesen, schreiben*“ oder „*Conni lesen*“. Allerdings bleiben diese durchweg hinsichtlich des pädagogischen Mehrwerts unevaluiert.

2.1 Thematisch verwandte Anwendungen

Projekte, die sich wissenschaftlich in ähnlicher Art und Weise konzeptionell mit der Thematik von *SpellLit* 3.0 auseinandersetzen, sind dagegen *Kinespell*, *Read-It* und *Spelling Bee*.

Kinespell vereint Elemente des visuellen, auditiven und kinästhetischen Lernens in einer Anwendung (Cariaga et al., 2009). Durch die Verwendung mobiler Endgeräte soll so nicht nur die Schreibfähigkeit verbessert, sondern sollen gleichzeitig auch motorische Fertigkeiten trainiert werden. Die Grundidee ist dem Spielprinzip von *SpellLit* 2.0 nicht unähnlich, allerdings stehen die Spieler während des Spielens weitestgehend still da und bewegen nur Arme und Hände. Es findet keine Bewegung im Raum und keine Gruppenarbeit statt. Zudem richtet sich die Anwendung an weiter fortgeschrittene Schüler als die der Zielgruppe von *SpellLit*, da sie bereits das Alphabet beherrschen müssen.

Read-It versucht, die Vorteile analoger Spiele und Computerübungen zu vereinen (Weevers et al., 2004). Ziel des Spiels ist es, Begriffe mit gleichem Anfangs- oder Endbuchstaben (je

nach Spieltyp) zu finden. Gespielt wird in Zweier-Paaren: Ähnlich dem traditionellen Memory-Spiel wird von jedem Spieler ein Kärtchen aufgedeckt, das einen Begriff abbildet. Gemeinsam muss dann entschieden werden, ob die beiden Begriffe den Spielregeln entsprechend zusammenpassen. Dieser Ansatz richtet sich an dieselbe Zielgruppe wie *SpellLit*, beinhaltet allerdings wie *Kinespell* keine körperliche Bewegung im Raum. Zudem ist die Spieleranzahl auf zwei beschränkt.

Spelling Bee ist die digitale Variante der bekannten ABC-Würfel (Dekel et al., 2007). Dies sind kleine Spielwürfel, auf denen ein Begriff auf einer und der entsprechende Anfangsbuchstabe auf der gegenüberliegenden Seite abgebildet sind. Jeder Würfel hat somit drei Buchstaben zur Verfügung, womit Wörter gebildet werden können. Durch die Abbildungen können auch Kinder, die das Alphabet noch nicht beherrschen, erste Wörter auf Basis ihrer Phonetik zusammensetzen. Die Würfel in *Spelling Bee* sind mit Sensoren und Aktoren angereichert, die zum einen der Kommunikation mit den Spielern in Form von visuellem Feedback bei der Zusammensetzung von Wörtern dienen und zum anderen die Auswertung der Spiele ermöglichen (grüne und rote LEDs).

2.2 Schriftsprache lernen mit SpellLit 3.0

Anders als bei Reichens Methode, bei der die Kinder Rechtschreibregeln erst zeitlich versetzt lernen, damit ihnen die Freude am Schreiben nicht genommen wird, vermittelt *SpellLit* von Anfang an eine korrekte Rechtschreibung. Dies ist ohne Verlust der Lernfreude möglich, weil zunächst lediglich lautgetreue Worte verwendet werden und erst nach und nach, gemeinsam mit der Einführung von Ausnahmeregelungen, nicht lautgetreue Worte hinzukommen. Zudem werden Begriffe und Laute vom System vorgesprochen, womit insbesondere diejenigen Kinder unterstützt werden, die außerhalb der Schule wenig oder gar nicht mit korrekter Aussprache konfrontiert sind. Das selbstständige Lernen in Kleingruppen von drei bis sechs Kindern fördert diejenigen in besonderem Maße, die einen größeren Lernbedarf beim Erwerb der Schriftsprache haben (Abb. 1).



Abbildung 1: Beim gemeinsamen Bestimmen der Laute eines Wortes

Bei SpellLit 1.0 lernten Kinder gemeinsam an einen Multitouch-Tisch (Scharf et al. 2010). Bereits in dieser Version wurden den Lernenden Laute vorgelesen, die sie jeweils zu Wörtern zusammenführen mussten, wobei sie sich gegenseitig unterstützen konnten. Inspiriert von *Tangicons 3.0* (Winkler et al., 2014), bei dem Sifteo Cubes¹ zur Aufnahme und Kombination von Lauten zur Anwendung kamen, wurden in der zweiten Version von SpellLit die Elemente *grobmotorische Bewegung* und *individuelle Verkörperung eines Lautes* beim Prozess des *gemeinsamen Schreibens* hinzugefügt (Winkler et al. 2013). In der dritten Version wird SpellLit nun als webbasierte Software auf handelsüblichen Geräten mit Webbrowser und Internet- bzw. LAN-Verbindung gespielt.

3 Das System SpellLit 3.0

Anders als bei SpellLit der zweiten Generation werden für SpellLit 3.0 Geräte verwendet, die über Webbrowser und Internetverbindung verfügen. Dies sind beispielsweise Smartphones, Phablets, kleine oder normale Tablets, Laptops, PCs oder aber auch Multitouch-Bildschirme. Es werden immer zwei Geräte mehr benötigt als Spieler teilnehmen. Spielen vier Kinder, so benötigen sie sechs Geräte. Die vier Geräte, die jeweils einem Kind zugeordnet sind, sollten leicht trag- und bedienbar sein. Das Lernspiel besteht aus vier zeitlichen Phasen. Der *Einrichtung eines Spiels* sowie drei Spielphasen, die sich in jeder folgenden Spielrunde wiederholen: *gemeinsame Auswahl eines Begriffs*, *gemeinsame Auswahl der Laute* und *gemeinsame Übergabe und Auswertung der Laute*. Über ein Start-Icon wird SpellLit gestartet. Die Lehrkraft wählt „Spiel erstellen“ auf dem Home-Screen und richtet das Spiel für die Kinder ein. Nun können die Kinder auf ihrem Startbildschirm per Klick dem Spiel beitreten. Das Spiel beginnt für sie, indem sie sich gemeinsam ein Wort aussuchen, das durch ein Bild repräsentiert und bei Berührung eines Bildes vorgelesen wird (Abb. 1).



Abbildung 2: Gemeinsame Wahl von Begriffen

Haben alle Kinder dieses Wort als Bild auf ihrem Gerät aktiviert, so erscheint auf ihrem Gerät ein Icon eines laufenden Kindes. Dies fordert sie auf, zu einem gemeinsam zu verwendenden Gerät zu gehen, um dort die Spielrunde zu aktivieren. Dort angekommen klicken sie jeweils auf dem gemeinsamen Gerät und auf ihrem Gerät auf dieses Icon (Abb. 2).

¹ Sifteo-Cubes (vgl. Merrill et al., 2007) sind bewegungsempfindliche 4x4x2cm große Objekte mit Vollfarbbildschirmen, die sich aneinandergelegt gegenseitig erkennen. Ein Funkmodul ermöglicht die Kommunikation.



Abbildung 3: Freischalten des eigenen Geräts

Jetzt sind auf ihrem Gerät links das zuvor ausgesuchte Wort und rechts eine Anzahl von Lauten in Form von Bildern zu sehen. Sie können sich das Wort wie auch die Laute durch klicken immer wieder vorlesen lassen. Wird ein Laut angeklickt, so erscheint dieser rechts in einem Auswahlfenster, unter dem sich ein grüner Haken befindet (Abb. 3).



Abbildung 4: Gemeinsam werden Laute ausgesucht

Sind sich die Kinder einig, klicken sie jeweils auf den grünen Haken unter dem Bild ihres Lauts. Dann gehen sie zum zweiten gemeinsam verwendeten Gerät, das ein wenig entfernt bereit steht. Sie stellen sich von links nach rechts in der Reihenfolge der Buchstaben des Wortes auf und Klicken nacheinander auf ihren Laut (Abb. 4).



Abbildung 5: Kinder reihen sich auf und übergeben nacheinander jeweils ihren Laut an das Zielgerät.

Auf dem gemeinsamen Gerät erscheint das geschriebene Wort und es wird den Kindern vom System gesagt, ob ein Fehler vorliegt oder nicht. Sind Laute nur in der Reihenfolge vertauscht, werden diese gelb umrandet und es kann gleich versucht werden, die Reihenfolge zu berichtigen. Erscheint aber ein falsch gewählter Laut, wird dieser rot umrandet (Abb. 5) und die Kinder müssen zurück zum anderen gemeinsam verwendeten Gerät, um ihr Gerät erneut freizuschalten und gemeinsam zu überlegen, welchen Laut sie stattdessen aussuchen müssen. Ist das Wort richtig geschrieben, wird es vorgelesen und ein Lob ausgesprochen.

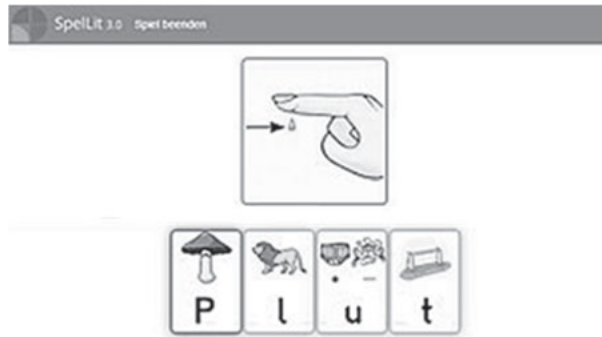


Abbildung 6: Ein falsch gewählter Laut ist am gemeinsam verwendeten Gerät rot markiert.

SpellLit wurde in einem partizipativen Designprozess mit Kindern der Zielgruppe im Feld entwickelt. Erste Evaluationen der Version 3.0 (vier Gruppen, $n = 16$) wurden nach der dritten und neunten Spielrunde durch Verhaltensbeobachtung vorgenommen. Jedes Kind einer spielenden Vierergruppe wurde parallel von zwei Beobachtern auf einer Reihe von fünfstufigen Likert-Skalen eingeschätzt. Die über die Kinder, die beiden Zeitpunkte (3. und 9. Runde) und die zwei Beobachter gemittelten Werte zeigen, dass die Kinder sehr große Freude am Spielen ($M\ 4,9 / SD\ 0,2$) und am Laufen ($M\ 4,4 / SD\ 0,6$) haben, sehr schnell die Spielregeln verstehen ($M\ 4,9 / SD\ 0,2$), es zu sehr intensiver Gruppenkommunikation ($M\ 4,6 / SD\ 0,8$) und keinem dominanten Verhalten einzelner ($M\ 4,0 / SD\ 0,9$) kommt, sowie einer sehr starken Immersion ($M\ 4,6 / SD\ 0,5$). Mit SpellLit 3.0 als Web-Applikation wurde ein lauffähiger und stabiler Prototyp geschaffen, der Kinder begeistert. Eine wichtige Rolle spielt das Begreifen einzelner Laute durch die Kinder und die gemeinsame Diskussion sowohl bei der Wahl wie auch bei der Zusammensetzung der Laute. Alle sind beim Erwerb der Schriftsprache sehr konzentriert bei der Sache. Insbesondere Kinder mit Konzentrations- oder Lernschwächen profitieren von der individuellen Verkörperung der Laute, den Bewegungselementen und dem gemeinsamen Lernen. Die Koordinierung der Kinder untereinander in der Gruppe stellt für diese kein Problem dar.

4 Ausblick

Als nächste Schritte der Evaluation sind experimentelle Vergleiche von Systemvarianten geplant, um die Eindrücke aus Beobachtungen zu objektivieren und zentrale Hypothesen zu pädagogisch wirksamen Merkmalen des Lernspiels zu überprüfen. Überprüft werden sollen

Effekte der Bewegung, des Lernens in der Gruppe und einer lautlichen Trennung beim Vorsprechen der Worte. Die Kinder bewegen sich, weil sie ein gemeinsam zu buchstabierendes Wort am gemeinsamen Startgerät auswählen und seine Laute am räumlich getrennten Zielgerät zusammenfügen. Ein Vergleich des Spiels mit dieser räumlichen Trennung mit einer Variante ohne die räumliche Trennung erlaubt eine direkte Prüfung von Effekten der Bewegung. In einem mit zeitlichem Abstand wiederholten Spiel mit denselben und neuen Wörtern sollte sich ein Vorteil der Variante mit Bewegung zeigen gemessen in der benötigten Zeit für das gemeinsame Buchstabieren und der Korrektheit. Für die Dauer der Bewegung ist dabei zu korrigieren. Ein zweiter experimenteller Vergleich prüft die Annahmen zu Effekten des gemeinsamen Spielens (Spielfreude, Vermeiden von Frustration, gegenseitige Instruktion). Das Spielen in der Vierergruppe wird mit einem möglichst ähnlichen Einzelspiel verglichen. Im Einzelspiel buchstabiert ein Kind mit vier Geräten. Den Annahmen zufolge sollten vor allem lernschwächere Kinder sich frei gewählt weniger lange mit dem Einzelspiel beschäftigen als mit dem Gruppenspiel. In konventionellen Tests der Lese- und Schreibfähigkeit nach einigen Wochen sollte sich in Klassen, in denen regelmäßig das Gruppenspiel angeboten wird, eine geringere Varianz in der gemessenen Kompetenz zwischen Kindern finden. Bei frei gewählter Dauer des Spiels, sollte die Dauer des Spiels mit der Gruppenversion länger sein als mit der Einzelversion. Beobachter sollten zudem die Spielfreude in der Gruppenversion höher einschätzen als in der Einzelversion und die Frustration bei Fehlerrückmeldungen als geringer. Die dritte Fragestellung zielt auf die vermutete Bedeutsamkeit der Art der Aussprache der zu buchstabierenden Wörter, wenn sie den Kindern von den Geräten vorgesprochen werden. In der bisher verwendeten natürlichen Aussprache der Wörter sind die den Buchstaben zuzuordnenden Laute teilweise schwer auszumachen. Vor allem zu Beginn des Lernens könnte daher eine betont die Laute trennende Aussprache lernförderlich sein. Für die Überprüfung dieser Annahme soll eine Variante des Gruppenspiels, in der dieselben Wörter über einen mehrtägigen Zeitraum zweimal in natürlicher Aussprache vorgegeben werden, mit einer Variante verglichen werden, in der die Wörter zunächst in einer die Laute trennenden Aussprache und darauffolgend in natürlicher Aussprache vorgegeben werden.

Literaturverzeichnis

- Cariaga, A., Salvador, J., Solamo, R. & Rommel, F. (2009). Kinespell: Kinesthetic Learning Activity and Assessment in a Digital Game-Based Learning Environment. *Advances in Web Based Learning – ICWL 2009*. Berlin: Springer Verlag, S. 108–111.
- Dekel, A., Yavne, G., Ben-Tov, E. & Roschak, Y. (2007). The spelling bee: an augmented physical block system that knows how to spell. *ACE '07 Proceedings of the international conference on Advances in computer entertainment technology*. New York: ACM, S. 212–215.
- Funke, R. (2014). Erstunterricht nach der Methode Lesen durch Schreiben und Ergebnisse schriftsprachlichen Lernens – Eine metaanalytische Bestandsaufnahme. *Didaktik Deutsch*, 19(36), 20–41.
- Reichen, J. (2001). *Hannah hat Kino im Kopf: Die Reichen Methode Lesen durch Schreiben und ihre Hintergründe für Lehrerinnen und Lehrer, Studierende und Eltern* (4. Edition). Hamburg: Heinevetter Verlag.
- Scharf, F., Günther, S., Winkler, T. & Herczeg, M. (2010). SpellLit: Development of a Multi-Touch Application to Foster Literacy Skills at Elementary Schools. In *Proceedings of IEEE Frontiers in*

Education Conference 2010, Arlington, Virginia, October 27-30, 2010. Arlington, Virginia: IEEE. Session T4D-1-6.

Weevers, I., Sluis, W., van Schijndel, C., Fitrianie, S., Kolos-Mazuryk, L. & Martens, J.-B. (2004). Read-It: A Multi-modal Tangible Interface for Children Who Learn to Read. Entertainment Computing – ICEC 2004. Berlin: Springer Verlag, S. 226–234.

Winkler, T., Scharf, F., Hahn, C., Wolters, C. & Herczeg M. (2014). Tangicons: Ein be-greifbares Lernspiel mit kognitiven, motorischen und sozialen Aktivitäten. i-com : Zeitschrift für interaktive und kooperative Medien, 12, 47-56.

Winkler T., Scharf F. & Herczeg M. (2013). SpellLit - Tangible Cross-Device-Interaction beim Erler-nen von Lesen und Schreiben. In Boll, S, Maaß, S & Malaka, R (Eds.) Workshopband Mensch & Computer 2013. München: Oldenbourg. S. 179-184.

Kontaktinformationen

Thomas Winkler, Jacob Stahl, Georg Jahn, Michael Herczeg
Universität zu Lübeck, Institut für Multimediale und Interaktive Systeme (IMIS)
Ratzeburger Allee 160, 23562 Lübeck, Deutschland
winkler@imis.uni-luebeck.de, stahlj@informatik.uni-luebeck.de, jahn@imis.uni-luebeck.de,
herczeg@imis.uni-luebeck.de

Grenzenlos Swipen - Geräteübergänge im Multiscreen-Kontext

Kirstin Kohler, Horst Schneider, Valentina Burjan

Fakultät für Informatik, Hochschule Mannheim

Zusammenfassung

Beim Übergang zwischen verschiedenen Geräten in einem zusammengehörigen Nutzungskontext sind Interaktionen heute häufig vielschrittig und unintuitiv. Durch einen Pattern-Katalog mit Anleitungen zur Interaktion wollen wir dazu beitragen, die Konzeption und Entwicklung solcher Übergänge zu erleichtern. In der vorliegenden Arbeit beschreiben wir einen ersten Katalog mit Pattern-Kandidaten, die wir aus einer Literaturrecherche zu Multiscreen-Konzepten gewonnen haben. Die theoretische Fundierung der angestrebten Intuitivität veranschaulichen wir, indem wir die Einbettung der Beschreibung ins Blended Interaction Framework exemplarisch für das Pattern Swipe To Give darstellen.

1 Einleitung

Mehr als zwei Jahrzehnte nach Weisers Vision vom Ubiquitous Computing (Weiser, 1991) belegen Nutzerstudien wie die von Google (2012) und Microsoft (2013), dass wir im Zeitalter der „Tabs“, „Pads“ und „Boards“, wie sie Weiser damals nannte, angekommen sind. Wie diese Studien verdeutlichen, beschränkt sich die Nutzung von Computern heute nicht alleine auf den Desktop PC. Sowohl im Freizeit- als auch im Business-Bereich verwenden Anwender verschiedene elektronische Geräte unterschiedlicher Form und Größe in zusammenhängenden Aufgaben. Sie werden konkurrierend, ergänzend oder sequenziell verwendet. Auch in der Wissenschaft wurde diese Entwicklung unter unterschiedlichsten Namen vielfach adressiert. So findet man u.a. die Begriffe „symphony of devices“ (Hamilton & Wigdor, 2014), „ecosystem of displays“ (Terrenghi et al., 2009) und „Multiscreen-Kontext“ (Nagel & Fischer, 2013).

Obwohl die Nutzung der Einzelgeräte wie Tablets und Smartphones durch Gesten- und Touch-Steuerung heute deutlich intuitiver geworden ist, erfordert die geräteübergreifende Datennutzung in aller Regel manuelle Transfers der Daten über bspw. Speichermedien oder gemeinsam genutzte Cloudspeicher. Die in diesem Zusammenhang notwendigen Interaktionen beim Wechsel zwischen den unterschiedlichen Geräten stellen im Nutzererleben einen Bruch dar. Denn der als Einheit empfundene Aufgabenkontext weckt bei Anwendern auch

die Erwartung einer zusammenhängenden Nutzerinteraktion. In dieser Hinsicht sind wir von Weisers Vision der „Beautiful Seams“ (Chalmers & MacColl, 2003) für Konsumenten Anwendungen noch weit entfernt. Allerdings zeigt ein Blick in die Literatur, dass gerade Multiscreen-Interaktionen (kurz: MSI) ein sehr reges Forschungsgebiet im HCI mit einer Fülle neuer Konzepte sind (Jetter et al., 2014). Mit Hilfe unseres Projektes wollen wir dazu beitragen, die Ideen zu diesen neuen Interaktionen im Multiscreen-Kontext so aufzubereiten, dass sie von Konzeptern und Entwicklern in der Industrie nutzbar werden.

Unser Ziel ist es dabei, Interaktionen so zu gestalten und zu implementieren, dass sie einen intuitiven Übergang zwischen verschiedenen Geräten schaffen und damit zu einem positiven Nutzererleben führen. Wir möchten dieses Gestaltungswissen in Form von Interaktionspatterns (Dearden & Finlay, 2006) dokumentieren, um die Reichhaltigkeit dieses Gestaltungsraumes für Konzepter zu verdeutlichen. Abweichend von gängigen Interaktionspatterns planen wir, diese um Verknüpfungen zur Technik und Implementierung anzureichern und auf diese Weise auch die Entwicklung zu erleichtern.

Im vorliegenden Beitrag werden wir erste Ergebnisse dieses Vorhabens vorstellen. Wir erörtern die konzeptionellen Grundlagen, auf denen wir aufbauen, geben einen Überblick über die Sammlung aller bisher identifizierten Interaktionspatterns und erläutern an Hand einer Patternbeschreibung exemplarisch den Inhalt und die Struktur im Detail.

2 Vorgehen

Die hier vorgestellten Arbeiten werden im Kontext des Forschungsprojektes SysPlace erarbeitet. In Kooperation mit Industriefirmen werden MSIs in ausgewählten Anwendungsszenarien umgesetzt. Wir haben zu Beginn des Projektes eine umfassende Literaturstudie zu Interaktionskonzepten für Geräteübergänge durchgeführt. Die identifizierten Konzepte haben wir kategorisiert. Dazu haben wir Konzepte, die auf der gleichen Nutzer-Geste basieren (bspw. Swipe) und die gleiche Systemreaktion bewirken (bspw. Datentransfer) in Form einer Patternbeschreibung aggregiert. Wir nennen diese Interaktionskonzepte Pattern-Kandidaten, weil viele der in der Literatur beschriebenen Konzepte nicht den Status einer „Best-Practice“ haben, wie man ihn von Patternbeschreibungen fordert.

Die überwiegende Zahl identifizierter Literaturquellen beschreiben eher innovative und neue Konzepte, die aufgrund der technologischen Entwicklung (wie iBeacon, NFC oder Ad-Hoc Netzwerke) der letzten Jahre nun umsetzbar sind. Sie konzentrieren sich häufig auf die technische Realisierung und beleuchten weniger die Güte der Interaktion. Das Format der Patterns erlaubt uns eine systematische Aufbereitung des Designwissens bzw. der Ideen in kondensierter Form als Ergebnis unserer Literaturrecherche. Im weiteren Projektverlauf werden wir den Pattern-Katalog weiter ausarbeiten, aber auch empirische Studien zu ausgewählten Interaktionen durchführen, um auf diese Weise die Güte der im Pattern beschriebenen MSI zu belegen. Ein weiteres wichtiges Element zur Qualitätssicherung unserer Patternbeschreibung ist die Fundierung der Interaktionen auf theoretischen Konzepten, die wir im folgenden Abschnitt darlegen werden.



Abbildung 1: Grafische Darstellung der Swipe To Give Interaktion

3 Theoretische Fundierung

Um den oben erwähnten Anspruch der Intuitivität/Mühelosigkeit für die MSI theoretisch zu untermauern, analysieren wir die Interaktionskonzepte unserer Literaturrecherche hinsichtlich der Elemente des Blended Interaction Frameworks (Jetter et al., 2014). Dabei handelt es sich um ein konzeptionelles Framework, das zur Erklärung und zum Design „natürlicher“ Post-WIMP Interfaces herangezogen werden kann. Es baut auf den Grundlagen der „Embodied Cognition“ und der Konzeptintegration durch „Blends“ (Imaz & Benyon, 2007) auf. Des Weiteren bezieht es sich auf realitätsbasierte Interaktionen (Jetter et al., 2014). Bei unserer Literatursuche haben wir vor allem die Konzepte näher betrachtet, deren Intuitivität wir uns durch eine Einordnung ins Framework erklären können. Die unter diesem Gesichtspunkt vielversprechenden Konzepte haben wir in Beschreibungen für Kandidaten überführt und dem Zusammenhang vom Blended Interaction Framework dabei explizit formuliert. So haben wir beschrieben, welche Image Schemata (Hurtienne & Israel, 2007) den „Generic Spaces“ und welche realweltlichen Phänomene den „Input Spaces“ der Blends zugrunde liegen könnten. Außerdem haben wir verdeutlicht, auf welche Displaytypen nach Terrenghi et al. (2009) die Interaktion in den „Domains of Design“ des Frameworks Bezug nimmt und in welchem „Proxemics“-Bereich nach Hall (Marquardt & Greenberg, 2015) sich die Geräte befinden sollen. Beispielhaft ist dieser Zusammenhang der Patternbeschreibung zum Blended Interaction Framework in Kapitel 5 dargestellt.

4 Pattern-Kandidaten im Überblick

Tabelle 1 bietet einen Überblick über die bisher identifizierten Pattern-Kandidaten, geordnet nach Kategorien. Nach Google (2012) gibt es zwei Hauptanwendungsfälle für die Multiscreen-Nutzung: die sequenzielle und die simultane Erledigung zusammenhängender Aufgaben. In den Kategorien „Give“, „Take“ und „Exchange“ werden daher solche Patterns zu-

sammengefasst, die uni- oder bidirektionale Datentransfers zwischen verschiedenen Geräten ermöglichen und dadurch eine sequenzielle Arbeitsweise fördern.

Die simultane Nutzung von Geräten wird durch die Patterns der Kategorie „Extend“ unterstützt, die geeignete Interaktionen für das Verbinden verschiedener Geräte zur simultanen, häufig kollaborativen Erledigung einer Aufgabe beschreiben, bspw. durch Erweiterung des Bildschirms. Viele Patterns dieser vier Kategorien setzen eine bereits bestehende Verbindung zwischen den Geräten voraus. Interaktionskonzepte für den intuitiven Auf- und Abbau von Verbindungen werden in der Kategorie „Connect“ zusammengefasst und können mit den Patterns der anderen Kategorien kombiniert werden. Innerhalb der Tabelle sind die Patterns mit zunehmender Entfernung der Geräte voneinander gelistet. Patterns die auf der gleichen Geste basieren, sind grau hinterlegt und in einer Zeile angeordnet.

	Give	Take	Exchange	Extend	Connect
← Zunahme der Entfernung zwischen den Geräte ←	Give Through Body		Exchange Through Body		
		Grab A Part		Extend With Two Fingers	Shake Well To Connect
	Nudge	Grab An Object		Appose	
	Stitch To Give	Stitch To Take		Stitch To Extend	Stitch To Connect
	Bump To Give	Bump To Take	Bump To Exchange		Bump To Connect
	Swipe To Give	Picking Up An Object		World In Miniature	
	Dump				
	Approach To Give	Approach To Take		Approach To Extend	Approach To Connect
	Tennis				Leave To Disconnect
	Frisbee				

Tabelle 1: Übersicht Pattern-Kandidaten

5 Das Swipe To Give Pattern

Alle identifizierten Patterns werden strukturiert in einem Template erfasst. Abbildung 2 zeigt dieses exemplarisch für das Pattern „Swipe To Give“, mit dem Daten per Wischbewegung von einem Gerät auf ein anderes übertragen werden können (siehe Abbildung 1). Die Grundstruktur mit den Punkten „Was“, „Wie“, „Wann“ und „Warum“ folgt dem Schema, das bereits in verschiedenen Patternsammlungen wie (Welie, o. J.), („Yahoo Design Pattern Library“, o. J.) und (Tidwell, 2010) zu finden ist.

Swipe-to-Give

WAS

Allgemeine Beschreibung

Der Benutzer hat das Sende-Gerät in der Hand oder vor sich stehen, [...]. Mit einer Wischbewegung (Swipe) [...] werden Daten von zum Empfänger-Gerät übertragen.

Kategorie

Give [x] / Take / Exchange / Extend / Connect

WIE

Aktion des Benutzers (auf Sende-Gerät)

[...] Der Benutzer führt mit einem Finger eine Wischbewegung (Swipe) in Richtung des Bildschirmrandes. Dabei wischt der Finger über den Rand des Gerätes hinweg in Richtung Empfänger Gerät[...]

Reaktion des Sende-Gerätes

Eine transparente Darstellung des ausgewählten Datensatz zieht mit dem Finger der Swipe Geste zum Bildschirmrand [...].

Hinweise zur Gestaltung der Interaktion

- Der Swipe muss mit einer Geschwindigkeit von XX durchgeführt werden.
- Der Swipe eignet sich besser zum Swipen einzelner Datensätze, da ansonsten ein Container für die Datensätze geschaffen werden muss.

[...]

WANN

Geeignete Verwendung/en (Kontext)

Datenaustausch Bilder, Dateien, Kontakte [...]; die Swipe-Geste darf in der Anwendung nicht durch andere Funktionen belegt sein. Es darf sich bspw. nicht um eine scrollbare Liste von Datensätzen handeln.

Interaktionsnutzer

Einzelnutzer [x] / kollaborative Nutzung

Displaytypen

Nach Von	Klein	Mittel	Groß	Sehr Groß	Riesig
Klein	X	X	X	X	X

[...]

Proxemics

intimate / personal/social [x]/public [x]

WARUM

Image Schemata

CONTAINER: Sender und Empfänger Gerät sind Aufbewahrungsbehälter für den Datensatz.

SOURCE-PATH-GOAL: [...]

IN-OUT [...]

Input Space (realweltlich)

- **Naive Physik:** Die Datei fliegt durch die Luft vom Sender zum Empfänger Gerät.
- **Environment Awareness:** Der Anwender führt die Geste vom Sender in Richtung des Quell Gerätes aus.
- [...]

State of the Art

- Swyp: Framework für den Einsatz von Swipe-Gesten zum Geräte-übergreifenden Dateiaustausch. (Swyp 2012)
- Swipe als Geste zur Interaktion von Smartphones und Smartwatches (Chen, Xiang 'Anthony'; Grossman, Tovi; Wigdor, Daniel J.; Fitzmaurice, George, 2014)
- Swipe als Geste zur Interaktion zwischen handheld displays und head mounted displays (Budhiraja, Lee, & Billinghurst, 2013)
- Portalmetapher und Swipe Geste zum Austausch vom Daten (Voelker, Weiss, Wacharamanatham, & Borchers, 2011)

TECHNISCHES

Benötigte Technologien

- Übertragung: Bluetooth, WiFi, GPRS, LTE
- Swipe-Erkennung: [...]
- Orientierungserkennung: [...]

Lösungsansatz / Code / UML-Diagramm

[...]

Literatur

Budhiraja, R., Lee, G. A., & Billinghurst, M. (2013). Interaction Techniques for HMD-HHD Hybrid AR Systems. *IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality 2013 Science and Technology Proceedings* (S. 243-244). IEEE.

Chen, Xiang 'Anthony'; Grossman, Tovi; Wigdor, Daniel J. ; Fitzmaurice, George. (2014). *Proceedings of CHI '14*, S. 159-168.

Swyp. (2012). Abgerufen von :<http://fluid.media.mit.edu/projects/sw%C3%BFp>

Voelker, S., Weiss, M., Wacharamanatham, C., & Borchers, J. (2011). Dynamic Portals: A Lightweight Metaphor for Fast Object Transfer on Interactive Surfaces. *Proceedings of ITS '11*, S. 158-161.
[...]

Abbildung 2: Beschreibung des Swipe To Give Patterns in verkürzter Version

Um konkret auf Details der Interaktionsgestaltung eingehen zu können, sind unter „Wie“ die Aktion des Benutzers, die jeweilige Reaktion des Gerätes so wie eine Illustration der Interaktion vorgesehen, angelehnt an das Fun-ni Template („Fun-ni Pattern Vorlage“, 2010), das das allgemeine Pattern-Template bereits um interaktionsspezifische Details ergänzt hat.

Für unseren Kontext haben wir hier eine weitere Aufschlüsselung in Sender und Empfänger vorgenommen. Im Abschnitt „Warum“ des Pattern-Templates werden Image Schemata und verinnerlichte Konzepte aus der realen sowie der digitalen Welt dokumentiert, die der Interaktion nach dem Blended Interaction Framework (Jetter et al., 2014) die Natürlichkeit verleihen. Sie sind als Hinweise für den Qualitätsanspruch der Intuitivität der Interaktion zu verstehen. Im Abschnitt „Wann“ werden geeignete Verwendungskontexte, Displaytypen und Nutzerkonstellationen aufgezeigt, um die verschiedenen Domains of Design bei der Einordnung der Interaktion zu berücksichtigen. So spielen z.B. die Größe, Anordnung und Entfernung von Geräten, Einzel- oder Kollaborativnutzung und die Art der auszutauschenden Daten eine entscheidende Rolle für die intuitive Wahrnehmung einer Interaktion im Multiscreen-Kontext.

Im Gegensatz zu den Pattern-Sammlungen von bspw. (Welie, o. J.) und (Tidwell, 2010) beinhaltet das Template auch konkrete technische Aspekte und Voraussetzungen wie etwa das Vorhandensein eines kapazitiven Displays, bestimmter Sensoren oder Übertragungstechnologien, ergänzt um Ablaufbeschreibungen und Code-Snippets, die die Umsetzung der Patterns erleichtern sollen. Dadurch wird das Template der besonderen technischen Komplexität des Designs von Multiscreen-Interaktionen gerecht. Eine ausführliche Gebrauchshistorie ergänzt diese Hilfestellungen um anschauliche Beispiele und wissenschaftliche Vorarbeiten, die weitere Gestaltungshinweise und technisches Hintergrundwissen liefern.

6 Ausblick

Im weiteren Verlauf unseres Projektes werden wir einige der identifizierten Pattern-Kandidaten in den Demonstratoren unserer industriellen Partner implementieren. Dies wird es uns zum einen erlauben, die Beschreibungen mit weiteren Details zur Interaktionsgestaltung und Implementierung anzureichern. Zum anderen können wir mit Hilfe dieser konkreten Implementierungen auch empirische Daten sammeln, bspw. zur wahrgenommenen Intuitivität durch den Anwender oder der Anpassung eines bestimmten Patterns für den Anwendungskontext. Auch unsere Annahmen zu den aufgeführten Image Schemata oder realweltbildlichen Entsprechungen lassen sich dann weiter untersuchen.

Bis zum Ende unseres Projektes wollen wir der Öffentlichkeit zudem ein Framework zur Implementierung der Patterns (in Form eines Metamodells und Code-Snippets) sowie eine Webseite mit unseren Patternbeschreibungen zur Verfügung stellen.

Danksagung

Die Arbeiten werden durch das vom BMBF geförderte Verbundprojekt SysPlace finanziert (Förderkennzeichen: 01IS14018D)

Literaturverzeichnis

- Chalmers, M., & MacColl, I. (2003). Seamless and Seamless Design in Ubiquitous Computing. In *Workshop At the Crossroads: The Interaction of HCI and Systems Issues in UbiComp*.
- Dearden, A., & Finlay, J. (2006). Pattern Languages in HCI: A critical review. *Human Computer Interaction*, 21(1), 49–102.
- Fun-ni Pattern Vorlage. (2010). Abgerufen 28. Mai 2015, von http://fun-ni.org/wp-content/uploads/2010/10/FUN-NI-Patternvorlage_mit_Anleitung.pdf
- Google. (2012). The New Multi-screen World. Abgerufen 28. Mai 2015, von <http://www.thinkwithgoogle.com/research-studies/the-new-multi-screen-world-study.html>
- Hamilton, P., & Wigdor, D. J. (2014). Conductor: Enabling and Understanding Cross-Device Interaction. In *Proceedings of the 32nd annual ACM conference on Human factors in computing systems (CHI '14)* (S. 2773–2782). New York, USA: ACM.
- Hurtienne, J., & Israel, J. H. (2007). Image Schemas and Their Metaphorical Extensions – Intuitive Patterns for Tangible Interaction. In *Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction (TEI '07)* (S. 127–134). New York, NY, USA: ACM.
- Imaz, M., & Benyon, D. (2007). *Designing with Blends*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Jetter, H.-C., Reiterer, H., & Geyer, F. (2014). Blended Interaction: understanding natural human-computer interaction in post-WIMP interactive spaces. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(5), 1139–1158.
- Marquardt, N., & Greenberg, S. (2015). *Proxemic Interactions: From Theory to Practice. Synthesis Lectures on Human-Centered Informatics* (Bd. 8). Morgan & Claypool.
- Microsoft. (2013). Cross screen engagement. Abgerufen 28. Mai 2015, von <http://advertising.microsoft.com/en/cl/1932/cross-screen-research-report>
- Nagel, W., & Fischer, V. (2013). *Multiscreen Experience Design*. Schwäbisch Gmünd: digiparden Verlag.
- Terrenghi, L., Quigley, A., & Dix, A. (2009). A taxonomy for and analysis of multi-person-display ecosystems. *Personal and Ubiquitous Computing*, 13(8), 583–598.
- Tidwell, J. (2010). *Designing Interfaces: Patterns for Effective Interaction Design* (2. Aufl.). Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc.
- Weiser, M. (1991). The Computer for the 21st Century. *Scientific American*, 265(3), 94–104.
- Welie, M. Van. (o. J.). Pattern library. Abgerufen 28. Mai 2015, von <http://www.welie.com/patterns/>
- Yahoo Design Pattern Library. (o. J.). Abgerufen 28. Mai 2015, von <https://developer.yahoo.com/ypatterns/>

Kontaktinformationen

Prof. Kirstin Kohler, Horst Schneider
Hochschule Mannheim, Fakultät für Informatik
Paul-Wittsack-Str.10, 68163 Mannheim, Deutschland
{v.nachname@hs-mannheim.de}

Assessing the Emotional Experience of Soap Bubbles as Input Material for Interactive Games

Tanja Döring, Franziska Lorz, Rainer Malaka

AG Digitale Medien, Universität Bremen

Abstract

In this paper, we assess users' emotional experiences of real soap bubbles as input material in an interactive game. We designed a game that can be controlled via soap bubbles. In a user study we compared playing the game with bubbles versus with transparent plastic spheres as handles for input. We collected data on users' emotions and user experience by using the PANAS-X and the User Experience Questionnaire as well as by observing the participants during the interaction sessions. The study shows that the interaction with real bubbles is more playful and causes more surprise when used for the first time in a digital game.

1 Introduction

How do the material properties of interaction elements influence the users' experience and the users' emotions? This is, in general, a question that designers of tangible user interfaces (TUIs) should address. It is, of course, a question that cannot be answered generically, but depends on the specific setting, the users and their previous experiences and values, the application context, the way the material is physically embedded and so on. Research in TUI design has not put much effort in systematically exploring this design space to foster a deeper understanding about material aspects for interaction. Often, physical materials can be integrated to very different degrees into a user interface: e.g., as a digital representation, as a metaphorical physical object, or as the real material itself.

In this work, we focus on the integration of soap bubbles as an unusual, engaging and ephemeral material into applications (for related work on ephemeral user interfaces see Döring et al. 2013). From digital representations of bubbles (e.g., Okuno et al. 2003) to metaphorical bubble objects (e.g., Bernhaupt et al. 2014) to real bubbles (e.g., Nakamura et al. 2006) some applications and installations exist already that exemplarily explore this design

space. Yet, it has not been evaluated how these different representations of bubbles affect the users' emotional experience of a user interface. We address this question and present a study, in which we compare real soap bubbles and transparent plastic spheres (plastic "bubbles") as input material in an interactive game. We collected data on users' emotions and user experience (UX) by using the PANAS-X and the User Experience Questionnaire (UEQ) as well as by observing the participants during the sessions. This work builds upon previous work on soap bubbles for interaction (e.g. Döring et al. 2012). The contributions of this paper contain the presentation of an interactive game with soap bubble interface as well as a user study comparing real soap bubbles and plastic "bubbles" as game user interfaces.

2 Soap Bubbles as Interaction Material

Soap bubbles have been a topic of interest in science, art, and literature for many years (c.f. Emmer 1987). One of the major connotations soap bubbles evoke in grown-ups and kids is playful interaction. Furthermore, bubbles have a number of meanings: they are used as symbols for vanity in art and in a number of metaphorical expressions stressing short life spans or lacking in content. They form shapes that build "in-between" spaces—spaces that are neither real nor fully virtual (Clausen 2002) and generally evoke fascination. In the context of user interfaces, they have been addressed recently as interesting material for interaction. While most examples use bubbles as output media, we are especially interested in using them as input material in order to explore how the material with its special properties and meanings shape interactions.

3 The Game "Bubblesearch"

In order to examine real soap bubbles as input means in an interactive game, we combined a soap bubble interface (Sylvester et al. 2010) with a screen visualizing an underwater game environment. The basic setup of the soap bubble interface can be seen in Figure 1. It consists of a housing with bubble generator and a basin with transparent acrylic glass surface, on top a thin layer of colored dark liquid. The basin has a diameter of approx. 50 cm. By pressing a button on a control panel soap bubbles can be generated that drop onto the basin surface, where they float as half spheres in the liquid surface until they break. Beneath the surface is a camera that tracks the floating bubbles so that their locations can be used in an application. In order to move the bubbles, a variety of different interaction techniques are possible, e.g. touching and moving bubbles with wet fingers or blowing. Of course, they burst when touched too ungently or by themselves after a while, which is part of the fun when playing the game.

In our game "Bubblesearch", we used the bubbles to control circle-shaped peepholes (they could also represent see-through air bubbles) in an underwater world that is covered with a black layer (see Figure 2). The screen with visual output was projected to the wall behind the soap bubble interface. We realized this indirect interaction setting in order to provide visuals

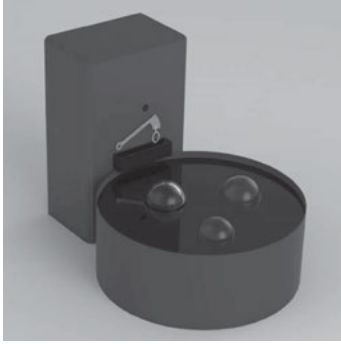


Figure 1. The Soap Bubble Interface with bubble generator and soap bubble basin. The basin has a diameter of approx. 50 cm. Generated bubbles drop onto the liquid surface where they float.



Figure 2. Graphical Output of the Game "Bubblesearch". Left: Underwater world with pairs of matching fishes. Right: View as in the game (projected onto the wall behind the soap bubble interface). The fishes are hidden beneath a black layer and need to be uncovered by moving soap bubbles to the according locations.

with a constant good quality in both conditions in our comparative user study. While a projection directly onto the liquid surface would be desirable for the setup in future, a visual output in the basin and on the bubbles with a sufficient good quality to play the game in both versions was still challenging to realize. The goal of the game was to find pairs of matching fishes, which moved around horizontally in the underwater world. In order to detect a pair it was necessary to have two peepholes on top of each of the fishes that belonged to a pair at the same time. As the peepholes were tied to the referring location of the soap bubbles in the basin, the bubbles had to be moved to the spots where the two fishes of one pair were expected by the player. Whenever parts of both fishes were visible in the peepholes, a pair was directly counted as detected and the score was displayed on the screen. We tracked four soap bubbles at maximum.

4 User Study

We conducted a user study, in which we compared the above-described setting (using real soap bubbles as input handles) to a setting with transparent plastic half spheres (see Figure 3). The plastic half spheres, which had about the same size as the generated bubbles, rested next to the basin and needed to be placed on the liquid surface in order to use them. The same circle-based tracking was used as with the real bubbles. The plastic half spheres were also linked in the same manner to the peepholes as the bubbles. Both interface materials differ in a variety of appearances and handlings. E.g. the bubbles can be generated but they break, they deform, and they are hard to control. The plastic half spheres last, are stable in their shape and can be moved much easier and faster. We were interested in investigating how the emotional response and the UX of the players differed between both interface instances. We collected quantitative data from questionnaires as well as qualitative data from videotaping, observation and short interviews at the end of the session. Emotional response was measured with selected modules of the PANAS-X questionnaire (Watson and



Figure 3. Transparent plastic spheres as alternative input handles.

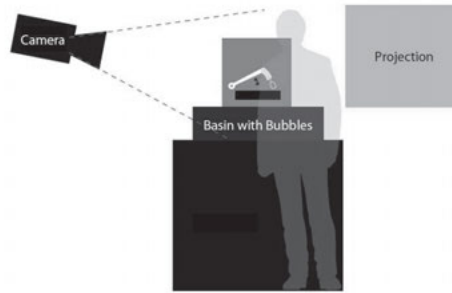


Figure 4. The study setup. The indirect interaction took place via moving real bubbles or plastic half spheres on the liquid surface of the basin while the game screen was displayed at the wall behind the soap bubble machine.

Clark 1994). Next to the basic modules assessing *positive* and *negative affect* we used the modules for the affective states *fatigue*, *surprise* and *serenity*. Our PANAS-X questionnaire contained 36 attributes that describe different feelings and emotions. Users rated their agreement with the corresponding emotion on a 1-5 point scale from "not at all" to "extremely". UX was assessed with the UEQ questionnaire (Laugwitz et al. 2008). It collects data about the users' assessment of the *attractiveness*, *stimulation*, *novelty*, *efficiency*, *perspicuity*, and *dependability* of the system. The questionnaire contains 26 pairs of opposite attributes that are assessed on a 1-7 point scale.

The general setup can be seen in Figure 4. We conducted a within group design lab-based study, in which 10 players used both interfaces, half of them first with soap bubbles and the other half first with plastic half spheres, one player at a time. The overall procedure was as follows. First, a new participant had to fill out the PANAS-X questionnaire in order to gather his or her mood before the experiment. Then, the first round of playing the game took place with either of the two input conditions. The experimenter briefly explained the game, but did not give hints how to use the interface components in order to see what strategies the players developed. The participant played the game for five minutes. Then it was interrupted and he or she filled in another PANAS-X as well as a UEQ questionnaire. After that, a second round of the game was played with the other interface condition for five minutes, again, followed by a PANAS-X and a UEQ assessment. In the end, the experimenter asked the player which interface condition he or she preferred. Overall, a session lasted approximately 30 minutes. The found pairs of fishes were counted, and all sessions were videotaped.

5 Results

Five females and five males with an age range from 22 to 54 years participated in the study. None had seen the soap bubble interface before. All participants played the game in both conditions (soap bubbles: SB, plastic half spheres: PS). The average pairs of fishes found differed largely between both conditions: while in the plastic sphere condition on average

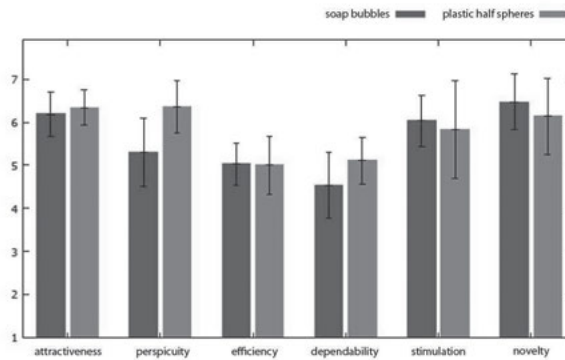


Figure 5. Results of the User Experience Questionnaire (7 point scale, error bars indicate standard deviation).

10.5 pairs could be found, in the soap bubble condition only 2.8 pairs were discovered. This first of all shows that the game is much more challenging to play with soap bubbles due to their fragility and limited controllability. But it also reveals that the game as we designed it was generally playable with the bubbles. In our observations it was striking how much more the soap bubbles triggered a playful interaction. Many participants played around with them, tried out different interaction techniques and explored the underwater world beyond the goal of the game. In order to move the soap bubbles, the participants developed very diverse, novel and creative techniques, i.e. blowing, waving air, touching and moving bubbles gently with one finger, grasping and positioning them with the full hand (with five wet fingers), or moving the surrounding liquid with the flat of the hand into the desired direction. This diversity stands in contrast to the handling of the plastic bubbles, which were generally simply grasped with the thumb and one or more fingers of one hand.

The results of the UEQ questionnaire (7 point scale) revealed that the players generally gave high scores in all dimensions of assessed UX for both conditions (see Figure 5). Especially regarding attractiveness and design quality (measured through novelty and stimulation), both interfaces, soap bubbles and plastic spheres, received very high scores. Nevertheless, it surprises that both interaction styles evoked a similar impression regarding efficiency (SB: $M=5.03$, $SD=0.49$; PS: $M=5.00$, $SD=0.66$; scale 1-7) although the players generally achieved a higher score in the game with the plastic bubbles. The biggest difference in the assessment of the user interface versions was found regarding perspicuity with better results for the PS condition (SB: $M=5.31$, $SD=0.80$; PS: $M=6.36$, $SD=0.61$; scale 1-7). This mainly shows that users found the interaction with the plastic half spheres simpler and easier to learn, which is not surprising regarding the higher challenge when interacting with the soap bubbles. With a mean value of 4.53 ($SD=0.76$) dependability in the soap bubble condition received the lowest score, which is very likely directly influenced by the degree of unpredictability of the interaction material itself. Overall, the UEQ results revealed that the perceived user experience of both UI versions was generally high. Although the game was more challenging in the soap bubble condition, this does not negatively affect the overall user experience. The game setup was experienced as novel and innovative in both interface conditions.

With the PANAS-X questionnaire we measured positive affect, negative affect, fatigue, surprise and serenity at the beginning of the study, after trial 1 and at the end after trial 2 on a five point scale (1= not at all to 5=extremely). Figure 6a shows the average scores by the participants regarding the surveyed factors. Regarding negative affect (dark blue line), we see an on average very low affect between 1 and 1.5 at the beginning of the study that does not get higher after interacting with the game. While Figure 6a shows both conditions together, also the separate examination of the conditions reveals that the negative affect stays constantly low (see Figure 6b). The positive affect (orange line) however initially is on average between 3 and 3.5 and slightly rises after interacting with the game (before trial 1: $M=3.31$, $SD=0.61$, after trial 2: $M=3.79$, $SD=0.43$; scale 1-5). When comparing users who interacted with the soap bubbles first (SB first) to users who interacted with the plastic spheres first (PS first), we find a stronger increase for the group SB first. Fatigue (blue line) overall is initially relatively low and on average gets a little lower during the game play (before trial 1: $M=1.90$, $SD=0.60$, after trial 2: $M=1.50$, $SD=0.66$; scale 1-5). The scores for serenity dropped a little during the first trial and have risen again after the second trial, no matter which interface condition was first (see Figure 6b). This might indicate that the users were a little less relaxed after the first use of the interface due to the novelty but felt a little more relaxed again after round 2 already when they got more familiar with the game. Finally, the affect surprise rose strikingly during the first game trial (green line, before trial 1: $M=2.03$, $SD=1.07$, after trial 1: $M=3.30$, $SD=1.16$; scale 1-5). When we look separately at groups SB first and PS first, we find that especially the SB first group was strongly affected by surprise (before trial 1: $M=1.60$, $SD=0.98$, after trial 1: $M=3.87$, $SD=0.56$; scale 1-5). This means that, especially for first time users, using soap bubbles as input means for interactive applications can evoke a high emotional affect regarding surprise. In general, the users liked both UI variations. Four users preferred the soap bubbles, finding them challenging, fun and exciting. Three preferred the plastic bubbles arguing that they are easier to use and thus more motivating, and the three remaining players had no preference among the two interface instances.

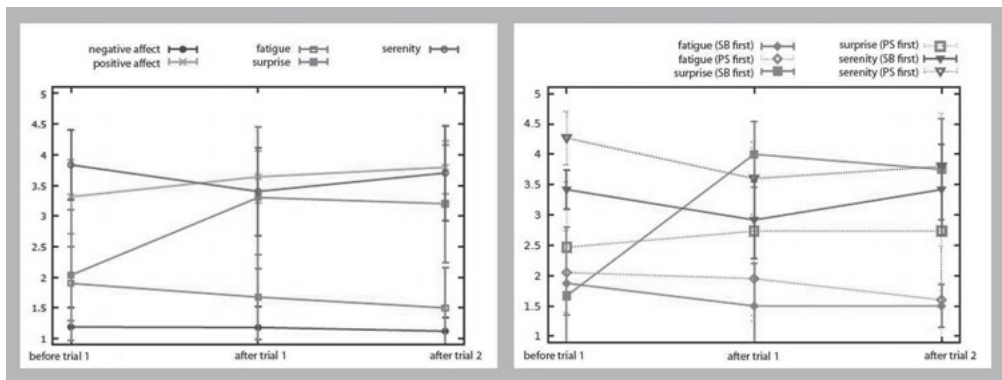


Figure 6. Results of the PANAS-X questionnaire (5 point scale, error bars indicate standard deviation). Left (6a): Mean values of all dimensions for all users. Right (6b): Mean values for fatigue, surprise and serenity, separately of users who used the real soap bubbles first (SB) and of users who used the plastic spheres first (PS).

6 Conclusion

We presented a study in which we assessed the emotional experience of soap bubbles versus plastic spheres as input means for an interactive game. We found that real bubbles foster playful and diverse interactions to a greater extent than plastic bubbles do. Although the game was more challenging to play with the real bubbles, the perceived UX was equally high as in the plastic bubble condition. Similarly, both interfaces evoked a slightly growing positive affect and a constantly low negative affect. Regarding surprise, the real soap bubbles provoked a high affect. Overall, our results indicate that both bubble input versions are suited as input means in interactive games. The real bubbles especially seem to fit application contexts, where users' attention needs to be raised, and where they should be animated for playful interaction.

Acknowledgements

We thank Marc Herrlich for his advice on planning the evaluation and Daniel Vidal Moya for realizing the graphics for the fishes.

References

- Bernhaupt, R., Pirker, M., & Desnos, A. (2014). The Bubble User Interface: A Tangible Representation of Information to Enhance the User Experience in IPTV Systems, in: Proc. of DIS Companion '14. ACM, pp. 85-88.
- Clausen, B (2002). Thin Skin. The Fickle Nature of Bubbles, Spheres, and Inflatable Structures. New York : Independent Curators International.
- Döring, T., Sylvester, A., & Schmidt, A (2012). Exploring material-centered design concepts for tangible interaction, in: Proc. of CHI Extended Abstracts 2012, ACM, pp. 1532-1528.
- Döring, T., Sylvester, A., & Schmidt, A (2013). A Design Space for Ephemeral User Interfaces, in: Proc. of TEI'13. ACM, pp. 75-82.
- Emmer, M. (1987). Soap Bubbles in Art and Science: From the Past to the Future of Math Art. In: Leonardo, Vol. 20, No. 4, MIT Press, pp. 327-334.
- Laugwitz, B., Schrepp, M., & Held, T (2008). Construction and evaluation of a user experience questionnaire. In: Holzinger, A. (Ed.): USAB 2008, LNCS 5298, pp. 63-76.
- Nakamura, M., Inaba, G., Tamaoki, J., Shiratori, K., & Hoshino, J. (2006). Bubble Cosmos, in: ACM SIGGRAPH 2006 Emerging Technologies, SIGGRAPH '06. ACM, Article 3.
- Okuno, Y., Kakuta, H., Takayama, T., & Asai, K. (2003). Jellyfish Party: Blowing Soap Bubbles in Mixed Reality Space, in: Proc. of ISMAR '03. IEEE, pp. 358-359.
- Sylvester, A., Döring, T., & Schmidt, A. (2010). Liquids, smoke, and soap bubbles: reflections on materials for ephemeral user interfaces, in: Proc. of TEI '10. ACM, pp. 269-270.
- Watson, D. & Clark, L. A. (1994). The PANAS-X: Manual for the Positive and Negative Affect Schedule - expanded Form / The University of Iowa. 1994.

Kontaktinformationen

Tanja Döring, Franziska Lorz, Rainer Malaka
AG Digitale Medien
Universität Bremen
Bibliothekstr. 1
28359 Bremen, Deutschland

Printed Electronics and the “Internet of Things” - Design Issues and a Rapid Prototyping Platform

Jens Geelhaar

Interface Design Group, Bauhaus-Universität Weimar

Zusammenfassung

In this article we introduce „fingies“ - a rapid prototyping framework for „Internet of Things“ (IoT) applications based on the Arduino Yún connected to hybrid sensors and actors. The hybrid sensors and actors are composed of silk-screen printed electronic circuits combined with conventional electronic parts, Surface Mounted Device (SMD) sensors and actors. We discuss design paradigms and their relevance for physical Interfaces of „Internet of Things“ (IoT) applications with a focus on printed electronics.

1 Introduction and related works

1.1 „form follows function“ in the digital age

The phrase „form follows function“ has been an architecture and design paradigm for more than 100 years. It was coined by the American architect Louis Sullivan, in his article „The Tall Office Building Artistically Considered“ (Sullivan 1896). Form is related to the physical form or appearance of an object and function refers to the usefulness or ease of use. It is a strategy that has its roots in the industrial age. Often it is also used with a reference to the „Bauhaus“ design where form was supposed to reflect the function of an object or architecture - leaving away unnecessary decoration.

Today Designers face the task to develop physical objects with embedded electronic functionalities communicating with the ubiquitous digital sphere. To do this in a way in which users understand the digital functionalities it seems essential that form is also reflecting these digital functions. The affordances of these objects combining physical and immaterial digital properties need to be identified and taken into account. It seems obvious that this design paradigm can especially be applied to Tangible User Interfaces (TUI's). TUI's are expected to

link digital bits with physical objects and allowing people to interact with that digital information by grasping and manipulating physical objects. (Ishii et al. 1997) The importance of smart materials and their properties for the tangibility of these interfaces becomes evident (Ishii et al. 2012). Today design approaches (e.g. „User Centered Design“, „Design Thinking“) integrate the „user“ perspective by defining Personas and Scenarios, building prototypes and by evaluating and improving these prototypes in an iterative design cycle. Bill Buxton summarizes this approach by „Getting the right design, and then getting the design right“ (Buxton 2007). Visions for the future individualization of production predict that users will download digital blueprints of their „objects“ and use their personal 3D printers to produce their individualized products (Schmidt et al. 2011).

1.2 Copy Left or how the WWW triggered new design strategies

Starting in the early nineties of the last century interaction and navigation concepts as well as visualization strategies for complex and fast growing data structures that evolved with the tremendous growth of the Internet showed the usefulness but also the limitations of traditional design approaches. Visual „form“ was mainly related to the visual design of 2-dimensional screen based interfaces. Traditional well-established design strategies were useful in many aspects. But new qualities were introduced - especially the concept of hyperlinks and flexible layouts was very different from the design paradigms of static layouts based mainly on paper media. Navigating complex hyperlinked structures and interacting with animated multimedia content created new challenges for designers. From our perspective one factor that contributed to the enormous growth and success of the WWW in the early times was the possibility that every webpage could technically be copied and easily modified. This fueled the rapid growth of the WWW driven by web developers and designers. This „design principle“ also contributed to the open source scene and is a blue print for establishing new frameworks until today. Frameworks like Arduino, Processing or more recently Intel Gallileo/Edison, Microsofts IoT platform or even programs like Xcode - they all rely on the principle of communities sharing experiences and providing code examples. Today also physical interfaces to the „Internet of Everything“ have to deal with these complex requirements.

1.3 Design meets Electronics

Parallel to the development of the WWW - hardware development platforms featuring small mini „computers“ evolved. Early examples like Conrads C-Control (ranging back to the 1990's) and others were outperformed by the success of the Arduino platform that was developed more than 10 years later but came along with an easy to use software development framework. Today the term „physical computing“ is commonly associated with building interactive physical objects by the use of prototyping platforms that combine Hardware and Software and that can sense and respond to the analog world (e.g. Arduino, Raspberry Pi). Design issues often do not play a dominant role in „Physical Computing“ examples because the development of prototypes with these prototyping platforms is focused on demonstrating functionalities. Currently many designs incorporate the circuit board with the processor and breadboard layouts as a visible component. From our perspective design issues have to be taken into account when we want to evaluate usability or user experiences.

1.4 The Internet of Things (IoT) and printed electronics

The Internet of Things (IoT) or Internet of Everything can be seen as a combination of hardware components and the WWW. It is a network of physical objects with embedded electronic functionalities communicating with each other via the Internet. Typical IoT applications offer services based on the exchange of sensor data between different objects, places people, etc. From our perspective the IoT is the next consequent and important step in the continuous development of the WWW from static and multimedia web-pages in the 1990's, Web 2.0 services and social networks, location based services and last but not least the pervasiveness of smart-phones in the last couple of years. Mark Weisers vision of the vanishing computer is about to come true with this development (Weiser 1991). Printed electronics offer very specific potentials for IoT applications. Conventional print design and the design of printed functionalities can be combined. Examples range from the individual production of highly customizable thin film touch-displays (Olberding 2014) to mass printed applications combining traditional print media with printed functionalities (Geelhaar et al. 2013). The printing of the electronic circuits can easily be realized with silkscreen or inkjet printers. Inkjet printers make this technology available at a reasonable price (Kawahara, Y., Hodges, S., Cook, B.S., Zhang, C., and Abowd, G.D. 2013) Some recent projects like „Printoo“ (<http://www.printoo.pt>) or the „Paperduino“ (<http://paperduino.eu>) suggest paper based Arduino compatible platforms or even tools for printing combined with pick and place functionalities (<http://visionbot.net> and <https://www.botfactory.co>) These projects also demonstrate the interest of the Maker scene in the area of printed electronics.

2 “fingies”

„fingies“ is the name of an integrated framework that connects the world of printed electronics to the Internet. It provides an easy-to-use prototyping tool for quickly experimenting with „Internet of Everything“ applications and offers the possibility to develop hybrid sensor/actor systems with both printed and conventional electronics (Geelhaar 2014).



Image 1: “fingies” hardware components

The “fingies” framework technically consists of the following components:

1. A central electronic hardware component allowing wifi connections
2. An „operating system“ for the Arduino Yún
3. Different hybrid sensor/actor cards with printed circuits
4. A server software providing sensor data
5. An online administration tool
6. A Web based simulator for Webkit Browsers on smartphones, laptops or desktops

The Arduino platform is used worldwide not only by experts but by a large number of people from the Maker scene. They build a vast variety of interactive objects and realize very individual projects. The Arduino developer scene for open source applications is huge and vivid. Lots of sample applications are published online and can be used and modified. The huge global acceptance and availability makes the Arduino platform a perfect fit for our platform. Hardware add-ons (so-called “shields”) are common in the Arduino world. We developed a hardware shield allowing the connection of sensor and actor cards via super-magnets allowing physical and electronic contact between the sensor/actor cards and the Arduino Yún. Furthermore we developed a software for the Arduino Yún that allows automatic identification of these sensor/actor cards. The software can be installed and updated easily via the Internet or via standard SD cards.

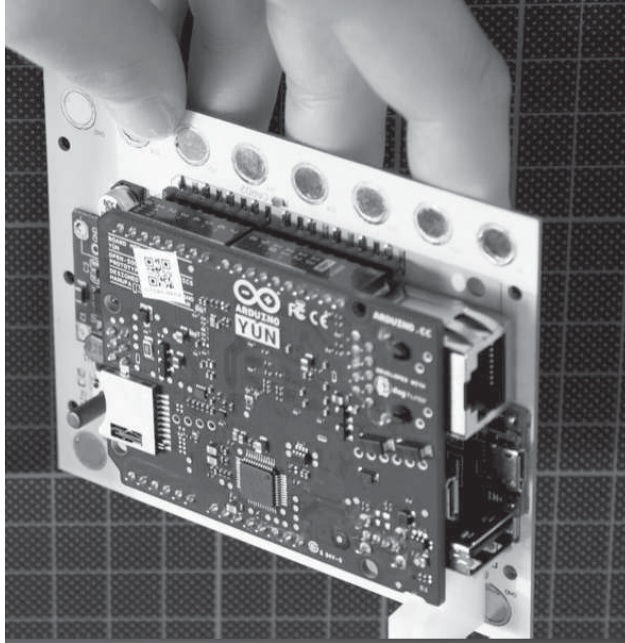


Image 2: Hardware Shield and Arduino Yún

We developed a set of screen printed circuits on flexible, postcard sized paper cards attached with different conventional SMD sensors (e.g. temperature, light, bend, etc.) and actors (e.g. LED, loudspeaker, vibration motors). The sensor/actor cards are physically and electronically connected to an Arduino Yún via eight magnetic contacts and the Arduino shield developed by us. The SMD sensors on the cards enable the Arduino Yún to record and process these sensor values (e.g. temperature or humidity). With the actor cards active parts like LED's, loudspeakers or vibration motors can be controlled. The connection to our server is realized via Wifi connection of the Arduino Yún.

The printed electronics sensor/actor cards are hybrid systems. They consist of printed circuits and conventional electronic compounds such as sensors for light, temperature, acceleration, touch, microphone sensors and actors such as led, loudspeakers, vibration motors. Overall the current system supports 27 different sensors and actors. The extension to an almost unlimited set of sensor and actor cards is technically relatively easy to implement. and is planned as one of the next development steps. Conventional electronic parts can then be applied with conductive glue or low melting

The node.js / websocket server not only allows communication between the different sensor/actor cards attached to the “fingies” hardware but also to and between smart phones and computers. Sensor values can be “subscribed” by other „fingies“ boxes or Web and App Applications on smart phones and computers. We use standard Web-Technologies to enable platform independent access.

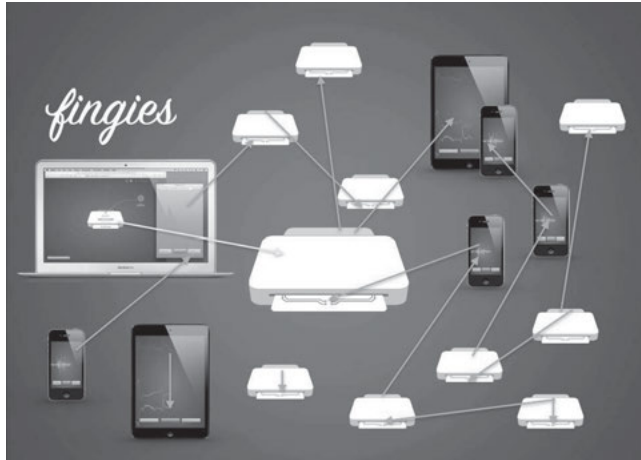


Image 3: Configuration Interface

Software and Hardware developers can use „fingies“ as a rapid prototyping tool to connect their own printed sensors or actors to Web Based Application. Software developers can prototype smartphone and computer applications that make use of sensor data acquired from the sensors by subscribing to a specific sensor via our server. This opens a wide field of different digital services like the management of medical sensor data or the documentation of parameters like temperature in logistics. Hardware developers of printed sensors and actors can use „fingies“ to control their actors via Smartphones and Computers or to provide sensor values to cloud based applications

3 Conclusion

We developed a hardware and software framework for experimenting and prototyping Internet of Things / Everything applications. We connect the world of printed electronics with the Arduino platform. The technical functions of the first „fingies“ version were demonstrated at TEI 2014 in Munich (<http://www.tei-conf.org/14/studios.php>) and a second revised version at the Media Architecture Biennale 2014 in Aarhus. The framework was also evaluated in several student projects during the last two semesters.

One of the first problems that we encountered in all workshops was establishing network connections with an existing WiFi. This issue is related to the Arduino Yún. Our solution for this problem is to use an UMTS WiFi Router or to set up a network connection with a personal smart-phone hotspot. Also working with many Arduino Yún's at the same time in the same room sometimes caused problems with WiFi settings. It makes sense to identify the MAC-Address of each Arduino Yún before turning on all of them at the same time. We mainly used pre-manufactured circuit boards. The circuits were silk-screen printed on paper with silver ink. Workshop participants were then soldering SMD sensors and actors on the cards. This worked

well. Currently we also evaluate inkjet printed silver inks on special photographic paper and other carrier materials. We will publish these results as soon as they are available.

4 References

Literature

- Buxton, W. (2007) *Sketching User Experiences: Getting the design right and the right design*. Elsevier
- Geelhaar J. (2014): „fingies“ – more than a Rapid Prototyping Platform for Internet of Things Applications, OPE Journal No.7 2014, p. 47
- Geelhaar J., Wittig F. (2013): Navigation Concept using printed RFID in Public Transport, Proceedings of the Printing Future Days, 5th International Scientific Conference on Print and Media Technology 2013 (TU Chemnitz), Verlag Wissenschaft und Bildung, Berlin
- Ishii, H., Ullmer, B. (1997) Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms. *Proc. CHI'97*
- Ishii H., Lakatos D., Bonanni L., Labrune J.-P. (2012) Radical Atoms: Beyond Tangible Bits, Toward Transformable Materials, *interactions XIX.1 Jan + Feb 2012, ACM, New York*
- Kawahara, Y., Hodges, S., Cook, B.S., Zhang, C., and Abowd, G.D. (2013) *Instant inkjet circuits: Lab-based inkjet printing to support rapid prototyping of ubicomp devices*. Proc. of the 2013 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing. ACM, S. 363–372.
- Olberding, S., Wessely, M., and Steimle J. (2014): PrintScreen: Fabricating highly customizable thin film touch-displays. Proc. of the 27th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology. ACM, 281–290.
- Schmidt A., Döring T., and Sylvester A. (2011) *Changing How We Make and Deliver Smart Devices: When Can I Print Out My New Phone?*, Pervasive computing Oct-Dec 2011, IEEE
- Sullivan, L.H. (1896) *The Tall Office Building Artistically Considered*. Lippincott's Magazine, (March 1896), 403-409
- Weiser, M. (1991) *The computer for the 21st century*. Sci. Am. 265, 3 (Sept.), 94–104
- Buxton, W. (2007) *Sketching User Experiences: Getting the design right and the right design*. Elsevier

Acknowledgements

Thanks to my team J. Deich, M. Markert, G. Rausch and M. Schied for doing an incredible job on realizing the first „fingies“ system. Special thanks to the Baumann group at Fraunhofer ENAS Chemnitz for screen printing the first circuits and the FAPS at the FAU University Erlangen-Nürnberg for helping with the production of the „fingies“ shields. This research was funded in part by the „Kreativfonds“ of the Bauhaus-Universität Weimar.

Contact

Prof. Dr. Jens Geelhaar, Bauhaus-Universität Weimar, Marienstr. 5, D-99423 Weimar

jens.geelhaar@uni-weimar.de

5. AAL-Workshop auf der Mensch & Computer: „Gemeinsam Altern erleben“

Tagungsband des Workshops „Gemeinsam Altern erleben“

Anna Kötteritzsch¹, Julia Bons², Katja Herrmann^{3,4}, Benjamin Weyers⁵, Aysegül Dogangün⁴

Forschungsgruppe Kooperationssysteme, Universität der Bundeswehr München¹

Institut Informatik, Hochschule Ruhr West²

Forschungsgruppe Interaktive Systeme, Universität Duisburg-Essen³

Forschungsgruppe Personal Analytics, Universität Duisburg-Essen⁴

Virtual Reality Group, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen⁵

1 Motivation

Der in Forschungsansätzen zunehmende Gebrauch des Ausdrucks „alternde Gesellschaft“ weist bereits darauf hin, dass das Altern nicht nur die einzelne Person betrifft, sondern vielmehr ein gemeinsam erlebter Prozess ist, welcher die Person, ihr Umfeld und gesellschaftliche Strukturen beeinflusst. Die Verwendung dieses Ausdrucks birgt aber auch die Gefahr, den Fokus auf den einzelnen Menschen zu verlieren. Eine Herausforderung des Ambient Assisted Living (AAL), das sich mit Unterstützungstechnologien für ältere Menschen befasst, ist die Berücksichtigung beider Aspekte: AAL-Lösungen sollen maßgeschneiderte Systeme sein, die den Anforderungen des Einzelnen gerecht werden, ihm aber gleichzeitig den Kontakt und das gemeinsame Erleben mit anderen Menschen erleichtern und ermöglichen. Die Erkenntnisse des Demografie-Werkstattgesprächs in Berlin „Älter werden bei guter Gesundheit“ (2013) unterstreichen die Relevanz beider Aspekte durch die Bedenken, dass einerseits Kapazitäten für die angemessene gesundheitliche Betreuung fehlen werden, andererseits Altersisolation stark verbreitet sein wird. Die Forschung und Entwicklung im AAL-Umfeld und der Mensch-Technik-Interaktion für den demografischen Wandel haben zum Ziel, mit innovativen und auf die individuellen Bedürfnisse der Nutzer zugeschnittenen Technologien Unterstützung im Alterungsprozess anzubieten und somit die Lebensqualität der Einzelnen in einer sich wandelnden Gesellschaft zu sichern und zu erhöhen.

Gemeinsam Altern erleben heißt in erster Linie, soziale Interaktion und gesellschaftliche Integration auch im Alter zu fördern und somit den negativen Auswirkungen von Einsamkeit im Alter entgegenzuwirken. In der AAL-Forschung und -Entwicklung wird dieses Thema seit

vielen Jahren fokussiert. Waterworth et al. (2009) entwickelten beispielsweise das System AG-NES, das älteren Menschen den Kontakt mit ihren Familien ermöglicht und dafür Ambient Displays und Tangible Userinterfaces bereitstellt. Technologische Entwicklungen werden darüber hinaus auf die Fähigkeiten und Bedürfnisse älterer Nutzer ausgerichtet, um ihnen den Zugang zu digitalen Kommunikationsmedien zu erleichtern und so medial bedingte Isolierung zu verhindern. Dabei müssen die individuellen Ziele der Beteiligten aufgegriffen werden. Gleichzeitig ist es wichtig, mit Hilfe von Technologien die Stärken unterschiedlicher Generationen zu nutzen, sodass alle Generationen von einem Austausch profitieren. Die Notwendigkeit der Schaffung von Technologie, die einen solchen Austausch unterstützt, bildet sich in allen Bereichen des Lebens ab: Im Arbeitsleben, im Wohnen, in Fragen der Mobilität, der Gesundheitsversorgung, sowie im privaten Umfeld. In all diesen Bereichen spielt auch das Erleben von und durch Technik eine entscheidende Rolle. So wird das gemeinsame Erleben von Situationen und Aktivitäten mit Hilfe von technologischen Systemen unterstützt.

Gemeinsam Altern erleben heißt auch gemeinsam Altern gestalten. Forscher aus dem AAL-Bereich stellen heute die Weichen für die Unterstützung des Alterns in den nächsten Jahrzehnten. Der demografische Wandel stellt gesellschaftliche, soziale und wirtschaftliche Anforderungen (auch) an die Gestaltung sozio-technologischer Systeme. Um diesen gerecht zu werden, ist es unerlässlich, Alterungsprozesse und unterstützende Technologien gemeinsam zu gestalten. Nur eine enge Kooperation von Vertretern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Endnutzern kann Technologien hervorbringen, die allen Akteuren und den heterogenen Anforderungen gerecht werden. „Gemeinsam“ meint bei der Entwicklung von AAL-Systemen auch interdisziplinäres Arbeiten. Fachrichtungen wie Informatik, Medizin, Pflege oder Psychologie müssen sich vernetzen und kooperativ arbeiten, um Kompetenzen zu bündeln und mehrdimensionale Lösungsansätze zu kreieren. Um also das gemeinsame Erleben des Alterns maßgeblich zu prägen, muss zukünftige AAL-Forschung innovative Konzepte mit unterschiedlichen inhaltlichen und technologischen Ansätzen hervorbringen, welche sowohl den individuellen Menschen als auch die sozio-kulturelle Gesamtstruktur fokussieren. Der Workshop „Gemeinsam Altern erleben“ soll in einem wissenschaftlichen und praxisnahen Diskurs diese zukünftigen Trends identifizieren und Herausforderungen sowie Chancen der gemeinsamen Gestaltung kommender Alterungsprozesse festhalten.

2 Beiträge

Bei der Betrachtung der aktuell praktizierten Unterstützung älterer Personen und einer damit etablierten, eher pessimistischen Sichtweise auf das Altern, rücken einige technologische, soziale und wirtschaftliche Herausforderungen in den Vordergrund. Diese umfassen neben Fragen nach den Anforderungen des demographischen Wandels an die Ansprache verschiedener Lebensbereiche durch AAL-Technologien auch die Beeinflussung des Erlebens von Alterungsprozessen und Erfahrungen mit Gruppen von älteren Probanden sowie im intergenerationalen Austausch. Darüber hinaus gewinnen die Fragen nach Risiken und Chancen beim Einsatz von AAL Systemen zunehmend an Bedeutung.

Marion Gottschalk und Mathias Uslar sprechen in ihrem Beitrag die Herausforderungen der Normung an. Dabei erläutern sie, wie wichtig die Normung für Systeme mit heterogenen Komponenten und Anwendern ist. Gerade bei Systemen im AAL-Bereich, bei denen häufig Komponenten verschiedener Hersteller miteinander kommunizieren, sind Absprachen wie Standards und Normungen unumgänglich. Als gute Mittel zur Unterstützung der Normung sehen sie Anwendungsfälle und Integrationsprofile. In dem von ihnen entwickelten Use Case Management Repository erhalten Entwickler, Forscher und Experten die Möglichkeit gemeinsam Anwendungsfälle zu erarbeiten, zu verifizieren, zu gruppieren und zu kombinieren. Mit Hilfe der so entstandenen Anwendungsfälle und deren Schnittstellenbeschreibungen können dann einfacher Normen ausgewählt werden.

Nils Beckmann et al. betrachten in ihrem Beitrag die Vorteile interdisziplinärer Kooperation in der Verfolgung eines ganzheitlichen Ansatzes im Bereich des Selbstmonitorings. Dabei wird herausgestellt, dass durch den Einbezug von Kompetenzen aus den Bereichen Elektrotechnik, Informatik, Kognitionswissenschaft, Gesundheitswissenschaft und Ethik bestehende Lücken in aktuellen Forschungsansätzen geschlossen werden können. Das von ihnen vorgestellte Projekt *PAnalytics* soll Informationen zu Alltagsaktivitäten, aus der eigenen Wohn- und Lebensumgebung, manuellen Nutzereingaben und Daten aus sozialen Netzwerken interpretieren, um dem Nutzer Vorschläge für gesundheitsfördernde Aktivitäten anzubieten. Durch die Bereitstellung dessen erzielt das Projekt, ältere Personen in ihrem Erleben des Alterns positiv zu beeinflussen und einen gesunden Lebensstil zu motivieren.

Anne Grohnert et al. verfolgen ebenfalls einen ganzheitlichen Ansatz in der Rehabilitation und Prävention von Schlaganfällen. Sie erklären in ihrem Beitrag, dass Patienten auch noch nach einem stationären Aufenthalt in einer Klinik Bedarf an therapeutischem Bewegungstraining haben können. Deshalb sei eine flächendeckende Versorgung von Bewegungstherapiemöglichkeiten sehr wichtig, gerade in infrastrukturell schwachen Gebieten und für Patienten, die in ihrer Bewegung eingeschränkt sind. Mit RehaInterAct haben Grohnert et al. ein telemedizinisches Assistenzsystem geschaffen, das es Patienten ermöglicht in ihrem häuslichen Umfeld zu trainieren. Gleichzeitig ermöglicht es medizinischem Personal die Kontrolle über das Training ihrer Patienten auch über weite Entfernungen hinweg auszuüben. Durch den Einsatz von Anwendungen aus dem Bereich Serious Gaming werden zudem Patienten motiviert ihre Übungen regelmäßig durchzuführen.

Sabine Sommer et al. stellen in ihrem Beitrag das Projekt *BRELOMATE* vor. Dieses Spiele- und Kommunikationsportal für ältere Personen erzielt eine Verbesserung der Inklusion älterer Personen durch die Entwicklung von bedürfnisorientierten, leistbaren und einfach bedienbaren Kommunikationstechnologien. Durch die Verfolgung eines nutzerzentrierten Entwicklungsprozesses, welcher die Zielgruppe in die Konzeption und Umsetzung der Plattform einbezieht, konnten die Autoren eine hohe Akzeptanz und Zufriedenheit der Zielgruppe älterer Personen erreichen. Eine weitere Besonderheit liegt in der Nutzung eines zweiten Bildschirms (Second Screen) auf dem Tablet zusätzlich zu der TV-basierten Spiel- und Videokommunikationsübertragung, durch welchen sowohl die Bedienung erleichtert als auch das Erleben des Spielens selbst auf einer weiteren Ebene einbezogen wird.

Paul März et al. fokussieren ebenfalls den Aufbau einer spielerischen Interaktion, um das gemeinsame Erleben zu gestalten. In einer intergenerationalen Spielsituation werden ältere Personen am eigenen Touchtisch über eine TV-basierte Videokommunikation mit ihren Familienmitgliedern verbunden. In ihrem Beitrag beschreiben die Autoren detailliert die technologische Infrastruktur, die benötigt wird, um eine Echtzeitkommunikation und Interaktion während des Spielens herzustellen. Bei der Betrachtung des Beitrags wird deutlich, dass nur eine reibungslose Funktionsweise der Technologien auch zu der gezielten Unterstützung im gemeinsamen Erleben von Aktivitäten führen kann.

Diese Arbeiten bieten sowohl einen Einblick in den derzeitigen Stand der Forschung und Möglichkeiten der Gestaltung eines Prozesses des gemeinsamen Erlebens als auch eine Grundlage für die Diskussion im Workshop.

3 Ausblick

Aufbauend auf den Ergebnissen der AAL-Workshops auf der Mensch und Computer in den Jahren 2011 bis 2014 werden im Workshop „Gemeinsam Altern erleben“ Problemstellungen und Lösungsansätze dargelegt sowie neue Potenziale analysiert, diskutiert und dokumentiert. Ziel ist es, zukunftsfähige Trends des Forschungsbereichs gemeinsam mit Vertretern aus der angewandten Forschung und Wirtschaft sowie mit Endnutzern zu identifizieren und zu erarbeiten. Besonderer Wert wird auf die Interdisziplinarität gelegt, durch die nicht nur Teilnehmende aus dem AAL-Bereich, sondern auch aus angrenzenden Themengebieten zum Austausch beitragen und von den gewonnenen Einblicken in AAL-Technologien, die das Erleben gemeinsamen Alterns unterstützen, profitieren.

Die zuvor beschriebenen Projekte geben bereits einen Ausblick, wie sich AAL-Systeme mit dem Fokus auf das gemeinsame Erleben des Alterns der zentralen Herausforderung zur Sicherung der Rolle(n) älterer Menschen in einer funktionierenden Gesellschaft annehmen können. Die Potenziale von unterstützenden Technologien im Bereich der Integration älterer Menschen in die gesellschaftlichen Strukturen werden bislang von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben nicht erschöpft. Durch den Einsatz von innovativen Technologien unter Berücksichtigung der Anforderungen von älteren Menschen, kann ein intergenerationales Erleben des Alterns ermöglicht werden. Beispielsweise ermöglicht der Einsatz der Aufzeichnung von Daten in sozialen Netzwerken die Reflektion gemeinsamer Erlebnisse durch mediale Inhalte (Cornejo et al. 2013), was u.a. in der Biografiearbeit für Menschen mit dementiellen Erkrankungen eingesetzt werden kann. Die Projekte Elders-up (Gil & Martín 2014) und Expat (Szentivány 2015) inkludieren ältere Personen stärker in soziale Strukturen, indem sie die Expertise von älteren Menschen mit Firmen und besonders Start-ups verknüpfen. Ein weiteres Beispiel für Ansätze, die älteren Menschen eine Teilnahme an sozialer Interaktion ermöglicht, ist das Projekt Get-Vivid (Moser et al. 2015). Die Autoren erlauben älteren Personen durch den Einsatz von Social-TV-Anwendungen den leichten Zugang zu sozialen Netzwerk Strukturen. Derartige Beispiele zeigen, wie innovative Technologien genutzt werden können, um ein gemeinsames Erleben des Alterns zu gestalten.

Die Diskussion im Workshop soll Aufschluss geben über die Chancen technologischer Ansätze für ältere Menschen insbesondere in Hinblick auf ein gemeinsames und positives Erleben von Aktivitäten und Erfahrungen bis ins hohe Alter.

Wir freuen uns auf das gemeinsame Erleben eines interessanten und aufschlussreichen Workshops.

Danksagung

Wir danken den beitragenden Autoren für die Darstellung innovativer Lösungsansätze und die Bereitstellung der Grundlage für eine angeregte Diskussion. Des Weiteren möchten wir uns beim Programmkomitee für die Unterstützung in der Begutachtung der Beiträge bedanken.

Literaturverzeichnis

- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2013). *Demografie-Werkstattgespräch in Berlin, Älter werden bei guter Gesundheit*. Materialsammlung.
- Cornejo, R., Tentori, M., & Favela, J. (2013). Ambient awareness to strengthen the family social network of older adults. In *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, 22(2-3), 309-344.
- Gil, S. R., Martín, V. S. (2014). ELDERS-UP!. In *Computers Helping People with Special Needs*. Springer International Publishing. S. 148-151.
- Moser, C., Kargl, T., Tscheligi, M., Feldbacher, B., Collini-Nocker, B., Harutunian, M., Schiller, F., Eitelberg, M., Altaani, N., Eisele, M., Osl, P. (2015). GeTVivid: A TV Platform for P2P Support Exchange. In *Proceedings of TVX2015*, ACM, New York.
- Szentivány, C. (2015). Im Fokus – Den Zugang zu Erfahrung und Wissen älterer Generationen eröffnen: Das Projekt „ExpAct – Experience keep people active“. In *Andrássy Nachrichten 8. Ausgabe*. Andrássy Universität. S. 8-9.
- Waterworth, J. A., Ballesteros, S., Peter, C., Bieber, G. et al. (2009). Ageing in a Networked Society – Social Inclusion and Mental Stimulation. In *Workshop on Affect and Behaviour Related Assistance in Support for the Elderly*. Corfu, Greece, June 2009.

Kontaktinformationen

Gemeinsame E-Mail Adresse der Organisatoren: aal-workshop@kooperationssysteme.de

Ein Use Case Management Repository zur Unterstützung der Normungsarbeit

Marion Gottschalk, Mathias Uslar

FuE Bereich Energie, Architekturentwicklung und Interoperabilität, OFFIS e.V.

Zusammenfassung

Die Anzahl an Möglichkeiten, das alltägliche Leben eines Menschen jeglichen Alters zu unterstützen, steigt durch die stetige Weiterentwicklung von Informations- und Kommunikationstechnologien und der Möglichkeit diese Technologien miteinander zu verknüpfen. Als kurzes Beispiel sei hier das Smartphone genannt, welches sich in den letzten Jahren zu einer in vielen Bereichen einsetzbaren Technologie entwickelt hat. So können mit Smartphones verschiedenste Komponenten und Systeme im menschlichen Umfeld angesprochen und gesteuert werden, z.B. die Heizungssteuerung. Damit die Verknüpfung von neuen Systemen und Technologien zur Unterstützung des alltäglichen Lebens reibungslos funktioniert, werden Normen und Standards benötigt. Allerdings ist es schwierig, vorab alle Normen zu definieren, da die Unterstützungsmöglichkeiten zahlreich sind. Daher soll der Normungsprozess durch die Beschreibung und Sammlung von möglichen Anwendungsfällen (engl. Use Cases) unterstützt werden, um Schnittstellen zu erkennen und mittels Integrationsprofilen nach IHE zu definieren. Dazu wird in diesem Beitrag das Use Case Management Repository vorgestellt.

1 Motivation

Das alltägliche Leben eines Menschen jeglichen Alters kann durch die Bereitstellung von Informationen aus seiner mittelbaren und unmittelbaren Umgebung unterstützt werden. Für die Verarbeitung dieser Informationen kommen immer mehr Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) zum Einsatz, deren technische Entwicklung rasant fortschreitet. Dies sind z.B. Technologien wie Smartphones und smarte Fernsehgeräte, welche eine immer größere Rolle im alltäglichen Leben spielen. Aufgrund dieser Entwicklungen erschließen sich weitere Einsatzbereiche, Menschen unterwegs oder in ihrem häuslichen Umfeld zu unterstützen, engl. Ambient Assisted Living (DKEa, 2014). Eine Unterstützungsmöglichkeit stellt z.B. die Integration eines Sicherheitssystems im eigenen Haushalt dar. Dieses Assistenzsystem kann Menschen in ihrem häuslichen Umfeld unterstützen, in dem z.B. alle Türen und Fenster beim Verlassen des Hauses durch Aktuatoren automatisch verschlossen werden. Neben dem Schutz vor unbekannten Dritten kann das Sicherheitssystem aber auch weitere Funktionen im Haushalt übernehmen, z.B. mittels Bewegungsmelder die Licht- oder Hei-

zungsanlage steuern. Um diese Funktionen umzusetzen und anwendergerecht einzustellen, bedarf es den Einsatz von Smartphones und weiteren IKT (Eberhardt & Eichelberg, 2011). Mit diesem Beispiel soll ein kleiner Einblick über die Vielzahl an Komponenten und Systeme gegeben werden, die für die Umsetzung nur eines Assistenzsystems relevant sind. Zu Bedenken ist, dass diese Komponenten bzw. Systeme auch für weitere Systeme im Umfeld von Ambient Assisted Living (AAL) relevant sind, wie z.B. Healthmonitoring, Notfallerkennungssysteme, etc. Daher ist es wichtig, dass diese Komponenten und Systeme nahtlos kommunizieren und zusammenarbeiten, um Informationen auszutauschen, d.h. diese Komponenten und Systeme sind interoperabel zu gestalten. Da nicht alle Komponenten und Systeme von einem einzigen Hersteller bereitgestellt werden, werden kompatible Schnittstellen für den Informationsaustausch benötigt. Ein Beispiel hierfür ist der Kommunikationsstandard WLAN (Wireless Local Area Network), welcher z.B. den Informationsaustausch zwischen Smartphone und Sicherheitssystem ermöglicht. Daher ist die Entwicklung gemeinsamer Normen und Standards relevant, um Komponenten und Systeme miteinander zu verknüpfen. Um den Vorgang der Normung zu unterstützen, muss allerdings vorab bekannt sein, was genau genormt werden soll. Hierfür ist es sinnvoll, sich ein vollständiges Bild von den Funktionen einer durch AAL unterstützten Umgebung zu verschaffen. Da es sich hier um eine sehr komplexe Domäne mit vielen Akteuren (Komponenten und Systemen) verschiedener Hersteller und unterschiedlichen Anwendern handelt, ist es sinnvoll durch Anwendungsfälle (engl. Use Cases) mögliche Szenarien für die Umgebungen, die durch AAL Systeme unterstützt werden, zu beschreiben. Daher werden in diesem Beitrag die Use Case Methodik, der Einsatz von Integrationsprofilen und das Use Case Management Repository (UCMR) vorgestellt, um die Arbeit in der Normung zu unterstützen.

2 Grundlagen: Anwendungsfälle & Integrationsprofile

Anwendungsfälle dienen der funktionalen Beschreibung eines bzw. mehrerer Systeme. Ein Nutzen durch Anwendungsfälle kann allerdings erst verzeichnet werden, wenn diese ebenfalls einheitlich beschrieben und damit für verschiedene Experten verständlich sind. Dafür wird die Beschreibung eines Anwendungsfalls in mehrere Schritte unterteilt und beinhaltet somit verschiedene Perspektiven einer funktionalen Beschreibung, welche für unterschiedliche Experten relevant sind. Diese Darstellung basiert auf dem Template IEC/PAS 62559 (IEC/PAS 62559, 2008) für Anwendungsfälle, welches bereits in der Smart Grid Domäne erfolgreich eingesetzt wurde, um Funktionen dieser Domäne darzustellen (Santodomingo, 2014). Dabei wurden Anwendungsfälle mit verschiedenen Experten entwickelt und gesammelt, um eine erste Übersicht zur Smart Grid Domäne zu erstellen. Daraus konnte zudem ein Architekturmodell entwickelt werden, mit dem Anwendungsfälle visualisiert werden (DKE, 2010). Das Template IEC/PAS 62559 soll in weiteren Domänen, wie z.B. AAL (DKE, 2014) und Smart Cities (DKEb, 2014 & Gottschalk, 2015), eingesetzt werden, um eine einheitliche Entwicklung voranzubringen. Das Template beinhaltet an erster Stelle eine allgemeine Beschreibung des Anwendungsfalls, welche für die späteren Anwender der AAL Komponenten also auch für das Management der Hersteller der AAL Komponenten verständlich ist. Dieser allgemeine Part kann durch die Verknüpfung mit Referenzen und Grafiken unterstützt und

erweitert werden, sodass weitere Informationen für die Leser bereitstehen. Für die Domänenexperten besteht dann die Möglichkeit, die vorhandenen Anwendungsfälle durch die detaillierte Beschreibung von Szenarien und einzelnen Schritte zu erweitern, um genauere Schnittstellenanforderungen zu identifizieren. Dabei werden die Akteure, welche die AAL Komponenten, externe Komponenten aber auch die Anwender darstellen, verknüpft. Ferner können IKT-Experten festhalten, welche Daten zwischen diesen Akteuren ausgetauscht werden müssen, wodurch die Beschreibung der Schnittstellen der einzelnen Akteure konkretisiert wird.

Eine weitere Möglichkeit Schnittstellen der Akteure detailliert zu beschreiben, bieten Integrationsprofile, welche alle Schnittstellen und die davon betroffenen Akteure eines Anwendungsfalls darstellen. Der Einsatz von Integrationsprofilen hat sich bereits in der „Integrating the Healthcare Enterprise (IHE)“ Initiative bewährt (Eichelberg, Rölker-Denker und Hein, 2014) und daher soll das Template IEC/PAS 62559 um diese Inhalte erweitert werden. Integrationsprofile beinhalten eine allgemeine Beschreibung mit Grafik, eine Auflistung von möglichen Transaktionen der involvierten Akteure, eine Beschreibung des Datenflusses mit Grafik und einer Beschreibung von ethischen und rechtlichen Rahmenbedingungen. Ein Teil

Create/Edit Integration Profile

Release write access Add Transaction Delete

Name
Behaviour Monitoring

Description

Introduction
Dementia / cognitive impairment is a disease that often progresses slowly over many years. In order to maintain as much independence for the patient as possible, while preventing disease-related accidents, behaviour monitoring tries to identify the activities of the user at home, to provide warnings to the user in dangerous situations (e.g. hot plate switched on when leaving the apartment), or notifications to carers if indications of a progress of the disease (e.g. decline in activities of daily living) are measured that indicate an increased need of support.

Purpose & Scope
This profile addresses the monitoring of the user's location and activities at home (including ADLs), combined with

Upload diagram
Choose File No file chosen Import Diagram

```

graph LR
    subgraph Home_Zone [Home Zone]
        HA[Home automation actuator]
        HS1[Home automation sensor]
        HS2[Home automation sensor]
        SA[Smart appliances]
        OS[Optical sensor]
        IS[Indoor localization sensor]
        EAS[Entry area sensor]
        HA --> G3[03: Home automation action feed]
        HS1 --> G6[06: Home automation event sent]
        HS2 --> G6
        SA --> G8[08: Appliance status queried/updated]
        OS --> G9[09: Video stream]
        IS --> G7[07: Localization event sent]
        EAS --> G10[10: BAN parameter sent]
    end
    G3 --> HAG[Home automation gateway]
    G6 --> HAG
    G8 --> HAG
    G9 --> HAG
    G7 --> HAG
    G10 --> HAG
    HAG --> G4[04: HA action initiated]
    G4 --> BM[Behaviour monitor]
    BM --> G1[01: BAN parameter feed]
    BM --> G2[02: Behaviour/alarm notification sent]
    G1 --> BG[BAN gateway]
    G2 --> NR[Notification receiver]
  
```

Transactions

ACTOR	TRANSACTION	OPTIONALITY	EDIT
Behaviour monitor	Behaviour/alarm notification sent	required	
Behaviour monitor	Home automation action initiated	optional	

Abbildung 1: Integrationsprofile

des Integrationsprofile-Templates ist in Abbildung 1 zu sehen. Die verwendeten Daten im Integrationsprofil sind dem „AAL Joint Programme“ (Eichelberg, Rölker-Denker und Helm, 2014) entnommen und nicht vollständig abgebildet. Die im Integrationsprofil aufgelisteten Schnittstellen werden durch einzelne Transaktionen im Detail beschrieben, um Schnittstellenanforderungen genau zu spezifizieren. Daher beinhalten die Transaktionen eine detaillierte Beschreibung der beteiligten Akteure, indem eine Rolle, die Wichtigkeit und die Anforderungen der einzelnen Akteure dargestellt werden. Außerdem werden Protokolle für die Kommunikation bzw. den Datenaustausch beschrieben und Sicherheitsaspekte, die diese Schnittstelle einhalten muss, aufgezeigt.

3 Use Case Management Repository- UCMR

Mithilfe des oben genannten IEC/PAS 62559 Templates wird die einheitliche Beschreibung der Anwendungsfälle ermöglicht. Der zweite wichtige Aspekt ist nun, diese Anwendungsfälle alle Beteiligten zur Verfügung zu stellen und eine kollaborative Erarbeitung der Anwendungsfälle zu ermöglichen. Dies kann über ein gemeinsames Repository, einem Use Case Management Repository (UCMR), gewährleistet werden. Ein UCMR bietet die Möglichkeit, Anwendungsfälle zu erstellen, die von Experten mit verschiedenen Sichtweisen auf das System erarbeitet und verifiziert werden. Ferner lassen sich die Anwendungsfälle gruppieren und kombinieren, sodass Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Anwendungsfällen dargestellt werden können. Das oben aufgezeigte Integrationsprofil in Abbildung 1 ist bereits in das entwickelte UCMR eingebunden. Anhand der Liste von Anwendungsfällen und den darin beschriebenen Schnittstellen zwischen Akteuren können Normen ausgewählt und der Normungsprozess verbessert werden. Zusätzlich können bereits vorhandene Normen und Standards in den Anwendungsfällen annotiert werden, sodass diese Information im UCMR allen Beteiligten zur Verfügung steht. Denn die Normen stellen zukünftig eine Grundlage zur Herstellung von AAL Komponenten dar, um Komponenten bzw. Systeme zu produzieren, die interoperabel zu anderen Systemen von Drittherstellern sind. Dies erleichtert den Anwendern von AAL Komponenten die Kombination verschiedener Systeme, um ihre eigene AAL Umgebung zu erschaffen, die auf ihre speziellen Bedürfnisse angepasst ist. Auch die Kommunikation nach außen zu Ärzten oder anderen Dienstleistungsanbieter lässt sich durch die Verwendung gemeinsamer Normen realisieren. Aber nicht nur die Kommunikation zu Ärzten und Dienstleistungsanbietern für AAL Komponenten lässt sich durch Normen vereinfachen, auch andere angrenzende Domänen, wie z.B. das Smart Grid oder eMobility, können in die Kommunikation mit eingebunden werden. Denn Akteure, die in der Domäne AAL eine Rolle spielen, können ebenfalls weitere Aufgaben in anderen Domänen übernehmen. Da wären z.B. Aktuatoren für das Öffnen und Schließen von Fenstern. Diese Aktuatoren werden in der Domäne AAL eingesetzt, um Sicherheitsaspekte zu erfüllen (siehe Abschnitt 1. Motivation) und um Anwendern mit körperlichen Beeinträchtigungen das Öffnen und Schließen eines Fensters zu erleichtern. In der Domäne Smart Grid werden dieselben Aktuatoren vom Smart Meter angesteuert, um die Belüftung eines Hauses so energieeffizient wie möglich zu gestalten. Die Überschneidungen verschiedener Domänen kann ebenfalls durch das UCMR berücksichtigt und dargestellt werden, sodass Akteure, welche in verschiedenen Domänen

interagieren, nicht mehrfach verwaltet werden müssen. Die domänenübergreifende Betrachtung von Akteuren erleichtert außerdem die Normungsarbeit für übergreifende Schnittstellen. Mit diesen Funktionalitäten bietet das UCMR die Möglichkeit, eine strukturierte Sichtweise auf komplexe und domänenübergreifende Systeme zu erhalten und die Normungsarbeit in diesen Bereichen zu unterstützen. Das UCMR ist als Webanwendung für alle an der Normung beteiligten Experten erreichbar und ermöglicht mit einer Import- und Exportfunktion das Austauschen von Informationen zwischen verschiedenen Anwendungen. Das Web-Interface des UCMRs ist in Abbildung 2 zu sehen. In der Abbildung werden Informationen zu den Domänen Smart Grid, AAL und Smart City dargestellt und sind somit für alle Experten aus verschiedenen Domänen verfügbar und erlauben einen domänenübergreifenden Informationsaustausch (Gottschalk, 2014). Am linken Rand von Abbildung 2 lässt sich erkennen, wie die einzelnen Bereiche, AAL, Smart Grid und Smart City, untergliedert sind. Der erste Ordner „Use Cases“ beinhaltet alle Anwendungsfälle, die in einem Bereich beschrieben sind. Die anderen drei Ordner stellen Daten bereit, die in der Beschreibung von Anwendungsfällen benötigt werden. Diese Daten sind die Akteure, Funktionen und Anforderungen, welche gemeinsam von den Anwendern des UCMRs erstellt und daraufhin in der Beschreibung der Anwendungsfälle verwendet werden. Dies erlaubt vorab eine einheitliche Definition der Komponenten eines Anwendungsfalles und ermöglicht das Wiederverwenden dieser Daten, wodurch die Beschreibung der Anwendungsfälle konsistent gehalten werden kann. Auf der rechten Seite in Abbildung 2 werden die ausgewählten Daten und Anwendungsfälle in Tabs dargestellt.

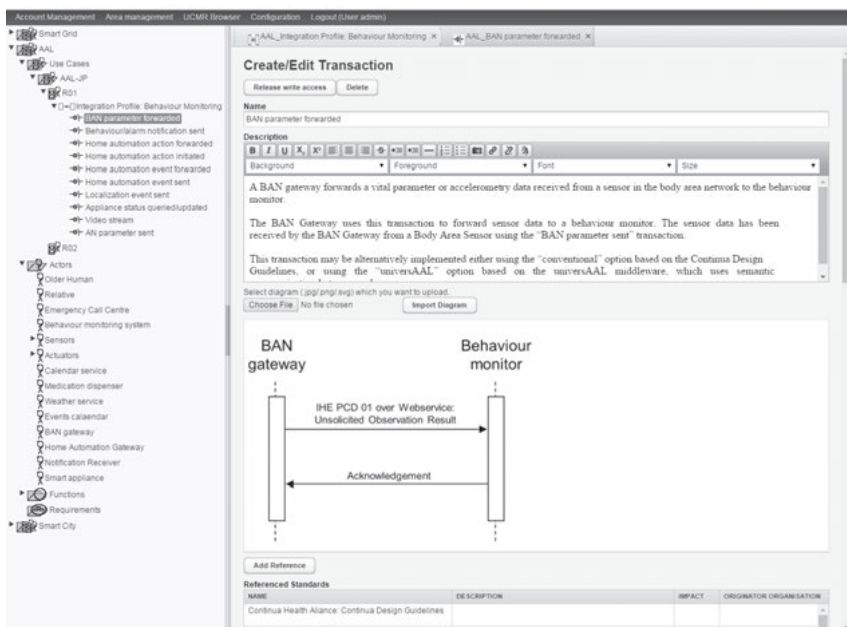


Abbildung 2: Use Case Management Repository

4 Fazit

Durch den Einsatz des UCMR werden Informationen zu komplexen Systemen und Wissen zu bereits vorhandenen Lösungen zwischen Experten ausgetauscht, um die einheitliche Beschreibung von komplexen, domänenübergreifenden Systemen und die Entwicklung von Normen zu unterstützen. Gerade in der Domäne AAL steigt die Nachfrage nach interoperablen Systemen, um das Wohnen im Eigenheim bis ins hohe Alter zu ermöglichen. Wie das Anwendungsbeispiel in der Motivation gezeigt hat, werden bereits für ein Assistenzsystem verschiedenste Komponenten und Systeme zur Realisierung benötigt, welche wiederum in weiteren Assistenzsystemen zum Einsatz kommen könnten. Daher wird eine vollständige Betrachtung der Domäne AAL und deren angrenzenden Domänen gefordert, um eine interoperable Infrastruktur zu entwickeln.

Danksagung

Die Forschung, Anpassung und Entwicklung des UCMRs durch das OFFIS konnte aufgrund der Förderung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie im Projekt „UC4AAL“ durchgeführt werden.

Literaturverzeichnis

- Borghoff, U. M. & Schlichter, J. (1998). Rechnergestützte Gruppenarbeit – Eine Einführung in Verteilte Anwendungen. 2. Auflage, Springer.
- DKE (2010). Die deutsche Normungs-Roadmap E-Energy / Smart Grid.
- DKE (2014). Die deutsche Normungs-Roadmap AAL (Ambient Assisted Living) Version 2.
- DKE (2014). Die deutsche Normungs-Roadmap Smart City Version 1.0.
- Eberhardt, B., & M. Eichelberg. (2011). AAL-Anwendungsszenarien, In: VDE Verlag.
- Eichelberg, M., Rölker-Denker, L. und Hein, A. (2014). Recommendations on Interoperability, Specifications and Standards. In 7. Dtsch. AAL-Kongress mit Ausstellung.
- Eichelberg, M., Rölker-Denker, L. und Helmer, A. (2014). Action Aimed at Promoting Standards and Interoperability in the Field of AAL Deliverable D2 AAL Use Cases and Integration Profiles.
- Englert, H. und Uslar, M. (2012): Europäisches Architekturmodell für Smart Grids–Methodik und Anwendung der Ergebnisse der Arbeitsgruppe „Referenzarchitektur“ des EU Normungsmandats M/490, VDE-Kongress 2012
- Gottschalk, M. Göring, A. und Uslar, M (2014). Applying the Use Case Methodology to Smart Cities. In VDE-Kongress 2014.
- Gottschalk, M. und Uslar, M. (2015). Supporting the Development of Smart Cities using a Use Case Methodology. In 24th International World Wide Web Konferenz.
- IEC/PAS 62559 (2008): IntelliGrid Methodology for Developing Requirements for Energy Systems.
- Santodomingo, R., Uslar, M., Göring, A., Gottschalk, M., Nordström, L., Saleem, A. und Chenine, M. (2014). SGAM-based methodology to analyze Smart Grid solutions. In IEEE EnergyCon 2014.

Kontaktinformationen

M.Sc. Marion Gottschalk (gottschalk@offis.de), OFFIS, Escherweg 2, 26121 Oldenburg.

Das Projekt PAnalytics – Selbstmonitoring für gesundes Altern

Nils Beckmann, Aysegül Dogangün, Katja Herrmann, Hanno Sauer, Katharina Kloppenborg

Kompetenzzentrum Personal Analytics, Universität Duisburg-Essen

Zusammenfassung

Die stetige Weiterentwicklung und Vernetzung von Personal-Health-Geräten, tragbaren und ambienten Sensoren und Smartphones ermöglicht die immer genauere Messung und Sammlung gesundheitsrelevanter Daten. Bedingt durch den demographischen Wandel gewinnen neue Konzepte für ein gesünderes Leben immer mehr an Relevanz. Während es bereits viele sogenannte „Insellösungen“ gibt, die bestimmte gesundheitsrelevante Parameter erfassen und auswerten, mangelt es an einem Ansatz im Gesundheitsmonitoring, der auf Basis einer Vielzahl gesundheitsrelevanter Daten Handlungsempfehlungen generiert und von der Zielgruppe „50Plus“ selbstständig nutzbar ist. Das Projekt PAnalytics will sich in einer interdisziplinären Forschungsgruppe diesem Problem widmen und ein ganzheitliches personalisiertes Selbstmonitoring-System entwickeln. Ziel dieses Beitrags ist es, die Ansätze des Projektes vorzustellen, sowie die Notwendigkeit der interdisziplinären Zusammenarbeit aufzuzeigen.

1 Einleitung

Der demographische Wandel besteht in der beständigen Alterung der Gesellschaft. Neue Konzepte für ein gesünderes Leben, für den längeren Erhalt in der Arbeitswelt und für ein effizienteres sowie kostengünstigeres Gesundheitssystem mit fitteren älteren Bürgern sind somit unumgänglich (Baltzer & Mertens, 2014). Individualität und Lebensqualität gewinnen immer mehr an Relevanz und liegen primär in individueller Verantwortung (Schmidt, 2008).

Es gibt bereits eine Vielzahl von Menschen, die ein bewusstes gesundheitsorientiertes Leben führen, indem sie ihre Gesundheit und ihr Wohlbefinden umfassend auswerten (Choe et al., 2014). So gehört das regelmäßige Messen und Dokumentieren der Vitalparameter und Aktivitäten für chronisch erkrankte Menschen oder Sportler zum Alltag. Die Vernetzung von Personal-Health-Geräten wie Waagen, Blutdruckmessgeräten oder Schrittzählern und die weite

Verbreitung von Smartphones und entsprechenden Apps haben diese Form des Selbst-Monitoring in den letzten Jahren begünstigt (Swan 2012) und sind auch für eine ältere Nutzergruppe relevant (Mercer et al. 2015). Der korrekte Umgang mit einer Vielzahl von auf einen Bereich spezialisierten Einzelkomponenten, auch „Insellösungen“ genannt, sowie die Notwendigkeit der selbstständigen Interpretation der Bedeutung der Daten für die eigene Gesundheit erfordern jedoch ein technisches sowie gesundheitswissenschaftliches Know-How (Choe et al., 2014). Das Projekt PAnalytics, kurz für Personal Analytics, hat daher das Ziel, ein personalisiertes System für die Lebensumgebung zu entwickeln, das den Erhalt der Gesundheit und eines „selbstständigen“ Lebens zuhause mittels eines ganzheitlichen gesundheitsbezogenen Monitoring durch den Nutzer selbst erlaubt.

2 Stand der Technik im Gesundheitsmonitoring

Das regelmäßige Messen und Dokumentieren von Körperwerten im Alltag zur gesundheitsbezogenen Selbstanalyse ist in Forschung und Wirtschaft als Trend zu verzeichnen. Insbesondere Anwendungen zur Nutzung von Smartphones mit ihren integrierten Sensoren als „Gesundheitshandy“, sowie tragbare Sensorik im Sinne des *wearable computing* werden immer beliebter (Steinhubl et al. 2015). Derzeitig einschlägige Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Bereich Personal Analytics richten sich primär auf die Entwicklung von „Insellösungen“. So gibt es Tools, die beispielsweise Glukosewerte¹, den Urin² oder das Herz³ überwachen. Smartphone-Applikationen unterstützen den Nutzer z.B. beim Atmen⁴ oder untersuchen Stimmung und Lebensqualität⁵. Auf einer höheren Ebene nutzen z. B. Open.Sen.se⁶ und Tictrac⁷ die Daten aus verschiedenen sozialen Onlineplattformen, Handyapplikationen und Trackern und bewerten und belohnen die Aktivitäten des Anwenders. Die meisten Forschungsarbeiten und Produkte konzentrieren sich also auf einen speziellen Anwendungsbereich und lassen einen ganzheitlichen Betrachtungsaspekt aus. Die letztgenannten, höheren Anwendungen bündeln zwar eine Vielzahl an Sensoren und ermöglichen die grafische Auswertung der Daten, überlassen jedoch die Interpretation der Informationen dem Benutzer. Die meisten Personal-Analytics-Systeme für ältere Menschen beruhen auf einer gesundheitlichen Überwachung der Person mit einer Art Frühwarnsystem für Angehörige und Betreuungspersonen (Baltzer &

¹ Dexcom, <http://www.dexcom.com/dexcom-g4-platinum-share>, 2012, zuletzt gesehen am 19.05.2015

² Piddle, <http://www.linehq.com/showcase/piddle>, 2013, zuletzt gesehen am 19.05.2015

³ Alivevor, <http://www.alivecor.com>, 2011-2014, zuletzt gesehen am 19.05.2015

⁴ Williams, S. W., Townsend, M., Breathe Syncm. <http://www.breathesync.com>, 2013, zuletzt gesehen am 19.05.2015

⁵ HeartMath, <http://www.heartmathstore.com/item/6400/inner-balance>, 2014, zuletzt gesehen am 19.05.2015

⁶ Open.Sen.se., von <http://open.sen.se>, 2014, zuletzt gesehen am 19.05.2015

⁷ Tictrac, <https://www.tictrac.com>, 2010-2014, zuletzt gesehen am 19.05.2015

Mertens, 2014)⁸. Aktuelle wissenschaftliche Arbeiten zeigen, dass derzeitige Gesundheitsmonitoring-Tools nicht ausreichend verständlich und auf die Selbstreflexionsbedürfnisse der Nutzer abgestimmt sind (Li et al. 2011; Oh & Lee, 2015) und dass zur weiteren Forschung an persuasiven Systemen die Durchführung von klinischen Studien, wirtschaftliche und soziale Analysen sowie Nutzerstudien notwendig sind (Orwat et al. 2008).

Es sind bereits einige ganzheitliche Ansätze in der Forschungslandschaft vorhanden. In Lee und Balan (2014) wird ein Personal Analytics Layer vorgestellt, das Nutzerdaten aus verschiedenen Sensor-, Telefon- und Online-Daten nutzt, um zum Beispiel Emotionen und Vorlieben von Nutzern abzuleiten. Tollmar et al. (2012) präsentieren mit „Mobile Health Mashups“ die kombinierte Auswertung gesundheitsrelevanter Daten aus verschiedenen Apps. Die Forschung an ganzheitlichen, selbstständig zu nutzenden Gesundheitsmonitoringsystemen ist generell noch sehr jung und bedarf weiterer Arbeiten. Selbst zu nutzende Ansätze in der häuslichen Umgebung sind aufgrund des demographischen Wandels besonders für ältere Menschen relevant, damit diese möglichst lange gesund bleiben und in ihrer häuslichen Umgebung unterstützt leben können.

3 PAnalytics – ein interdisziplinärer Ansatz

Den bisherigen Lösungen im Bereich des Gesundheitsmonitoring fehlt ein ganzheitlicher Ansatz, der Daten aus unterschiedlichen Geräten fusioniert mit weiteren multimodal und gegebenenfalls implizit erfassten Alltagsaktivitätsdaten aus der Wohn- oder Lebensumgebung sowie expliziten Nutzereingaben und Daten aus sozialen Netzwerken kombiniert, auswertet und darstellt. Im Rahmen des Projektes PAnalytics soll dieser ganzheitliche Ansatz verfolgt werden. Das Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines umfassenden, integrierten Selbstmonitoring-Systems, das in der Erhebung von Gesundheitsparametern, der Erkennung von gesundheitsrelevanten Verhaltensmustern, der Ableitung von Empfehlungen, deren persuasiver Darstellung innovativ und im Hinblick auf ethische und datenschutzrelevante Aspekte vorbildlich ist. Das System umfasst ein Monitoring und die gesundheitswissenschaftliche Auswertung von Ernährung, Bewegung, sozialer Interaktion, seelischem Befinden und Schlafqualität. Die Interpretation der erfassten und visualisierten Daten soll nicht mehr dem Nutzer überlassen werden, sondern ein System mit gesammeltem Expertenwissen soll die gesundheitsbezogenen Daten interpretieren und Vorschläge für gesundheitsfördernde Aktivitäten und Verhaltensweisen zur Verbesserung der Lebenssituation anbieten. Eine zielgruppenspezifische Ergänzung um medizinische Monitoring- und Assistenzfunktionalitäten soll den Bedürfnissen des Anwenderkreises „50Plus“ gerecht werden.

Eine interdisziplinäre Aufstellung des Projektes mit den Disziplinen Elektrotechnik, Informatik, Kognitionswissenschaft, Gesundheitswissenschaft und Ethik ermöglicht es, die oben genannten bestehenden Lücken von in der Vergangenheit erfolgten Ansätzen im Bereich des Gesundheitsmonitorings zu schließen und eine ganzheitliche Lösung zu entwickeln.

⁸ Dool, T., QS – Livind, <http://quantifiedself.com/elderly/>, 2011, zuletzt gesehen am 19.05.2015

3.1 Elektrotechnik

Im Projekt ist als wesentlicher Fortschritt gegenüber existierenden Ansätzen geplant, die Informationsdarreichung an den Nutzer von dessen Situation und Befinden abhängig zu machen und so die Mensch-Maschine-Interaktion zu verbessern. Ein besonderer Fokus im Projekt liegt daher darauf das seelische Befinden (synonym für Wohlfühl, Balance, Ausgeglichenheit, Emotion, Stress) „messbar“ zu machen. Die Entwicklung aus Sicht der Elektrotechnik konzentriert sich auf Techniken die raumgestützt oder (z.B. textilintegriert) mobil funktionieren und für die Nutzer mit keinerlei Einschränkungen in ihrer Bewegungsfreiheit und für ihr Handeln verbunden sind. In Frage kommen Haltungs-, Gestik- und Mimik-Erkennung, die Stimmanalyse (Schuller et al. 2014), die Gesichtsthermographie (Janssen et al. 2012) und die Ableitung physiologischer Parameter (Kreibitz 2010).

3.2 Informatik

Die Herausforderungen der Informatik bestehen in der Herleitung neuer Formen der Aktivitätserkennung in häuslichen Umgebungen und im Lebensumfeld, sowie der Aufstellung von Methoden zur Big-Data-Analyse. Alltägliche Routinen sollen aus einer Reihe von Beobachtungen wie Handlungen und Umweltbedingungen erkannt werden (Choudhury et al. 2008; Munstermann 2015). Kausale gesundheitsrelevante Zusammenhänge sollen maschinenverständlich abgebildet werden, um über eine Wissensbasis aus Beziehungen zwischen Alltagsaktivitäten wie Bewegung, Schlaf und Ernährung gesundheitsrelevante Empfehlungen generieren zu können. Zu diesem Zweck müssen außerdem Metriken entwickelt werden, die gesundheitsrelevante Aktivitätscluster wie beispielsweise Schlaf, soziale Interaktion oder Befinden formalisieren, z. B. in Form stochastischer Modelle (Dogangün 2012), und somit bewertbar machen.

3.3 Kognitionswissenschaft

Die Aufgabe der Kognitionswissenschaft ist es, die vom System abgeleiteten Empfehlungen in motivierender Form darzustellen, um die Nutzer bei der angestrebten Verhaltensänderung zu unterstützen. Zur Realisierung dieses Anliegens werden gezielt mit empirischen Untersuchungen motivationale und persuasive Aspekte von Gesundheitsmonitoringsystemen erforscht und die entsprechenden Systemkomponenten in einem nutzerzentrierten Vorgehen entwickelt. Ein Betrachtungsfokus wird dabei die individuelle Anpassung der Empfehlungen und Feedbacks auf Basis des aktuellen Wohlbefindens der älteren Personen und unter Berücksichtigung weiterer Kontexteinflüsse sein. Das Ziel ist es, langfristige Verhaltensänderungen im Sinne einer aktiven Gesundheitsförderung zu erzielen, die ein gesundes Altern unterstützen.

3.4 Gesundheitswissenschaft

Die gesundheitswissenschaftliche Begleitung der Nutzerstudien soll mehr Erkenntnisse liefern, als bisher in der Forschung zu persuasiven Systemen vorhanden ist. Mit einer bisher nicht

dagewesenen Form der Datenaufnahme und Quantifizierung der Lebensweise werden Zusammenhänge zwischen dem Lebensstil und der eigenen Gesundheit bzw. Krankheit erarbeitet und dabei inter-, sowie intraindividuelle Unterschiede berücksichtigt. Das Ziel ist die Sammlung und Aufbereitung von Expertenwissen, und zwar derart, dass um den Nutzer herum gesammelte Daten gesundheitsbezogen interpretiert und Vorschläge für gesundheitsfördernde Aktivitäten und Verhaltensweisen zur Verbesserung der Lebenssituation angeboten werden können.

3.5 Ethik

Die Beteiligung der Ethik bildet einen großen Mehrwert, indem ethisch-soziale Auswirkungen, Datenschutz- und -sicherheitsaspekte, die bisher vernachlässigt wurden, bereits in der Konzeptionierungsphase berücksichtigt werden können. Das System muss der Realität pluralistischer Gesellschaften gerecht werden und vermeiden, ein einziges Modell des gesunden Lebens durchzusetzen und damit eine Art technologischen Paternalismus zu etablieren. Allein die Tatsache, dass die Gesundheitsüberwachung normativ nicht neutral ist in Bezug auf moralische gehaltvolle Konzepte wie Gesundheit, Krankheit, Normalität und Alter, ist jedoch kein generelles Argument gegen Monitoringsysteme. Es ist allerdings ein Argument für eine sorgfältige ethische und philosophische Analyse dieser Konzepte und deren Umsetzung in der Entwicklung, die über den gesamten Projektverlauf erfolgen wird.

4 Fazit

Die Sichtung der aktuellen Forschungslandschaft und des Stands der Technik zeigen, dass kein ganzheitlicher von der Zielgruppe „50Plus“ selbst zu nutzender Ansatz des Gesundheitsmonitoring existiert, wie er im Rahmen des Projekts angestrebt wird. Durch interdisziplinäre Zusammenarbeit will PAnalytics diese Lücke schließen und Anwendungssysteme, die den oben genannten Ansatz verfolgen, entwickeln.

Literaturverzeichnis

- Alkhatib, A., & Boellstorff, T. (2014). *Quantified Self: Ethnography of a Digital Culture* (Doctoral dissertation, Doctoral dissertation, University of California). Retrieved from <http://alialkhatib.com/presentations/QSThesisFinal.pdf>.
- Baltzer, D. W. I. M., & Mertens, A. (2014). Technische Unterstützung für gesellschaftsfähiges Altern. *Zeitschrift für Epileptologie*, 27(4), 276-278.
- Choe, E. K., Lee, N. B., Lee, B., Pratt, W., & Kientz, J. A. (2014, April). Understanding quantified-selfers' practices in collecting and exploring personal data. In *Proceedings of the 32nd annual ACM conference on Human factors in computing systems* (pp. 1143-1152). ACM.
- Choudhury, T., Consolvo, S., Harrison, B., Hightower, J., LaMarca, A., LeGrand, L., ... & Haehnel, D. (2008). The mobile sensing platform: An embedded activity recognition system. *Pervasive Computing, IEEE*, 7(2), 32-41.

- Doğangün, A. (2012). *Adaptive Awareness-Assistenten: Entwicklung und empirische Untersuchung der Wirksamkeit* (Vol. 32). BoD–Books on Demand.
- Janssen, J. H., van den Broek, E. L., & Westerink, J. H. (2012). Tune in to your emotions: a robust personalized affective music player. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 22(3), 255-279.
- Kreibig, Sylvia D.: Autonomic nervous system activity in emotion: a review. In: *Biological psychology* 84 (3), 2010, S. 394–421. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2010.03.010.
- Lee, Y., & Balan, R. K. (2014, June). The case for human-centric personal analytics. In *Proceedings of the 2014 workshop on physical analytics* (pp. 25-29). ACM.
- Li, I., Dey, A.K. & Forlizzi, J. (2011). Understanding my data, myself: supporting self-reflection with ubicomp technologies. In *Proceedings of the 13th international conference on Ubiquitous computing*, New York: ACM, S. 405-414.
- Kreibig, S. D. (2010). Autonomic nervous system activity in emotion: A review. *Biological psychology*, 84(3), 394-421.
- Mercer, K., Baskerville, N., Burns, C. M., Chang, F., Giangregorio, L., Goodwin, J. T., ... & Grindrod, K. (2015). Using a Collaborative Research Approach to Develop an Interdisciplinary Research Agenda for the Study of Mobile Health Interventions for Older Adults. *JMIR mHealth and uHealth*, 3(1).
- Munstermann, M. (2015). Ambiente Assistenzfunktionen. In *Technisch unterstützte Pflege von morgen* (pp. 41-102). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Oh, J., & Lee, U. (2015, January). Exploring UX issues in Quantified Self technologies. In *Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU), 2015 Eighth International Conference on* (pp. 53-59). IEEE.
- Orwat, C., Graefe, A., & Faulwasser, T. (2008). Towards pervasive computing in health care-A literature review. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 8(1), 26.
- Schmidt, B. (2008). *Eigenverantwortung haben immer die Anderen. Der Verantwortungsdiskurs im Gesundheitswesen*. Bern: Huber.
- Schuller, B., Steidl, S., Batliner, A., Schiel, F., & Krajewski, J. (2014). Introduction to the Special Issue on Broadening the View on Speaker Analysis. *Computer Speech and Language*, 28(2), 343-345.
- Steinhubl, S. R., Muse, E. D., & Topol, E. J. (2015). The emerging field of mobile health. *Science translational medicine*, 7(283), 283rv3-283rv3.
- Swan, M. (2012). Sensor mania! the internet of things, wearable computing, objective metrics, and the quantified self 2.0. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 1(3), 217-253.
- Tollmar, K., Bentley, F., & Viedma, C. (2012, May). Mobile Health Mashups: Making sense of multiple streams of wellbeing and contextual data for presentation on a mobile device. In *Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth), 2012 6th International Conference on* (pp. 65-72). IEEE.

Kontaktinformationen

Kompetenzzentrum Personal Analytics

Gruppenleitung Dr.-Ing. A. Dogangün, ayseguel.doganguen@uni-due.de

RehaInterAct – Der sensorbasierte Therapieraum der Zukunft

Anne Grohnert¹, Anett Bölke³, Benny Häusler², Boris Irmscher³, Michael John², Andreas Kliem¹, Gerd Kock², Jens Piesk³, Marco Polak³

Komplexe und Verteilte IT Systeme (CIT), Technische Universität Berlin¹ Kompetenzzentrum E-HEALTH, Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme FOKUS² Nuromedia GmbH³

Zusammenfassung

Um Bewegungstherapien im häuslichen Umfeld zu ermöglichen, bedarf es ganzheitlicher Systeme, die sowohl den Trainierenden motivieren seinen Trainingsplan auch im Alltag regelmäßig einzuhalten als auch für medizinisches Personal die direkte Kontrolle über die Therapie zu gewährleisten. Das im Folgenden vorgestellte telemedizinische Assistenzsystem kann in der Rehabilitation und zur Prävention eingesetzt werden. Insbesondere in infrastrukturell schwachen Gebieten und bei Menschen, die in ihrer Beweglichkeit eingeschränkt sind, kann dieses System aufwendige Wege zu Therapie-Einrichtungen reduzieren. Durch die variabel gehaltene Integration von unterschiedlichster Sensorik, durch die medizinische Fernkontrolle und durch motivationale Aspekte aus dem Bereich des Serious Gaming kann das System für eine Vielzahl von Anwendungsfällen verwendet werden.

1 Einleitung

Schlaganfall ist eine der zentralen altersbedingten Krankheiten und erfordert oftmals eine langwierige Rehabilitation (Welsch 2015). Die Folgekosten durch Stürze bedingt durch Schlaganfall sind für das Gesundheitssystem sehr hoch. Verkürzte Liegezeiten im Krankenhaus führen dazu, dass der Patient in einem schlechteren Zustand in die stationäre Rehabilitation geht und oftmals nicht sofort mit dem belastungsintensiven Training zur Wiederherstellung der Beweglichkeit begonnen werden kann (Koczula et al. 2012). Hinzu kommt, dass sich die Zeiten des Aufenthalts in Reha-Einrichtungen ebenfalls verkürzt haben (Eiff & Schüring 2011). Dies führt dazu, dass oftmals auch nach dem stationären Klinikaufenthalt noch Bedarf an Weiterversorgung und therapeutischem Bewegungstraining notwendig sind. Medizinische Rehabilitation muss als ein zusammenhängender Prozess verstanden werden, der nach dem Aufenthalt in Kliniken noch nicht abgeschlossen ist.

Vielmehr geht es um eine begleitende Therapie, die ebenfalls Einzug in den alltäglichen Ablauf nehmen sollte, um nachhaltige Wirksamkeit zu gewährleisten (Aichner & Holzer 2013). Insbesondere älteren Menschen, die oftmals eingeschränkt sind in der Bewegung, sind regelmäßige Besuche in Sport- und Therapieeinrichtungen unmöglich oder nur mit erheblichem Aufwand verbunden (Cyarto et al. 2008). Um Reha-Nachsorge im Alltag und somit auch im häuslichen Umfeld zu ermöglichen bedarf es ganzheitlicher Systeme, die gewährleisten, dass zum einen das rehabilitative Training in einem medizinisch adäquaten Rahmen stattfindet und sowohl behandelnder Arzt und Therapeut die medizinische Kontrolle über die Therapie auch über größere Entfernungen hinweg ausüben können als auch die Motivation des Patienten zu steigern, die Übungen seines Behandlungsplans regelmäßig auszuführen, ohne dass der Arzt zugegen ist (Hermens & Vollenbroek-Hutten 2008). Systeme zum Überwachen von Vitalfunktionen im Medizinbereich und zum Trainieren im Fitnessbereich sind bereits etabliert und können auch mit entsprechenden Erweiterungen im Bereich der Rehabilitation eingesetzt werden. Mit Hilfe dieser Systeme können Patienten auf Basis von vom Arzt oder Therapeuten adaptierter Übungspläne sowohl im klinischen als auch im häuslichen Umfeld trainieren bei gewährleisteter medizinischer Kontrolle (John et al. 2013).

Um eine flächendeckende Versorgung zu gewährleisten, um Motivation zu schaffen und Kontrolle auch über Entfernungen hinweg zu gewährleisten, sind medizinische, auf Telematik basierende, ganzheitliche Systeme unumgänglich (Hamdi et al. 2014). Telemedizinische Assistenzsysteme erhöhen die Nachhaltigkeit der Reha-Nachsorge, da durch das Trainieren im häuslichen Umfeld eine Möglichkeit geschaffen wurde, die eigene Gesundheit orts- und zeitunabhängig zu fördern. Aufwendige Wege und damit einhergehende Kosten werden reduziert und somit das Gesundheitswesen patienten-zentrierter gestaltet (Körtke et al. 2012). Die Integration der Reha-Nachsorge in das Familienleben und somit in den Alltag ist als motivationaler Faktor nicht zu unterschätzen (Botella et al. 2009). Zudem können diese Systeme zur Prävention von Krankheiten eingesetzt werden.

Dieser Thematik haben sich unter anderem das Forschungsinstitut Fraunhofer FOKUS und die TU Berlin in Kooperation mit der Xybermind GmbH (Entwicklung der Sensorik), der Nuromedia GmbH (Visualisierung und Feedback Mechanismen) sowie dem Rehabilitationszentrum Lübben angenommen. In dem Projekt „RehaInterAct“ wird ein telemedizinisches Gesamtsystem entwickelt. Der Fokus liegt hierbei auf Schlaganfallpatienten. Diese sind in ihren Bewegungen meist stark eingeschränkt und müssen grundlegende Aktivitäten wie Laufen wieder neu erlernen. Dafür wurde unter anderem eine Gangschule entwickelt, welche durch das Assistenzsystem sowohl im klinischen als auch im häuslichen Umfeld eingesetzt werden kann. Im Folgenden wird dieses System vorgestellt. Kapitel 2 stellt die Systemarchitektur sowie die dazugehörigen Komponenten vor und in Kapitel 3 werden die Trainingsszenarien beschrieben, dargestellt durch Spiele aufgrund des motivationalen Aspekts.

2 Systemarchitektur

Um die im Projekt vorgesehenen Trainings-Szenarien im häuslichen Umfeld umsetzen zu können, bedarf es eines 3D-Therapieraums, in dem notwendige Sensorsysteme installiert

sind. Auf Basis der sensorischen Daten können die Bewegungen analysiert und ausgewertet werden, sodass der Trainierende angeleitet werden kann, fehlerhafte Ausführungen sofort zu korrigieren. Zudem werden die Ergebnisse in aufbereiteter Form dem Therapeuten zugänglich gemacht. Zu diesem Zweck wurde das System auf die beiden Einheiten Therapie-Client und Therapie-Server aufgeteilt. Der Therapie-Client, integriert in den Therapieraum, setzt sich zusammen aus den Komponenten für die Sensor-Integration sowie Aggregation der sensorischen Daten, genannt Sensor-Aggregator und der Datenverarbeitung, welche aus der Bewegungsanalyse und einer interaktiven Benutzeroberfläche mit integrierten Feedbackmechanismen für den Patienten besteht. Der Therapie-Server befindet sich im zugeordneten Reha-Zentrum oder bei dem behandelnden Therapeuten und setzt sich zusammen aus einer Wissensbasis für die Integration der sensorischen Elemente, genannt Device Directory und der Therapeutenumgebung für die Verwaltung der Trainingspläne und der Patienten. Wenn ein Patient den Therapieraum nutzen will, so wird der Therapie-Client zunächst den aktuellen Übungsplan vom Therapie-Server abrufen, die notwendigen Sensoren auf Basis der vorhandenen Übungen ermitteln und das für die Integration notwendige Wissen aus dem Device Directory integrieren sowie nach der Durchführung der Übungen die Ergebnisse umgekehrt auf dem Therapie-Server speichern. Ein Therapeut kann diese Ergebnisse einsehen und bei Bedarf die entsprechenden Trainingspläne adaptieren und mit dem Patienten in Kontakt treten.

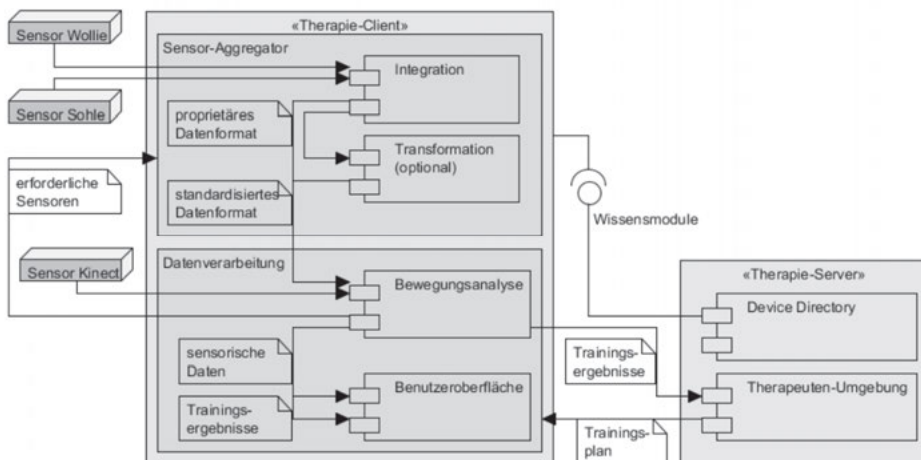


Abbildung 1: Systemarchitektur

2.1 Sensoren

Die verwendete Sensorik in dem hier beschriebenen telemedizinischen System bezieht sich auf zwei verschiedene Sensorknoten, die integriert in entsprechende Gegenstände sowohl für die Aktivierung der oberen als auch der unteren Extremitäten eingesetzt. Beide Sensorsysteme

me setzen sich zusammen aus einer 9D-Bewegungssensorik (3D-Accelerometer, 3D-Gyroskop, 3D-Magnetometer) zur Bestimmung der Lage im Raum und FSR Drucksensoren. Integriert sind diese Sensorknoten zum einen in das Fußbett eines Hausschuhs als auch in ein neu entwickeltes Wand-Sensor-System, genannt Wollie-Action. Die Druckzonen der Schuhe sind aufgeteilt in die drei Bereiche lateral, medial und terminal, was bedeutet, dass für den seitlichen Fußbereich innen als auch außen sowie für den Fersenbereich unabhängige Belastungs- und Kraftintensitäten gemessen werden können. Die Wollie-Action besteht aus einem Schienensystem, in dem handflächen-große Pads verankert sind, die sowohl gedrückt, gezogen als auch verschoben werden können. Die verbaute Drucksensorik des Wandsystems kann neben der Druckkraft zudem auch durch einen neuartigen Mechanismus die Zugkraft messen. Die Übertragung der Bewegungs- und Druckdaten erfolgt über ein Bluegiga BT112 Funkmodul mittels Bluetooth 4.0 Datenprotokoll. Für eine verfeinerte Auswertung der Bewegungen wird zusätzlich ein optischer Sensor, in dem Fall die Kinect 1.0 von Microsoft, hinzugezogen und die 3D Skelettdaten per Kabel an den Therapieclient übertragen.

2.2 Therapie-Client

Der Therapie-Client setzt sich zusammen aus den beiden Komponenten Sensor-Aggregator sowie Datenverarbeitung und ist integriert in den 3D-Therapieraum, in dem das Bewegungstraining ausgeführt wird und somit die sensorischen Elemente angeordnet sind. In Hinblick auf eine Weiterentwicklung des Gesamtsystems sollen über die vorgestellten Trainingsszenarien hinaus auch weitere Übungen ermöglicht werden. Das führt dazu, dass unterschiedlichste Sensoriken benötigt werden. Durch die Heterogenität der Sensoren im Bereich der Funk- und Kommunikations-Technologien sowie des genutzten Formats für die Datenübertragung wird je nach eingesetztem Gerät unterschiedliches Wissen für die Integration der Daten in das Gesamtsystem benötigt. Unterschiedliche Hersteller benutzen oft proprietäre Datenformate für die Kommunikation bei gleichartigen Geräten. Das führt dazu, dass bei Austausch eines Sensors durch einen anderen Hersteller auch die gesamten Daten-Kommunikations-Wege innerhalb eines Systems überarbeitet werden müssen. Das Management der Sensoren erfolgt daher über eine eigenständige Komponente, welche in der Lage ist, das notwendige Wissen für das Verwalten eines bestimmten Sensors zu ermitteln und dieses in Form von Modulen aus einem globalen Verzeichnis (i.e. Device Directory) dem System zur Verfügung zu stellen (Kliem et al. 2014). Um Homogenität der Daten sowie semantische Interoperabilität unabhängig vom Sensorhersteller für nachgeschaltete Komponenten wie der Datenverarbeitung zu gewährleisten, werden die sensorischen Daten gemäß der Normenfamilie ISO/IEEE 11073 übersetzt und in diesem standardisiertem Format weitergegeben (ISO/IEC/IEEE 2010).

Auf Basis der sensorischen Daten werden die medizinischen Bewegungs-Parameter der einzelnen Trainingsszenarien bewertet. Die unterschiedlichen Druckpartien der Schuhe ermöglichen die Analyse der Abrollbewegungen der Füße. Die richtige Reihenfolge der gesetzten Schritte und der Zeitabstände dazwischen gibt Auskunft über die Koordinationsfähigkeit. Während der Gangschule führt der Trainierende ein Pad der Wollie-Action mit sich. Besteht vollständiges Gleichgewicht, wird das Pad nicht als Stütze gebraucht, da weder Druck noch Zug ausgeübt wird. Ähnliche Verfahren werden bei Übungen zur Aktivierung der oberen

Extremitäten eingesetzt. Durch Ziele innerhalb des Trainings-Szenariums wird der Patient aufgefordert, die Pads der Wollie-Action zu belasten und in bestimmte Richtungen zu verschieben. Auch hierbei können medizinische Parameter wie Koordination, Belastungsintensität und Beweglichkeit bewertet werden. Die optische Sensorik trägt dazu bei, die Körperhaltung zu kontrollieren, sodass eventuelle verletzende Ausführungen verhindert werden. Für eine sofortige Korrektur wird dem Trainierenden in Echtzeit der Fehler in der Ausführung insbesondere durch Sprache und zudem durch farbliche Hinweise ähnlich einem Ampelsystem in der Visualisierung mitgeteilt. Die aufbereiteten Ergebnisse einer Trainingseinheit werden remote an die Therapeuten-Umgebung übermittelt.

2.3 Therapie-Server

Der Therapie-Server besteht aus den beiden Komponenten Device Directory und Therapeuten-Umgebung und befindet sich im zugeordneten Reha-Zentrum. Das Device Directory fungiert als eine globale Wissensbasis und stellt das Wissen für die Verwaltung der benötigten Sensorik in Form von kleinen Modulen zur Verfügung. Diese variieren je nach Hersteller, Gerätetyp, verwendeter Funk- und Kommunikations-Technologie sowie Datenformat. Der Sensor-Aggregator lädt die notwendigen Wissensseinheiten nach feststellen des Sensortyps herunter und integriert diese autark, sodass das Gerät und die sensorischen Daten genutzt werden können. Wird der Sensor nicht mehr benötigt, werden die Module wieder entfernt. Somit kann bei Einführung eines neuen sensorischen Elements dieses sofort ohne manuelle, oft aufwendige Konfiguration genutzt werden.

Die Oberfläche der Therapeuten-Umgebung ermöglicht dem behandelnden Arzt oder Therapeuten den Zugriff auf die Daten, den Trainingsplan sowie die Ergebnisse des Trainings. Gegebenenfalls kann dort der Trainingsplan den Ergebnissen entsprechend unter medizinischer Kontrolle angelegt und modifiziert werden. Zudem können Arzt und Patient miteinander in Kontakt treten. Es können Termine durch ein Nachrichtensystem vereinbart werden oder auch durch Video-Telefonie in Echtzeit über weite Strecken hinweg miteinander gesprochen werden.

3 Trainingsszenarien

Durch eine hohe Varietät unterschiedlicher Krankheitsbilder gibt es eine Vielzahl von medizinischen Parametern, die innerhalb des Bewegungstrainings bewertet und analysiert werden müssen um falsche bzw. verletzende Ausführung zu vermeiden. Im Rahmen des Projektes wird eine Kategorisierung anhand der adressierten medizinischen Anwendungsfelder und der dafür geeigneten eingesetzten Sensorik vorgenommen. Es wird zwischen *Freistehenden Übungen* und *Übungen am Wandschienensystem Wollie-Action* unterschieden. Innerhalb dieser Kategorien sind verschiedene Trainingsszenarien definiert, die je nach Anwendungsfall individuell einstellbare Parameter besitzen. Um den Patienten zu motivieren, das Training auch im häuslichen Umfeld fortzuführen, werden die Trainingsszenarien durch Spiele dargestellt. Zu jeder Übung wurde ein Spielszenario konzipiert, das die Bewegungsabläufe

der jeweiligen Übung bestmöglich spielerisch abbildet. So wurde unter anderem für die Gangschule in der Kategorie *Freistehende Übungen* das Spielszenario *Überqueren eines Baches über Steine* und für *Übungen am Wandschienen-System* das Spiel *Drachenfliegen* entwickelt. Im Folgenden werden die Schwerpunkte beider Kategorien und die Bewertung der medizinischen Parameter anhand der eingesetzten Sensorik sowie die Umsetzung dessen exemplarisch an jeweils einem Spielszenario beschrieben.

3.1 Freistehende Übungen

Diese Trainingseinheiten werden insbesondere genutzt zur Aktivierung der unteren Extremitäten, z. B. durch eine Gangschule. Nach einem Schlaganfall muss oftmals das Gehen mit dem nötigen Gleichgewicht neu erlernt werden. Zur Messung der medizinischen Parameter wie die richtige Abrollbewegung, gleichmäßige Druckverteilung beider Füße zueinander und der Schrittlänge sowie der Koordination und des Gleichgewichts werden sowohl die Schuhsensorik als auch die Wollie-Action eingesetzt. Durch die Druck- und Lage-Sensorik der Schuhe kann die Art und Belastungsintensität des Auftretens ausreichend bewertet werden. Die Wollie-Action gibt Auskunft über das Vorhandensein des Gleichgewichts, in dem gegebenenfalls Druck bzw. Zugkraft, ausgeübt durch den Trainierenden, gemessen wird. Um auch eine achsengerechte Oberkörperaufrichtung und axiale Beinstellung beurteilen zu können und somit falsches, ggf. sogar verletzendes Ausführen zu verhindern, wird zudem die optische Sensorik genutzt.



Abbildung 2: Überqueren eines Baches über Steine

Für die spielerische Umsetzung der Gangschule schlüpft der Patient in die Rolle eines Gärtners, der sich vor einem Fluss befindet. Innerhalb des Flusses befinden sich Steine, die einen Weg darstellen und zum Überqueren genutzt werden sollen. Die Wollie-Action wird symbolisiert durch ein Seil, das in Armhöhe über den Fluss führt und bei Bedarf von dem Patienten zur festhaltenden Unterstützung genutzt werden kann. Ziel des Spiels ist es, den Bach Schritt

für Schritt zu überqueren ohne an dem Seil zu ziehen oder zu drücken. Wird eine bestimmte Kraft auf die Wollie-Action und somit auf das Seil ausgeübt, färbt sich dieses innerhalb eines Toleranzbereiches gelb und bei Überschreiten dieses Wertes rot ein. Somit wird dem Patienten als Feedback-Mechanismus signalisiert, dass er mehr auf sein Gleichgewicht achten sollte. Einstellbare Übungsparameter durch den betreuenden Therapeuten beziehen sich hierbei auf die Grenzwerte der erlaubten Krafteinwirkung auf die Wollie-Action (Gleichgewicht), auf die Größe der Steine, deren Abstände und somit auch auf die Anzahl (Beweglichkeit, Schrittlänge, Stellung der Füße zueinander, gleichmäßige Druckverteilung und Abrollbewegung). Jeder gesetzte Schritt durch den Patienten trifft bei Einsatz des richtigen Beins einen Stein unabhängig davon, ob die Schrittlänge den Vorgaben entspricht. Das Einfärben der Steine in die Farben grün, gelb oder rot zeigt dem Patienten an, wie erfolgreich der Schritt den eingestellten Übungsparametern entspricht.

3.2 Übungen am Wandschienen-System Wollie-Action

Zur Aktivierung der oberen Extremitäten wird insbesondere das Wand-Sensor-System eingesetzt. Je nach Übungsziel werden die Pads der Wollie-Action geschoben und gedrückt oder gezogen und dadurch die Arme, der Oberkörper und der Rumpf des Patienten gekräftigt sowie die Stabilisation der Schultern trainiert. Parameter wie Koordination, Beweglichkeit und mögliche Belastungsintensität des Oberkörpers durch Messung der Dauer der aufgebauten isometrischen Spannung durch anhaltendes drücken oder ziehen können innerhalb dieser Trainingsszenarien bewertet werden. Auch die gleichmäßige Kraftverteilung durch einen Rechts-Links-Vergleich wird durch den Einsatz der Wollie-Action ermöglicht. Durch Hinzunahme der Schuhsensorik kann zudem die gleichmäßige Lastverteilung auf den Fußsohlen gemessen und analysiert werden. Auf Basis der Daten der optischen Sensorik werden die Körperhaltung, der achsengerechte Stand sowie der Abstand zum Wandschienensystem und somit die Armstellung des Trainierenden kontrolliert.



Abbildung 3: Drachenfliegen

Zur Aktivierung der oberen Extremitäten, insbesondere der Arme und der Schultern, wird der Patient zum Drachenflieger und befindet sich in der Luft über einer weitläufigen Landschaft. Ziel ist es nun durch Ringe zu fliegen, die nach und nach in unterschiedlicher Höhe am Horizont erscheinen. Indem die Pads der Wollie-Action entsprechend lange gedrückt oder gezogen werden, wird die Flughöhe beeinflusst. Die Richtung wird bestimmt durch Schieben der Pads entlang der Schienen des Wand-Systems. Die erforderliche Bewegungsrichtung wird durch das Einblenden von Pfeilen im Voraus angekündigt, so dass der Patient genug Zeit hat rechtzeitig zu reagieren. Übungsparameter können dabei durch den betreuenden Therapeuten individuell eingestellt werden und beziehen sich im Kontext dieses Trainingsszenarios auf die Frequenz und Position der auftretenden Ringe (Bewegungs- und Kraftintensität), die Geschwindigkeit des Gleiters (Reaktionszeit / Koordination) und die Anzahl der Ringe, die durchflogen werden müssen. Die Einfärbung des aktuell angeflogenen Rings kennzeichnet, wie erfolgreich dieser entsprechend der eingestellten Parameter getroffen wird.

4 Ausblick

Gegenwärtig befindet sich das Projekt in der Abschlussphase. Nach der Etablierung der technischen Infrastruktur für die Zusammenführung, Weiterleitung und Analyse der Sensorsignale, der Ausgestaltung des Interaktionskonzeptes und der Entwicklung der multimodalen Benutzeroberflächen für drei konkrete Bewegungsübungen erfolgt nun die Planung der Systemevaluation im Reha-Zentrum Lübben. Entwicklungsbegleitend wurde im Fraunhofer Institut FOKUS ein Therapieraum eingerichtet. Ab Mitte des Jahres wird ein weiterer funktionsfähiger Therapieraum in Lübben bereitstehen, so dass bis zum Ende des Jahres 2015 eine

Evaluation des Gesamtsystems durchgeführt werden kann. Hierbei wird der Therapie-Server primär von den Therapeuten beurteilt und für die Evaluation des Therapie-Clients sind Patientenbefragungen geplant. Nach einer positiven Evaluation sollen Gespräche mit dem Kostenträger aufgenommen werden, das Konzept eines multimodalen, telemedizinisch assistierten Therapieraumes in die Versorgungspraxis zu überführen.

5 Schlussteil

Literaturverzeichnis

- Aichner, F. and Holzer, E. (2013). Schlaganfall: Vorsorge, Behandlung und Nachsorge - Ein Ratgeber für Gesunde, Patienten und Angehörige. Wien: Springer Verlag.
- Botella, C., Etchemendy, E., Castilla, D., Banos, R.M., Garcia-Palacios, A., Quero, S., Alcaniz, M. & Lozano, J.A. 2009. An e-health system for the elderly (Butler Project): A pilot study on acceptance and satisfaction. In Liebert, M.A. (Hrsg.): *CyberPsychology & Behavior* 12(3). S. 255-262
- Cyarto, E.V., Brown, W.J., Marshall, A.L. & Trost, S.G. (2008). Comparative effects of home- and group-based exercise on balance confidence and balance ability in older adults: cluster randomized trial. *Gerontology* 54(5), S. 272-280.
- Eiff, W. von & Schüring, S. (2011). Medizinische Rehabilitation: Kürzere Akut-Verweildauern erhöhen Aufwand in der Reha. *Deutsches Ärzteblatt* 108(21), S. 20
- Hamdi, O., Chalouf, M.A., Ouattara, D. & Krief, F. (2014). eHealth: Survey on research projects, comparative study of telemonitoring architectures and main issues. *Journal of Network and Computer Applications* 46, S. 100-112
- Hermens, H.J. & Vollenbroek-Hutten, M.M.R. (2008). Towards remote monitoring and remotely supervised training. *Journal of Electromyography and Kinesiology: Official Journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology* 18(6), S. 908-919
- ISO/IEC/IEEE Health informatics--Personal health device communication--Part 20601: Application profile--Optimized exchange protocol (2010). ISO/IEEE 11073-20601:2010(E), S. 1-208
- John, M., Klose, S., Kock, G., Jendreck, M., Feichtinger, R., Henning, B., Reithinger, N., Kiselev, J., Gövercin, M., Steinhagen-Thiessen, E., Kausch, S., Polak, M. & Irmscher, B. 2012. SmartSenior's Interactive Trainer - Development of an Interactive System for a Home-Based Fall-Prevention Training for Elderly People. In Wichert, R & Eberhardt, B. (Hrsg.): *Ambient Assisted Living* 5, S. 305-316
- Kliem, A., Boelke, A., Grohnert, A. & Traeder, N. 2014. Self-adaptive middleware for ubiquitous medical device integration. In IEEE (Hrsg.): *e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom)*, 2014 IEEE 16th International Conference on, S. 298-304
- Koczula, G., Schultz, C & Gövercin, M. 2012. Die Rolle von technologiebasierten Assistenzsystemen bei der ganzheitlichen Versorgung pflegebedürftiger Patienten – Herausforderungen einer flächendeckenden Implementierung. In Shire, K.A. & Leinmeister, J.M. (Hrsg.): *Technologiegestützte Dienstleistungsinnovation in der Gesundheitswirtschaft*. Wiesbaden: Gabler Verlag, S. 31-55
- Körtke, H., Feige, T. Gräfe, B. & Secer, S. (2012). Akzeptanz der Telemedizin. In *Technik für ein selbstbestimmtes Leben* (5. Deutscher AAL-Kongress). Berlin: VDE Verlag GmbH

Welsch, N. (2015). Leben ohne Tod? Forscher besiegen das Altern. Berlin, Heidelberg: Springer Spectrum

Kontaktinformationen

Anne Grohnert
Komplexe und Verteilte IT Systeme (CIT), Technische Universität Berlin
Einsteinufer 17, 10587 Berlin
anne.grohnert@tu-berlin.de

Anett Bölke
Komplexe und Verteilte IT Systeme (CIT), Technische Universität Berlin
Einsteinufer 17, 10587 Berlin
anett.boelke@tu-berlin.de

Benny Häusler
Kompetenzzentrum E-HEALTH, Fraunhofer FOKUS
Kaiserin-Augusta-Allee 31, 10589 Berlin
benny.haesler@fokus.fraunhofer.de

Boris Irmscher
Nuromedia GmbH, Schaafenstr. 25, 50676 Köln
boris.irmscher@nuromedia.com

Michael John
Kompetenzzentrum E-HEALTH, Fraunhofer FOKUS
Kaiserin-Augusta-Allee 31, 10589 Berlin
michael.john@fokus.fraunhofer.de

Andreas Kliem
Komplexe und Verteilte IT Systeme (CIT), Technische Universität Berlin
Einsteinufer 17, 10587 Berlin
andreas.kliem@tu-berlin.de

Gerd Kock
Kompetenzzentrum E-HEALTH, Fraunhofer FOKUS
Kaiserin-Augusta-Allee 31, 10589 Berlin
gerhard.kock@fokus.fraunhofer.de

Jens Piesk
Nuromedia GmbH
Schaafenstr. 25, 50676 Köln
jens.piesk@nuromedia.com

Marco Polak
Nuromedia GmbH
Schaafenstr. 25, 50676 Köln
boris.irmscher@nuromedia.com

BRELOMATE - Ein Second Screen Spiele- und Kommunikationsportal für ältere Menschen

Sabine Sommer¹, Jakob Doppler², Gernot Rottermanner², Peter Judmaier², Johannes Pflegerl¹

Fachhochschule St. Pölten, Ilse Arlt Institut für Soziale Inklusionsforschung¹
Fachhochschule St. Pölten, IC\M/T – Institut für Creative\Media\Technologies²

Zusammenfassung

Ältere Menschen sind tendenziell häufiger von sozialer Isolation betroffen. Dieses Risiko steigt mit höherem Alter, bedingt etwa durch Mobilitätseinschränkung, an. Im Rahmen des Forschungsprojekts BRELOMATE wurde eine informations- und kommunikationstechnische Lösung nach den Prinzipien „bedürfnisorientiert, leistbar und einfach bedienbar“ prototypisch entwickelt, um sozialer Isolation bei älteren Menschen entgegenzuwirken und sie möglichst lange an gesellschaftlichen Prozessen teilhaben zu lassen. Der Artikel beschreibt die prototypische Entwicklung eines Second Screen Spiele- und Kommunikationsportals zur computergestützten Kommunikation für ältere Menschen verbunden mit einem stichbasierten Kartenspieldienst, welche in einem Nachfolgeprojekt gemeinsam mit einem Telekommunikationsunternehmen zu einem marktreifen Produkt weiterentwickelt werden soll.

1 Einleitung

Untersuchungen machen deutlich, dass ältere Menschen tendenziell häufiger von sozialer Isolation betroffen sind als jüngere und dieses Risiko mit höherem Alter steigt (Eiffe 2012; Hofer & Moser-Siegmeth 2010; Hörl & Kytir 2000). Soziale Isolation wiederum kann die gesundheitliche Situation der Betroffenen deutlich verschlechtern und somit auch enorme Auswirkungen auf die Kosten im Gesundheitsbereich nach sich ziehen. Insofern sind nachhaltige Lösungen, die eine Partizipation dieser Zielgruppe fördern, von großer gesellschaftlicher Relevanz. Bisherige Untersuchungen (Jakobs et al. 2008; Hofer & Bammer 2004) zeigen, dass insbesondere bei älteren Personen, die wenig Erfahrung mit technischen Anwendungen haben, große Skepsis besteht und erst der konkrete Bedarf – bedingt durch abrupte Änderungen der Lebenssituationen und oft einhergehend mit Einschränkungen in der Mobilität – die Notwen-

digkeit von Assistenzsystemen erkennen lässt. Es gibt Evidenz dafür, dass IKT-gestützte Angebote hilfreich in der Linderung sozialer Isolation im Alter sein können (Cattan et al. 2005), die tatsächliche Nutzung von entsprechenden Angeboten hängt allerdings wesentlich von deren Gestaltung ab. Die Teilnahme älterer Menschen an neuen, digitalen Kommunikationsmöglichkeiten scheitert daher nicht am Unverständnis für IKT, sondern an der Komplexität und nicht zielgruppengerechten Umsetzung der verfügbaren IKT-Angebote. Einfachheit in der Anwendung scheint daher eine wesentliche Voraussetzung zu sein, damit ältere Menschen zur Nutzung bereit sind. Die Herausforderung in der Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen für ältere Menschen liegt daher in der präventiven Heranführung an unvoreingenommene IKT-Lösungen. Das Projektziel von BRELOMATE¹ war es daher, eine informations- und kommunikationstechnische Lösung nach den Prinzipien „bedürfnisorientiert, leistbar und einfach bedienbar“ prototypisch zu entwickeln, um sozialer Isolation bei älteren Menschen entgegenzuwirken und sie möglichst lange an gesellschaftlichen Prozessen teilhaben zu lassen.

2 Forschungsdesign

Das interdisziplinäre Forschungsteam arbeitete dabei nach einem User Centered Design Prozess (Norman 2002; Saffer 2010) mit den iterativ durchlaufenden Phasen Recherche, Design, Prototyp und Test. Zusätzlich wurde ein spezifisches didaktisches Konzept erarbeitet, um Lernprozesse der Zielgruppe mit den entwickelten Anwendungen anzuregen und in weiterer Folge sukzessive zu unterstützen. Zu Projektbeginn wurden in zwei Workshops mit 7 Mitarbeiterinnen aus dem Bereich der Altenpflege und mit 8 Personen aus der Zielgruppe Bedürfnisse und Anforderungen hinsichtlich einer IKT-Lösung sondiert, welche aus Sicht der Zielgruppe das Potential hat, sozialer Isolation im Alter entgegenzuwirken. Basierend auf den Ergebnissen dieser Workshops ergab sich ein Fokus auf Kommunikation (Videotelefonie) und Unterhaltung (Kartenspiel). Anschließend wurden drei Konzepte als Lo-Fi-Prototyp entwickelt und in einem Usability Labor mit vier SeniorInnen im Alter von 59 bis 78 Jahre getestet. Zwei Konzepte basierten auf Tangible-User-Interface-Lösung mittels NFC-kodierten Spielkarten. Die dritte Interaktionsvariante bestand aus einer Touch-Tablet-Lösung in Kombination mit einem TV-Gerät, welche von allen ProbandInnen als praktisch, einfach in der Bedienung und alltagsrelevant eingeschätzt wurde. Auf Basis der Ergebnisse dieses ersten Usability-Tests wurde ein funktionaler, im realen Nutzungskontext einsetzbarer Hi-Fi-Prototyp entwickelt und gemeinsam mit einem speziell entwickelten Didaktikkonzept getestet (n=10, Durchschnittsalter 71 Jahre).

¹ Acronym für *Breaking Loneliness with Mobile Interaction and Communication Technologies for Elderly*



Abbildung 1: Testsetting im Usability Labor (links) und im Privathaushalt einer Testperson (rechts)

Der BRELOMATE-Prototyp ist als Second-Screen-Anwendung zu verstehen: Ein Tablet ist Steuerungseinheit für Videotelefonie und Kartenspiel. Ein TV-Bildschirm dient aufgrund seiner optimalen Größe zur Informationsdarstellung. Ein zentraler Server ist für den Datenaustausch zwischen den Haushalten verantwortlich. Die Anwendung für Tablet und TV-Bildschirm wurde in Android umgesetzt, jene für den TV-Bildschirm läuft auf einer TV-Box. Der Server wurde mit Node.js implementiert. Zur Echtzeitkommunikation wird das WebSocket-Protokoll verwendet. Für die Videotelefonie wird das Framework OpenTok eingesetzt.

Bei der Testung im Nutzungskontext wurde das oben dargestellte technische Setting bei zwei ausgewählten Testpersonen im persönlichen häuslichen Umfeld für zwei Tage aufgebaut und installiert (Abb. 1 rechts). Beide spielten jeweils mit drei bzw. fünf weiteren Testpersonen, die sich im Usability Labor an der FH St. Pölten aufhielten. Die beiden BewohnerInnen nutzten das Kartenspiel nach einer kurzen Einschulung zu Testbeginn selbstständig und ohne Unterstützung mit den wechselnden Testpersonen im Usability Labor (Abb. 1 links). Letztere wurden mit ihrem Einverständnis mit Hilfe von drei Kameras und zwei Mikrofonen aufgenommen sowie über eine Blindscheibe vom Entwicklungsteam beobachtet.

3 Ergebnisse

Die Auswertung der Usability Tests zeigte, dass der für die Zielgruppe konzipierte Hi-Fi-Prototyp gut funktionierte und sowohl für die Zielgruppe und als auch für die Anforderungen gut geeignet ist. Dies ließ sich daran ablesen, dass die Testpersonen die Anwendung rasch intuitiv erfassten und bei den Tests flüssige Spielabläufe zustande kamen. Insgesamt war auch eine steile Lernkurve bei allen Testpersonen erkennbar und beim Großteil der Testpersonen ein hoher Spielspaß zu beobachten. Das Feedback der Testpersonen zeigte, dass durch den Einsatz des Fernsehers als zusätzlicher Screen eine mit einem analogen Face-to-face-Setting vergleichbare Spiel- und Gesprächssituation hergestellt werden konnte. Weiters bestätigten die Testergebnisse das didaktische Konzept in seiner Wirksamkeit in der Zielgruppe. Entwicklungspotential besteht in Hinblick auf die Personalisierung der Anwendung und einer Ausweitung auf

vier Spielpersonen. Denkbar wäre darüber hinaus, zusätzliche stichbasierten Kartenspiele in diesem Anwendungssetting zu realisieren.

4 Conclusio und Ausblick

Die Idee, das vorhandene und bei älteren Menschen beliebte Endgerät, den Fernseher, als zentrales Element neben einem Steuerungstablet in die Planung und Umsetzung einer Second-Screen-Plattform miteinzubeziehen, ist ein Alleinstellungsmerkmal. Die Trennung von Steuerung und Visualisierung auf zwei Endgeräte hat entscheidende Vorteile bei der Aufbereitung und Darstellung von Inhalten. Information und Videokommunikation und gemeinsame Spielinhalte können adäquat am vertrauten TV-Bildschirm dargestellt werden. Die Menüstrukturierung am Tablet hingegen, die hauptsächlich zur Interaktion verwendet wird, kann sehr flach gehalten und die Bedienelemente auf das wesentliche reduziert werden. In der Spielsituation des Kartenspiels „Schnapsen“ etwa ist lediglich die Interaktion mit den eigenen Handkarten und den Aktionen erforderlich. Alle gemeinsamen Informationen zum Spielstand und der Kommunikation werden auf dem großen Bildschirm angezeigt. Der partizipative Effekt beim kooperativen Spielen und Austausch ist dabei eine nicht zu unterschätzende, implizite Lernhandlung. Ein robustes Second Screen Spiele- und Kommunikationsportal hat großes Potential zu einem kostengünstigen und einfach zu handhabenden Service-Ökosystem für ältere Menschen zu werden. Die längerfristige Perspektive liegt darin, zukünftig weitere Dienste anbieten zu können, die einen entscheidenden Einfluss auf die Partizipation von älteren Menschen in modernen Informations- und Kommunikationsstrukturen bieten.

Zusammenfassend konnte das Projekt BRELOMATE überzeugend zeigen, dass ein User-Centered Design-Prozess mit direktem Einbezug der Zielgruppe in alle Entwicklungsschritte eine hohe Akzeptanz und Zufriedenheit bei der Produktnutzung mit sich bringt. Basierend auf diesen Ergebnissen und Entwicklungen startet im September 2015 ein Folgeprojekt. Ziel von BRELOMATE 2 ist es, den Fernseher mit einem Steuerungstablet zum benutzerfreundlichen und kostengünstigen Herzstück einer Second Screen Spiele- und Kommunikationsplattform für ältere Menschen zu machen. Unter Einbindung der zukünftigen NutzerInnen soll der beschriebene Prototyp gemeinsam mit einem Telekommunikationsunternehmen zu einem marktreifen Produkt weiterentwickelt und in einer Feldstudie mit 36 Testhaushalten getestet werden.

Literaturverzeichnis

- Hofer, D. & Bammer, M. (2004). *Informations- und Kommunikationstechnologie für Menschen im Alter*. Technical Report. Linz: LIFEtool.
- Cattan, M., White, M., Bond, J. & Learmouth, A. (2005). Preventing social isolation and loneliness among older people: a systematic review of health promotion interventions. *Ageing and Society*, 25(1), S. 41–67. doi:10.1017/S0144686X04002594
- Eiffe, F. F. (2012). *Soziale Lage älterer Menschen in Österreich*. Wien: BMASK.
- Hofer, K. & Moser-Siegmeth, V. (2010). *Soziale Isolation älterer Menschen. Ursachen, Folgen und technische Lösungsansätze* (Forschungsbericht). Forschungsinstitut des Roten Kreuzes, Wien.

- Hörl, J. & Kytir, J. (2000). *Private Lebensformen und soziale Beziehungen älterer Menschen*. In: BMSSG (Hrsg.). *Ältere Menschen - neue Perspektiven. Seniorenbericht 2000 - zur Lebenssituation älterer Menschen in Österreich*. Wien. S. 52–103.
- Jakobs, E., Ziefle, M. & Lehnen, K. (2008). *Alter und Technik. Studie zu Technikkonzepten, Techniknutzung und Technikbewertung älterer Menschen*. Aachen: Apprimus Verlag.
- Norman, D. A. (2002). *The design of everyday things*. New York: Basic books.
- Saffer, D. (2010). *Designing for interaction: creating innovative applications and devices*. Berkeley, CA: New Riders.

Kontaktinformation

Mag. (FH) Sabine Sommer
Fachhochschule St. Pölten, Ilse Arlt Institut für Soziale Inklusionsforschung
<http://brelomate.fhstp.ac.at> | sabine.sommer@fhstp.ac.at

Danksagung

Das Projekt BRELOMATE wurde im Rahmen des Programmes *benefit* der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft gefördert (840701).

Familienangehörige spielerisch zusammenführen – Systemkonzept

Paul März, Daniel Schwahlen, Julia Bons, Stefan Geisler

Institut Informatik, Hochschule Ruhr West

Zusammenfassung

Immer mehr ältere Menschen leben von ihren Angehörigen getrennt und können über Kommunikationsmedien wie Telefon und Skype nur eingeschränkt gemeinsame Erlebnisse erzeugen. In diesem Paper wird die technische Umsetzung eines Konzeptes vorgestellt, das es Familienmitgliedern ermöglicht über das Internet gemeinsam „Mensch-ärgere-dich-nicht“ zu spielen. Durch Videotelefonie und eine besondere Anordnung der Hardware werden die Spieler trotz räumlicher Trennung virtuell an einen Tisch gebracht und dadurch ein gemeinsames Erlebnis erzeugt. Die Clientanwendung wird dabei als plattformabhängiger Webservice und die Videotelefonie mittels verschiedener Standards und Server realisiert.

1 Einleitung

In Deutschland leben immer mehr ältere Menschen über große Entfernungen von ihren Angehörigen getrennt. Kommunikationsmedien wie Skype oder Telefon können den Kontakt aufrechterhalten, aber ein gemeinsames Erlebnis findet nur eingeschränkt statt. Zur Lösung dieses Problems wurde in Bons et al. (2014) ein Spielekonzept vorgestellt, bei dem über weite Entfernungen miteinander gespielt werden kann und die Spieler sich durch den Aufbau virtuell gegenüber sitzen. In dieser Arbeit wird die technische Umsetzung des im letzten Jahr vorgestellten Spielekonzeptes beschrieben.

In Donaldson et al. (2005) und in Gamberini et al. (2009) wurden ebenfalls Spiele auf einem Touchtisch für ältere Menschen entwickelt. Ersteres hatte das Ziel, ältere Menschen miteinander zu verbinden während beim zweiten System die kognitiven Fähigkeiten älterer Menschen trainiert werden sollten. Rottermann et al. (2015) entwickelten ein System zum Kartenspielen über Fernseher und Tablet, das auch Unterhaltung über Videotelefonie ermöglicht. Aus Korea stammt ein Projekt, bei dem Kommunikation um die automatische Übermittlung von Gesundheitsdaten angereichert wird (Kang et al. 2015).

Im Gegensatz zu den bisherigen Ansätzen soll in dem hier vorgestellten System das gemeinsame Erleben mit Familienangehörigen im Mittelpunkt stehen. Ältere und jüngere Generationen einer Familie sollen zusammengebracht werden, indem sie durch eine bestimmte Anordnung der verwendeten Hardware gegenübergestellt werden. Das Bedienkonzept soll dem realen Spiel möglichst ähnlich sein. Diese Online-Zusammentreffen können Einsamkeit vermeiden, an der gerade die Familienmitglieder älterer Generationen leiden können.

2 Spiel

Wie bereits in Bons et al. (2014) beschrieben, wurde als Spiel „Mensch-ärgere-dich-nicht“ gewählt. Die Spieler können entweder zuhause am Touchtisch sitzen und mit realen Figuren spielen oder mit ihrem Tablet im Garten mittels virtueller Spielsteine über den Touchbildschirm interagieren. Zusätzlich zum Spiel wird eine Videokommunikation aufgebaut, welche es den Familienangehörigen ermöglicht, miteinander zu sprechen.

Die Spielregeln werden nicht überwacht, da sich in den Familien verschiedene Hausregeln etabliert haben, welche nicht vom Spiel verboten werden sollen, aber zu vielseitig sind, um sie in einer Spiellogik zusammenzuführen. Daher wird den Spielern lediglich bei rudimentären Aufgaben unter die Arme gegriffen, wie beispielsweise dem Anzeigen der Anzahl der Felder, die der Spieler mit seinen Figuren gehen darf. Des Weiteren wird die Anwendung des Würfels übernehmen. Der Spieler betätigt eine Schaltfläche, sodass automatisch ein virtueller Würfel geworfen wird, der das Ergebnis für alle sichtbar anzeigt. Auch wenn es für ein authentisches Spielgefühl förderlich gewesen wäre, wird kein physischer Würfel verwendet, da die Gefahr besteht den Touchtisch bei jedem Wurf zu beschädigen.

3 Implementierung

Da für den Client des jüngeren Mitspielers keine separate Hardware angeschafft und eine große Zahl an Nutzern angesprochen werden soll, bietet es sich an, den Client als plattformunabhängigen Webservice zu entwickeln. So muss nur eine Anwendung erstellt und gewartet werden. In der Clientversion für die jüngeren Anwender werden Spielfeld und Videostream nebeneinander dargestellt, wohingegen es bei den älteren Anwendern eine Trennung zwischen dem Videostream und dem Spielfeld gibt. Letzteres wird auf einem Samsung SUR40 Touchtisch dargestellt. Seine Pixelsense-Technologie erlaubt es, Objekte auf dem Tisch zu erkennen. Somit ist es dem älteren Mitspieler möglich, Spielfiguren auf dem Feld zu bewegen und so ein realitätsnahes Bedienerlebnis zu schaffen.

Die Videokommunikation bei dem älteren Mitspieler wird über einen separaten Computer angezeigt. Grund für die Trennung sind die speziellen Anforderungen, die der Tisch an seine Anwendungen stellt. Einige Funktionen, wie etwa die Verwendung einer Webcam, stehen im öffentlichen Modus nicht zur Verfügung. Auch reagieren die Sensoren des Tisches empfindlich auf ungünstige Lichtbedingungen, wodurch die Bedienung erschwert wird. Da der Vide-

ostream aber trotz etwaiger Fehlfunktionen des Tisches weiterhin läuft, können beide Nutzer weiterhin miteinander kommunizieren und gemeinsam eventuell auftretende Probleme lösen. Ein weiterer Grund für die Trennung ist, dass das Spielgefühl nicht durch ein in das Spielfeld eingeblenndes Videobild beeinträchtigt werden soll.

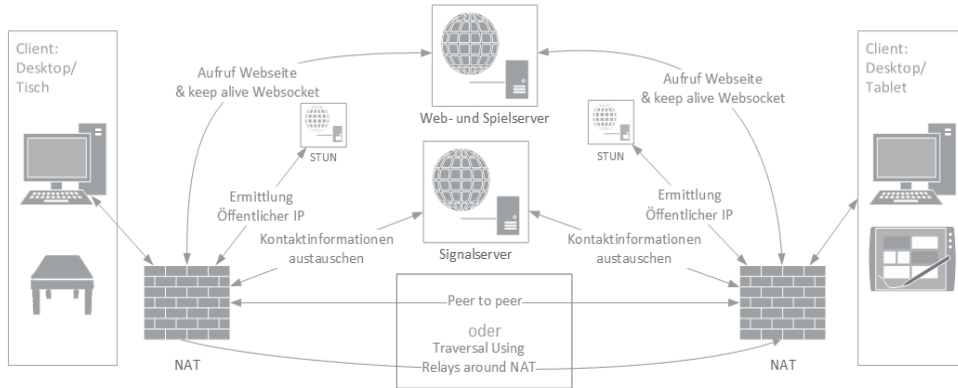


Abbildung 1: Infrastruktur

Die technische Infrastruktur ist in Abbildung 1 dargestellt. Die Videokommunikation der Clients wird durch den Web Real-Time Communication (WebRTC) Standard ermöglicht. Mit WebRTC können Video, Audio oder auch Dateien über eine Peer-to-Peer Verbindung versendet werden. Dabei wird nur zu Beginn einer Kommunikation ein Server benötigt, über den die Clients ihre Kontaktinformationen austauschen. Dies geschieht über den JSEP (Javascript Session Establishment Protocol) Standard. Sobald die Informationen ausgetauscht sind, erfolgt die Kommunikation über eine Peer-to-Peer Verbindung. Neben dem Server zum Kontaktinformationsaustausch werden meist zwei weitere Server zum Erstellen der Peer-to-Peer Verbindung benötigt. Der erste ist ein STUN (Session Traversal Utilities for NAT) Server. Die Clients befinden sich zumeist hinter einem NAT (Network Address Translator) und kennen somit nur ihre lokale IP Adresse. Durch die Verwendung eines STUN Servers ist es für einen Client möglich, die öffentliche IP Adresse seines Internetzugangs zu ermitteln. Sollte die Verwendung eines STUN Servers nicht ausreichen, wird zusätzlich ein TURN (Traversal Using Relays around NAT) Server verwendet, um die Verbindung aufzubauen. Dieser Server wird jedoch selten benötigt. Für die schnelle Implementierung von WebRTC wird in diesem Projekt das SimpleWebRTC Framework der Firma &yet¹, sowie ein STUN Server, der von Google zur freien Verwendung bereitgestellt wurde, verwendet. Die Übertragung der Spieldaten geschieht über die Node.js Bibliothek Socket.IO², da die Daten nicht nur zwischen den Clients der Peer-to-Peer Verbindung, sondern auch mit dem Tisch ausgetauscht werden müssen. Diese Socketverbindung wird mit dem Aufruf der HTML Seite aufgebaut und bleibt bestehen.

¹ Andyet (2015). <https://andyet.com/>. Aufgerufen am 27.5.2015

² Socket.IO (2015). <http://socket.io/>. Aufgerufen am 27.5.2015

4 Ausblick

Der hier beschriebene technische Aufbau und das zuvor beschriebene Konzept (Bons et al. 2014) wurden so gestaltet, dass Familienangehörige unterschiedlichen Alters trotz großer Entfernung miteinander Erlebnisse aufbauen können. Das System soll anhand einer Studie auf Akzeptanz und Usability validiert werden. Es ist geplant, diese Studie gemeinsam mit einer Senioreneinrichtung durchzuführen. Die Ergebnisse sollen zu einer konzeptionellen wie auch – wenn notwendig – technischen Weiterentwicklung führen.

5 Schlussteil

Danksagung

Die Arbeit ist Teil des Projektes UsAHome, teilweise finanziert durch das Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen.

Literaturverzeichnis

- Bons, J., Geisler, S., & Geyer, C. (2014). Familienangehörige spielerisch zusammenführen. In Mensch & Computer 2014–Workshopband: 14. Fachübergreifende Konferenz für Interaktive und Kooperative Medien–Interaktiv unterwegs–Freiräume gestalten (p. 95). Walter de Gruyter GmbH & Co KG.
- Donaldson, J., Evnin, J. & Saxena, S. (2005). *ECHOES: Encouraging Companionship, Home Organization, and Entertainment in Seniors*. In CHI '05 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '05). Portland: ACM, S. 2084-2088.
- Gamberini, L., Martino, F., Seraglia, B., Spagnoli, A., Fabregat, M., Ibanez, F., Alcaniz, M. & Andrés, J. M. (2009). *Eldergames Project: An innovative Mixed Reality Table-top Solution to Preserve Cognitive Functions in Elderly People*. In Proceedings of the 2nd conference on Human System Interactions (HSI'09). Catania: IEEE Press, S. 161-166.
- Kang, M., Kim, T., Kim, Y., & Ahn, J. (2015). *FamCom: A Communication Service Enhancing Conversation Quality Between Elders Residing in Care Hospital and Their Family Member*. In Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, S. 13-18
- Rottermann, G., Weißenböck, J., Sommer, S., Pflegerl, J., Doppler, J., Gruber, W., & Judmaier, P. (2015). Mediengestützte Kommunikation für ältere Menschen. <http://ffhoarep.fh-ooe.at/handle/123456789/396>, aufgerufen am 22.6.2015

Kontaktinformationen

Paul März, paul.maerz@stud.hs-ruhrwest.de
 Daniel Schwahlen, daniel.schwahlen@stud.hs-ruhrwest.de
 Julia Bons, julia.bons@hs-ruhrwest.de
 Stefan Geisler, stefan.geisler@hs-ruhrwest.de

Usable Security and Privacy:
Nutzerzentrierte Lösungsansätze zum
Schutz
sensibler Daten

Usable Security and Privacy: Nutzerzentrierte Lösungsansätze zum Schutz sensibler Daten

Luigi Lo Iacono¹, Hartmut Schmitt²

Fachhochschule Köln¹

HK Business Solutions GmbH²

1 Thema

Die digitale Vernetzung und die zunehmende Technologisierung unseres beruflichen und privaten Alltags stellen neue Herausforderungen an den Schutz sensibler Daten. Damit sich Software, Apps und interaktive Produkte im täglichen Gebrauch nicht als Risiken für private Endanwender oder Unternehmen entpuppen, müssen sie mit Sicherheitsfunktionen und -mechanismen ausgestattet sein, die von allen Nutzergruppen verstanden und benutzt werden können.

Das Problem: Bei der Nutzung von Software und interaktiven Produkten zählen Datenschutz und -sicherheit in der Regel nicht zu den primären Zielen des Anwenders. Die Entwicklungsprozesse und Vorgehensmodelle des Usability-Engineerings und des User-Centered Design sind daher noch weitgehend von denen des Security-Engineerings entkoppelt. Um die Grundlage für eine systematische Entwicklung sicherer und benutzbarer Produkte zu schaffen, müssen also die Konzepte, Methoden und Werkzeuge verschiedener Software-Engineering-Disziplinen und Geisteswissenschaften miteinander integriert werden und neue nutzerzentrierte Lösungsansätze entwickelt werden.

Usable Security and Privacy bezeichnet den inter- und transdisziplinären Ansatz, sicherheitsfördernde Verfahren für Software und interaktive Produkte so zu gestalten, dass Benutzer bei ihren sicherheits- und datenschutzrelevanten Zielen und Vorhaben bestmöglich unterstützt werden. Hierdurch werden z. B. auch Laien und technikferne Anwender in die Lage versetzt, Sicherheitselemente und deren Notwendigkeit zumindest grundlegend zu verstehen und diese in der dafür vorgesehenen Weise zu verwenden.

2 Zielsetzung und Inhalte des Workshops

Mit dem Workshop „Usable Security and Privacy: Nutzerzentrierte Lösungsansätze zum Schutz sensibler Daten“ soll ein Forum etabliert werden, in dem sich Experten aus Wissenschaft und Praxis zum Thema benutzerfreundliche Informationssicherheit austauschen können. Dies umfasst die Präsentation aktueller Forschungsarbeiten und (prototypischer) Entwicklungen, den wissenschaftlichen Diskurs, die interdisziplinäre Auseinandersetzung und den praktischen Erfahrungsaustausch zwischen den Teilnehmern. Zugleich soll durch den Workshop die Diskussion für ein breiteres Fachpublikum geöffnet werden und es sollen neue Impulse für das Forschungsgebiet Usable Security and Privacy gesetzt werden, z. B. indem Fragestellungen für künftige Forschungsarbeiten aufgeworfen werden.

Das Thema Usable Security and Privacy betrifft unterschiedliche Forschungsgebiete und Berufsfelder, z. B. Informatik, Ingenieurwissenschaften, Mediengestaltung und Psychologie. Der Workshop richtet sich daher an interessierte Wissenschaftler aus diesen Bereichen, aber auch ausdrücklich an Praktiker aus der Wirtschaft und der Industrie.

Erstmals wurde der Workshop im Rahmen der Fachtagung Mensch und Computer 2015 als ganztägige Veranstaltung am 6.9.2015 in Stuttgart durchgeführt. Er hatte zum Ziel, neue nutzerzentrierte Ansätze zum Schutz sensibler Daten zu thematisieren und zu diskutieren, um so den Dialog zwischen Wissenschaft und Industrie anzuregen. Mögliche Themen für wissenschaftliche oder praxisorientierte Beiträge des Workshops waren:

- neue Vorgehensweisen oder Werkzeuge,
- gestalterische Studien,
- Berichte praktischer Umsetzung (erfolgreiche/fehlgeschlagene Beispiele),
- Systemdemonstrationen,
- praxiserprobte Methoden, Best Practices,
- kritische Reflexionen (Herausforderungen, Fallstricke) und
- theoretische/zukunftsweisende Arbeiten.

Sämtliche angenommenen Beiträge wurden in Vorträgen vorgestellt und diskutiert. Ergebnis des Workshops ist die hier vorgestellte Sammlung von neuen Entwicklungen und Forschungsergebnissen im Bereich Usable Security and Privacy.

3 Programmkomitee

Das Programmkomitee des Workshops übernahm die fachliche und inhaltliche Begutachtung der Einreichungen und unterstützte die Verbreitung des Calls for Papers. Die

Komiteemitglieder sind anerkannte Experten auf dem Gebiet der Usable Security and Privacy aus Wissenschaft und Praxis:

- Andreas Both (Unister GmbH, DE)
- Alexander De Luca (Google, CH)
- Simone Fischer-Hübner (Karlstad University, SE)
- Stefan Grünvogel (Fachhochschule Köln, DE)
- Marit Hansen (Unabhängiges Landeszentrum für Datenschutz Schleswig-Holstein, DE)
- Tobias Hirsch (Technische Universität Berlin, DE)
- Holger Junker (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, DE)
- Michaela Kauer (Custom Interactions UG, DE)
- Peter Mayer (Technische Universität Darmstadt, DE)
- Sebastian Möller (Technische Universität Berlin, DE)
- Günter Müller (Universität Freiburg, DE)

Alle eingereichten Beiträge wurden durch die Mitglieder des Programmkomitees in einem Double-Blind-Peer-Review-Verfahren begutachtet. Auswahlkriterien für die Annahme waren die Relevanz, Originalität und wissenschaftliche Qualität des Beitrags, eine klare Beschreibung des Lösungsansatzes und ein überzeugender Beleg für dessen Nützlichkeit.

4 Organisation und Durchführung

Luigi Lo Iacono (Fachhochschule Köln, luigi.lo_iacono@fh-koeln.de)

Hartmut Schmitt (HK Business Solutions, schmitt@hk-bs.de)

Der Workshop „Usable Security and Privacy: Nutzerzentrierte Lösungsansätze zum Schutz sensibler Daten“ ist eine Veranstaltung des Verbundvorhabens USecureD¹ in Zusammenarbeit mit der Fachgruppe E-Commerce und E-Government (FG ECOM) der Gesellschaft für Informatik.

Danksagung

Das Verbundvorhaben „USecureD – Usable Security by Design“ wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie unter dem Förderkennzeichen 01MU14002 gefördert (Förderinitiative: Einfach intuitiv – Usability für den Mittelstand).

¹ Vgl. dazu <http://www.usecured.de>

User Perception and Response to Computer Security Warnings

Wolfgang Börger, Luigi Lo Iacono

Cologne University of Applied Sciences, Germany

Abstract

This paper gives necessary foundations to understand the mechanism of warning processing and summarizes the state of the art in warning development. That includes a description of tools, researchers use to work in this scientific field. In detail these are models that describes the human way of processing warnings and mental models. Both are presented detailed with relevant examples. The paper tells how these tools are connected and how they are used to improve the effectiveness of warnings.

1 Introduction

Together with the growth of the digital technologies, there appear many new security threats to computer users like phishing or non-trusted SSL-Certificates. Handling these threats can be quite difficult. Research pointed out that the main reason for a lack of security is wrong human behavior to an appeared warning (Akhawe & Felt 2013). This can be caused by insufficient knowledge, a problem of motivation or wrong beliefs and a disadvantageous and to highly technical Design of a warning (Cranor 2008). Because designing out the human in decision-making is not always possible (Cranor 2008, Wogalter 2006a), it is important to understand the perception of computer users towards security warnings with the goal to improve the design of warnings, which leads to a higher chance of safe behavior.

This paper aims to create foundations to understand problems around computer warnings, to briefly review already developed methods to solve these problems and to summarize the current state of the art.

2 Foundations

To understand the ongoing chapters, it is important to know about used mechanisms. In detail these are warnings together with the way of humans processing to them and the definition of mental models. This Chapter describes these foundations.

2.1 Physical Warnings

Warnings are created as a communication to users to inform them about hazards and guide them to a safe behavior. As it was mentioned in Chapter 0, human behavior in case of hazardous situations is one of the main reasons for security systems to fail. Because of that, warnings should not be the first step in dealing with hazards. A model for the handling of hazards has been described in the Hazard Control Hierarchy, as illustrated in Figure 1 (Wogalter 2006b).



Figure 1: Hazard Control Hierarchy (Wogalter 2006b).)

When a hazard is detected, designing out the hazard should be the first step. For example selling glass bottles during a big event like a football-match will cause a hazard by broken bottles. Instead of placing a warning, a better way would be to replace glass bottles with bottles made out of plastic.

If designing out is not possible, the next step should be to analyze whether the hazard can be guarded or blocked. For example a needed hole in a construction (e.g. for trash) should be surrounded by a fence, giving access only to people, who have to work with it.

In some cases, designing and guarding is not possible. E.g. one cannot remove every harm from a saw without making it useless. In this case, it is necessary to inform the user about the hazard through a warning.

If analyzing the use of the warning proofs that people got injured anyway, a last step can be to completely remove the harming object. E.g. if a company finds out, that their product is not safe, they should withdraw sold products from the customers (Wogalter 2006b).

The main-functions of a warning can be summarized in four mechanisms (Wogalter 2006b).

1. Inform about hazards to make safe behavior possible.
2. Influence the user's behavior to a safer one.

3. As a result of the second point, reduce or prevent damage.
4. When people work a long time in an environment with constant hazard exposure, a warning can be used to remind people on the presence of the hazard.

The implementation of these mechanisms should be realized by a good design of warnings. It is necessary to get the users' attention. To achieve this, one can use alarming colors, like red, or symbols that almost everyone would intuitively refer to as dangerous. Research found out many rules to improve warnings. An example Warning Design Guideline can be found in the paper from M. S. Wogalter (Wogalter 2006b). The design-recommendations for digital warnings will be discussed in Chapter 4.

One cause for ineffective warnings is the Cry Wolf-Syndrome (also referred to as Warning Fatigue (Akhawe & Felt 2013) or Habituation Effect (Thorley et al. 2001). Sometimes a warning appears without an actual hazardous situation. E.g. a housekeeper cleans the floor of a public building with water and places a warning sign of slippery floor. After the floor has been drying, he forgets to take the sign away. People will see the warning but will not find a hazard. The more often this false warning is perceived, the less attention it will get. Even when this warning later on indicates a real hazard, it is very likely be ignored. Therefore user attention should be defined as a finite resource which is lowered through false warnings. This leads to the result, that the sensitivity of an alarm system is important. Too much sensitivity will produce many wrong warnings and change the human behavior to ignore them (even in hazardous situations). Too little sensitivity can cause damage because of missing warnings (Breznitz 1984).

2.2 Warning Processing

There are many studies on warning improvements in diverse cases. In 2006, M. S. Wogalter developed the Communication-Human Information Processing (C-HIP) Model to organize and structure research literature of warnings (Wogalter 2006a). The model describes the human warning-handling as a result of different stages. The model is illustrated in Figure 2.

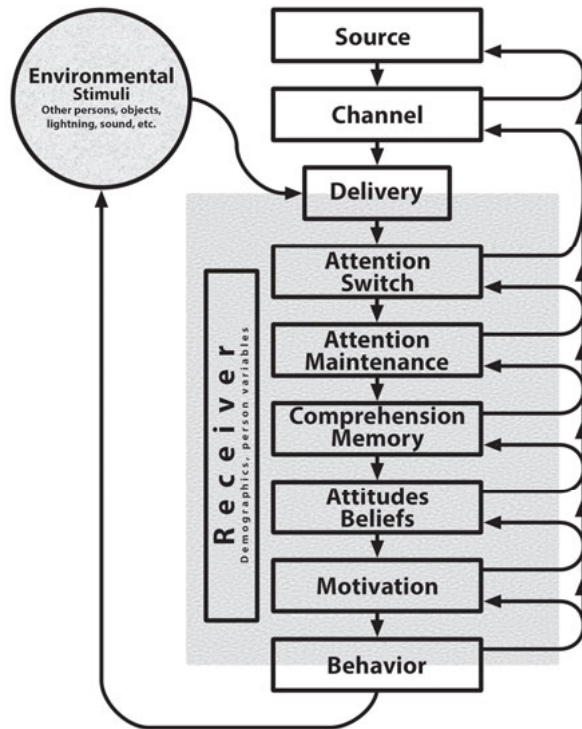


Figure 2: Communication-Human Information Processing (C-HIP) Model (Wogalter 2006a).

Each process is part of a different research-field (which can overlap). The process-chain follows a top-down path. Feedback loops account for later processing stages affecting earlier stages. Furthermore, it is possible, that the processing ends at any stage. Only if the processing reaches the end of the model, a change to safe behavior is possible. An abnormal termination does not necessarily has to be a total failure as it can still result in positive effects like learning.

The model can help researchers to detect bottlenecks inside the processing and to focus limited resources on fixing these bottlenecks rather than working on wrong aspects. In every process, specific techniques are available to examine whether the failure of the warning is due to false accomplishment of the process (Wogalter 2006a). In the following I will explain the steps of this model in detail.

Source: The source has to decide, if a hazard is present and to analyze, if a warning is required based on the following guidelines (Laughery & Wogalter 1997):

1. The hazard cannot be designed out or guarded.
2. The hazard, consequences, and appropriate safe modes of behavior are not known to persons at risk.

3. The hazard is not open and obvious, which means that the appearance of the product or environment does not clearly expose hazards.
4. A reminder is needed to promote awareness of the hazard at proper time.

When the analysis of the described guidelines is positive, the source has to decide, which channel to use. This can have effect on people's beliefs. For example, an expert explaining the hazard and consequences strengthen the belief in this hazard more than an untrusted channel like an Internet forum would (Wogalter, Kalsher & Rashid 1999).

To exclude the source of having problems, a hazard analysis is necessary (Young 2006). It is important to know, if the system can detect the above mentioned guidelines and if there is information missing about the hazard and the risks (Wogalter 2006a).

Channel: The channel represents the way the warning is send to the end-user. In the physical world, this can be a label printed on the product, a person giving the warning orally to the user or a warning light. It is also possible to use more then one channel simultaneously (Cohen et al. 2006).

To prove the channel, a good way is to ask end-users if they received the warnings. If not, this can be an indicator that it is necessary to think about a better channel (Wogalter 2006a).

Delivery: Even if multiple channels are used, a warning may not reach the end-user. The delivery process describes the condition that the warning has successfully arrived at the target at risk (Wogalter 2006a).

Environment: After arriving at the end-user, the warning has to compete with environmental stimuli, called noise, for the attention of the user. This noise can have many forms. Examples are a ringing telephone, weak light, fog or smoke. This noise can lead to the result that the user classifies the warning non-important and ignores it (Wogalter 2006a).

Receiver and their Variables: The following stages are linked to the targeted person(s) or audience, called the receiver (Wogalter 2006a). The receiver has different variables (Rogers et al. 2000), that form the character of the person. This includes self-efficacy (Lust et al. 1993), locus of control (Donner 1991, Laux & Brelsford 1989), mental workload (Wogalter & Usher 1999), processing strategy (deTurck & Goldhaber 1988) and time-stress (Wogalter, Magurno, Rashid & Klein 1998). Furthermore there are demographic differences, like gender (LaRue & Cohen 1987, Smith-Jackson 2006, Young et al. n.d.) or age (Mayhorn & Podany 2006). These factors will influence all following steps and therefore also the effectiveness of the warning (Young et al. 1999).

It is not completely cleared whether and which variables have a small or big influence on the whole processing (Smith-Jackson 2006, Wogalter 2006a).

Attention Switch: After the delivery the warning has to compete with other stimuli or tasks the user is performing to get his attention (Wogalter 2006a). To reach this goal, warnings should be designed highly salient (Wogalter & Leonard 1999, Wogalter & Vigilante Jr. 2006). A positive result is an attention switch to the warning. Many results from different studies can be used to make warnings as salient as possible. Examples are using high contrast colors compared to the background (Bzostek & Wogalter 1999, Laughery et al. 1993), big

letters (Wogalter 2006a) and common symbols (Bzostek & Wogalter 1999). Another significant element is the Cry Wolf-Syndrome, which was mentioned in Chapter 2.1 (Breznitz 1984, Thorley et al. 2001). To prevent this syndrome, different designs for the same warning can be helpful (Wogalter 2006a).

To analyze this process, important questions are if, how and how fast the user perceives the warning. Common techniques include eye-tracking and interviews with users (Wogalter 2006a).

Attention Maintenance: After the user's attention is focused on the warning, this attention needs to stay focused until the user has encoded all information of the warning. The needed time for encoding should be minimized (Wogalter 2006a). Many positive influencing factors can be the same as the ones used for the attention switch. Examples are using short and precise text in simple language and big and clear fonts with high contrast and resolution (ANSI 2002, Frascara 2006, Wogalter et al. 2005). Studies show that the used format has a big influence on the attention maintenance (Desaulniers 1987, Hartley 1994, Wogalter & Vigilante Jr. 2006). Environmental conditions like fog or smoke can weaken the legibility of text and symbols (Collins & Lerner 1982).

Comprehension: The next step is to understand the encoded information of the warning. This means users need the knowledge and ability to connect the encoded information to the situation (Wogalter 2006a). Important components are the usage of understandable symbols and signal words, maybe linked to a warning color. For example, the ANSI (2002) Z535 standard recommends three signal words depending on the situation: DANGER, WARNING and CAUTION, linked to the colors red, orange and yellow respectively (ANSI 2002, Wogalter, Kalsher, Frederick, Magurno & Brewster 1998, Wogalter & Silver 1990). Furthermore the level of knowledge of the user is important. This includes the language skill, the reading ability and technical knowledge. It is important to ensure that the target group is able to understand the whole warning based on the knowledge of the user. Many warnings fail because their content is too technical for the users to understand (Wogalter 2006a).

Testing methods include methodologies like memory tests, open-ended response tests, structured interviews and so on. The results can be used to determine which parts are not understood and further how and where to improve the warning for better understanding (Wogalter 2006a).

Beliefs and Attitudes: The user may have beliefs and attitudes about the warning that are not true. These wrong thoughts can for example be created by experiences they made with similar situations or from hearing from other people in similar situations. These beliefs can lead to ignoring the warning (Goldhaber & DeTurck 1988, Wogalter et al. 1991). To overcome this problem, the warning has to compete successfully against these wrong beliefs and attitudes (Wogalter 2006a). The warning may need to change beliefs a user has. Some mechanisms can be used to increase the success rate (Riley 2006). The greater the consequences and damage in ignoring a warning seem to be, the higher the chance that the user will change his beliefs and attitudes (Wogalter, Young, Brelsford & Barlow 1999). Furthermore, if communicated consequence affects the user in a personal way like injury or even death rather than impersonal like a broken device, the perception of the hazardous

situation is much higher (Wogalter et al. 1991). The warning should be personalized (Wogalter et al. 1994). A colorful description of the hazard can be supporting (Wogalter 2006a).

For testing this process, questionnaires are used to analyze pre-existing beliefs and the grade of hazard perception. If the perceived hazard is too low, a greater persuasiveness may be needed (Wogalter 2006a).

Motivation: The motivation determines, whether the will for reacting to the warning is existent or not (Wogalter 2006a). This decision is influenced among other things by the cost of compliance. Time and effort to carry out the behavior is included here (Wogalter et al. 1989, Wogalter et al. 1987). To minimize these effects, warnings should give instructions that are easy to perform (Dingus et al. 1991). Linked to this are the costs of noncompliance. This means the bigger the injury or damage is by ignoring the warning, the higher the motivation to perform the recommended instructions (Wogalter et al. 1991). Furthermore the social influence should be considered (Edworthy & Dale 2000, Wogalter et al. 1989). If the user knows or sees that other people comply with the warning, the likelihood of the user also complying is higher. At last, stress (Wogalter, Magurno, Rashid & Klein 1998) and mental workload (Wogalter & Usher 1999) can prevent the user from reacting to the warning.

Research tries to measure the behavioral intentions. When the complying intentions are small, the warning maybe needs to stronger communicate the consequences while the cost of performing tasks should be reduced (Wogalter 2006a).

Behavior: If the warning was successful in the previous processes then this step describes the user performing the suggested task from the warning that is supposed to prevent him from the hazard.

This process is one of the most important measurement for the warning effectiveness (Kalsher & Williams 2006, Silver & Braun 1999). Researchers mostly measure the compliance likelihood. The measurement is difficult, because researchers cannot put the participants into real danger while the scenario has to let the participants think of an available real risk. Furthermore to create believable scenarios is difficult, because situations that lead to real injury are rare. These tests also cost much time and effort (Wogalter 2006a).

2.3 Mental Models

Kenneth Craik formed the term Mental Model in his work *The Nature of Explanation* (Craik 1967). A mental model is described as an internal scale-model representation of an external reality (Craik 1967). Humans understand the world in serial stimuli. These stimuli have to be filtered and then put together to one understandable construct. This created mental model is a reduced view of reality and is then able to be processed by the brain with its limited resources. It is important to notice, that every individual has different mental models based on their experiences with the world. In the same situation, this lets people react in different ways. As a result, changing a mental model can help to change behavior (Johnson-Laird 1983).

In today's psychology, mental models are one way to describe the human reasoning. The model shows one possibility and all different ways, that include this possibility. Mental models are based on the following properties (Davidson et al. 1999):

- They are based on the *Principle of Truth*: Only possible ways are shown.
- They are built *on-the-fly* from knowledge based on prior experiences.
- They are unstable and can change at any times.
- They are used to make decisions in new but similar situations.

Cognitive scientists often use studies about mental models, to get information about processes of the mind. Because the main content is about how humans react in different situations and also to predict this behavior, the results are also used in the scientific field of Artificial Intelligence. Because of the explosive growth of computer usage, mental models are used in Computer-Human Interaction to improve the users understanding and to facilitate the usage of this new complex world (Davidson et al. 1999).

3 Warnings in the Digital World

Almost all features of warnings in the physical world described in Chapter 2.1 can also be applied to digital computer warnings. As mentioned before, warnings are communications to users. In the digital world, apart from the warnings there exist four more types of communications (Bauer et al. 2013, Cranor 2008). They will be described in Chapter 3.1.

Studies have shown that the Cry Wolf-Syndrome has a strong influence on the effectiveness of computer warnings (Akhawe & Felt 2013, Bauer et al. 2013, Cranor 2008). Because the intention of warnings will fail when they are not read by users, it is necessary to determine precisely whether a warning must be shown or not. First step to avoid habituation effects is to use the Hazard Control Hierarchy model, described in Chapter 2.1, to make sure that warnings are only shown as a last resort (Bravo-Lillo et al. 2010, Cranor 2008).

In case designing out or blocking the hazard is not possible, the requirement and the type of the warning can be determined based on two variables. The first one is the probability of occurrence and the second one is the impact of a risk. A perfectly automated warning system should be able to calculate both variables and make a decision on the proportion of the variables as shown in Figure 3 (Bauer et al. 2013).

In zone 1, no warning has to be sent due to the low impact of a risk. The impact in the second zone is immense. In this case, the intended action should not be allowed and blocked against the user; there is also no warning needed. In the third zone, the impact is neither high or low, therefore the user might be asked what to do depending on the probability of occurrence (Bauer et al. 2013).

In reality the probability of occurrence is a more objective variable, which is mostly based on external factors. Therefore in most cases, a system should be able to calculate the value of this variable. The impact of a risk is always a subjective variable relative to the user and therefore very hard to estimate by a system. Because of that, L. Bauer *et al.* suggested to

always interpret a warning as an implicit question to the user: “How bad it would be if... ?” (Bauer et al. 2013).

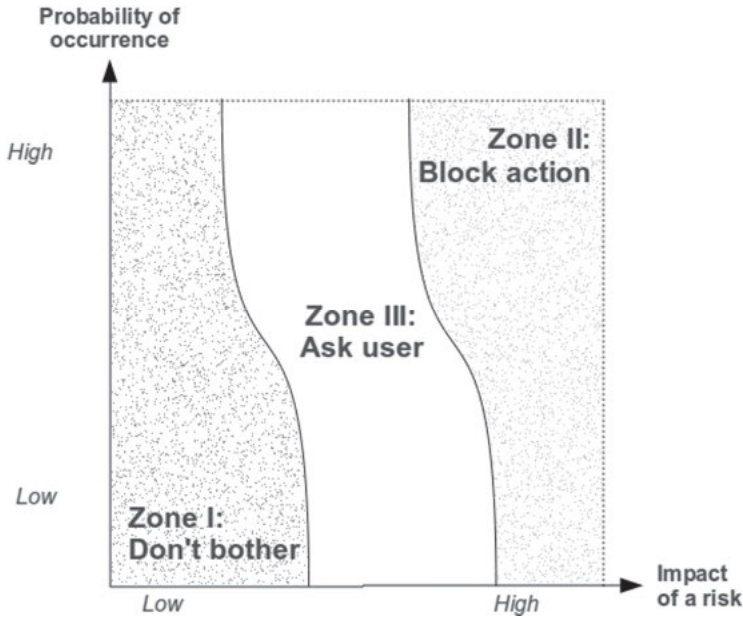


Figure 3: Ideal automatic risk-assessment graph (Bauer et al. 2013).

The next chapters will expand the C-HIP model from Chapter 2 to the needs of the digital world. Mental models are important to be considered for creating effective warnings (Bauer et al. 2013). One model will be explained in detail as well as other work with mental models will briefly be summarized. Next, available studies about warnings will be presented.

3.1 The Human in the Loop-Model

In Chapter 2.2 the C-HIP model was described. L. F. Cranor adapted this model to the needs of digital communications (Cranor 2008). She named her model the human-in-the-loop security framework. Like the C-HIP model, the main usage of the human-in-the-loop model is to find bottlenecks in processing of communications. It is included in the human threat identification and mitigation process pictured in Figure 4. It is used as a four-step iterative process which helps identifying and mitigating human threats to system security. In the *task identification* step the designer identifies all parts of the system, where humans are involved in security questions. In the step *task automation* the designer will try to automate the identified parts completely or at least partially (Cranor 2008). This contains thinking about default settings and whether a human will be able to make better decisions than the default settings or not (Cranor & Garfinkel 2005). Depending on the situation this will not always be possible (Edwards et al. 2008, Flechais et al. 2005). The designer then identifies potential

failure modes for remaining security-critical human tasks in the *failure identification* step. In this step, the human-in-the-loop security framework offers a systematic approach to identifying the failure modes (Cranor 2008). In the *failure mitigation* step the designer tries to improve the warnings and to find out how to support the user in reaching a safe behavior (Gross & Rosson 2007). After a first iteration, the designer may find out, that the human failure rates still are very high. In this case, he might want to repeat one or more previous steps to improve the warnings until the human failure rates are acceptable or to proof, whether an automated process, even if not perfect, will get better results (Cranor 2008).

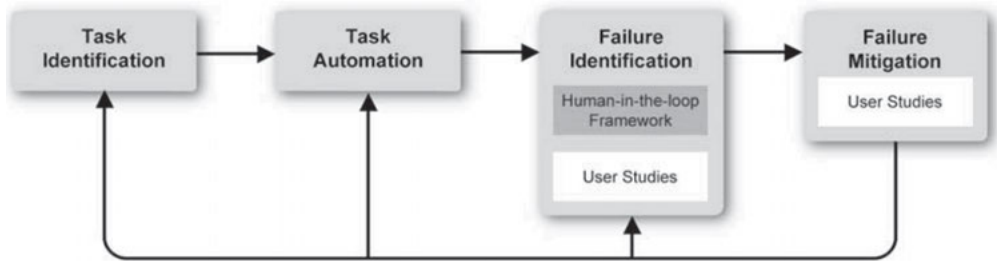


Figure 4: Human thread identification and mitigation process (Cranor 2008).

The *failure identification* step is important to identify failure spots in the warning processing. The human-in-the-loop security framework, pictured in Figure 5, is a good choice to test every step of warning processing. As mentioned before it is based on the *C-HIP* model. It is not a strictly linear process, which means, that steps can be omitted or repeated. The communications are now defined in five different kinds and the environmental stimuli now come along with interferences. The structure of the human receiver differs. Attitudes and beliefs and motivation are not longer inside the process-chain and capabilities are new. The process chain now is divided into three stages each including two steps. In the following part a brief description of the HITL model is given and differences between the C-HIP model will be examined (Cranor 2008, Wogalter 2006a).

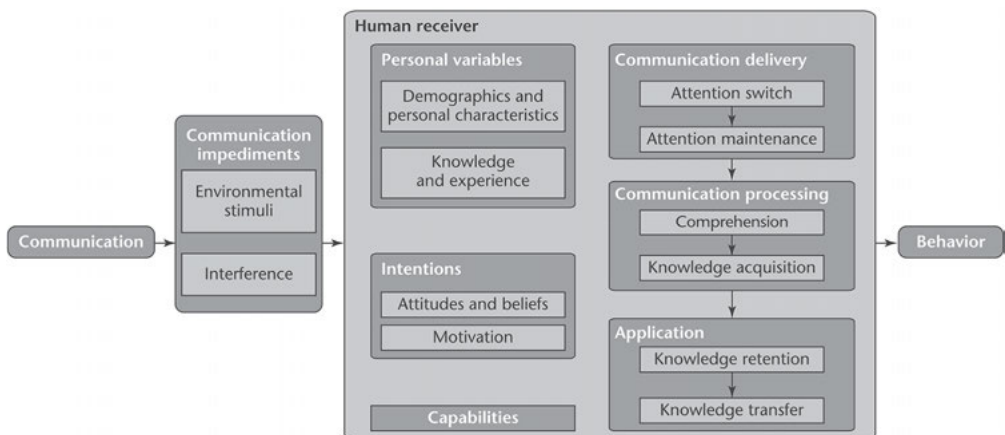


Figure 5: The human-in-the-loop security framework (Cranor 2008)

Communication: The communication is now one of five different types:

- *Warnings* alert users about detected hazards and demand the user to immediately take action to avoid the hazard. They should have a successful design to get through the whole processing and in the end lead to a safe behavior.
- *Notices* are used to provide an user with information. This information can be used to make decisions whether there is a hazardous situation or not. Notices are not meant to interrupt the user. Therefore notices should not be used, if a real hazard is detected.
- *Status indicators* are passive messages, that inform users about system status information (E.g. symbols in the taskbar, that inform users about plugged devices or enabled bluetooth). Status indicators do not necessarily ask users to take action.
- *Training material* teaches users about security threats and how to react in given cases. The material can include games, videos, instruction manuals and more. A training is effective, if users not only remember the training, but also apply it in usable situations.
- *Policy communications* define to users, how they have to act in different environments. For example this can include the definition of the structure and symbols a password must have or what types of documents must be encrypted.

A communication can be active, which means it is designed to interrupt the user's primary task and force the user to pay attention, passive, which means they are there but can easily be ignored or something in between active and passive. Secure system designers should consider the frequency the hazard is encountered, the severity of it and the cost the user has to take to perform secure tasks. With this information they should decide, which type of communication should be used (Cranor 2008).

Communication Impediments: Environmental stimuli are the same as in the C-HIP-model like weak light or the user's primary task. Passive designed communications will get more influenced by environmental stimuli than active designed communications. The interference is everything that prevents the user from receiving and noticing the original communication. This contains active attacks or technological failures. In the worst case the user does not even know that a communication was sent (Cranor 2008).

Human Receiver: The human receiver is the user who obtains the communication and might influence the security. He has personal variables, intentions and capabilities which all will influence the progressing-chain containing communication delivery, communication processing and application (Cranor 2008).

Personal Variables: Personal Variables are similar to the ones in the C-HIP-model. Demographic and personal characteristics include age, gender, culture, education, occupation and disabilities. Knowledge and experience also contains education and occupation as well as prior experiences. These variables make it important to design the warning from the sight of the target audience (Cranor 2008).

Intentions: Intentions will influence whether the user will rate the communications as important or not. Attitudes and beliefs as well as motivation exist also in the C-HIP-model. In the human-in-the-loop-model, these variables are not part of the process-chain, but apart from that similar to the one from the C-HIP-model. Attitudes and beliefs contain the belief

on accuracy of the communication, the ability to perform the recommended tasks connected to self-efficiency, the belief, whether performing the task will be effective or not connected to response-efficiency, the time the user has to spend and the general attitude to the warning (Cameron & DeJoy 2006). Motivation is the incentive users have to perform the tasks and how proper they will do it. Important factors are risk-perception and conflicting goals (with the primary task of the user) (Kalsher & Williams 2006).

Capabilities: Capabilities are the foundation needed to be able to perform the task. Even if everything is understood, the user will not be able to perform the security task without it. Depending on the situation, this can include physical or cognitive skills as well as needed devices or software. E.g. remembering random strings for passwords can be one ability the user must have to complete tasks (Cranor 2008).

Communication Delivery: Communication delivery contains attention switch and attention maintenance. Both were already described in the C-HIP model in Chapter 2.2. Environmental stimuli, interference, characteristics of the communication (format, font size, length and delivery channel) as well as the Cry Wolf-Syndrome will have an impact on this step (Wogalter & Vigilante Jr. 2006).

Communication Processing: Communication processing includes comprehension and knowledge acquisition. The former was also mentioned in the C-HIP model and describes the ability to understand the warning. It is impacted by the structure and design of the content of the communication, conceptual complexity as well as personal variables (Hancock et al. 2006). Every user must understand the content, which can be difficult to implement because in many cases it is challenging to write about computer security concepts without using technical jargon. Computer warnings often fail on this task. Knowledge acquisition means the ability to perform the understood task practically. Impact properties are exposure or training time, involvement during training and personal variables (Cranor 2008).

Application: This step contains knowledge retention and knowledge transfer. The first term describes the ability to memorize symbols and instructions and to remember the communication if a situation arises in which they need to apply it. Frequency and familiarity of the communication, long term memory abilities and personal characteristics of the user and the level of interactivity of training activities will have an impact to this step. Knowledge transfer is the ability to recognize situations where the communication is applicable and to apply to this situation. It is also impacted by the level of interactivity of training activities and personal variables as well as the degree of similarity between training examples and situations where knowledge should be applied (Cranor 2008).

Behavior: The previous stages will lead to a behavior. The best case is, that the user understands the communication perfectly and performs the security tasks. Failures can occur. Norman defined the Gulf of Execution as the gap between the intention of a user to carry out an action and mechanisms provided by a system to facilitate that action. E.g. the user gets informed that he has to update the anti-virus software but did not get information where and how to do it. To close this gap it is necessary to give clear instructions to users and also to examine the hardware with whom users has to interact with. Norman also defined the Gulf of Evaluation. This means the user has performed the recommended tasks but is not sure, if he

did it the right way and if the system is now secure. To avoid the Gulf of Evaluation it is important to give a feedback to the user about the current state (Norman 2002).

3.2 A Mental Model in Detail

To determine the weak spot in warning processing, mental models can help to learn about the perception users have towards warnings and to determine the exact spot of warning failure inside the human in the loop model (Bravo-Lillo et al. 2010). By knowing the weak step in the human in the loop model one also knows the specific variables that can have an impact on the warning processing (as described in Chapter 3.1). After determining the exact variables, the next step of the human threat identification and mitigation process is the failure mitigation, in which the warning may be improved to higher the success rate of the warning (Cranor 2008).

C. Bravo-Lillo *et al.* published a mental model, which was created by analyzing the results of a previous performed user study (Bravo-Lillo et al. 2010). In this study, they split participants in advanced and novice users. They showed the participants warning dialogs and gave a brief scenario in which case this dialog can appear. Then they ask the participants, if they know about the content of the message, if they know, what would happen by ignoring it and which recommendation of processing they would give a friend who has to handle this dialog. The results were then analyzed, similar behaviors were summarized and then the mental model was created. It is illustrated in Figure 6 (Bravo-Lillo et al. 2010).

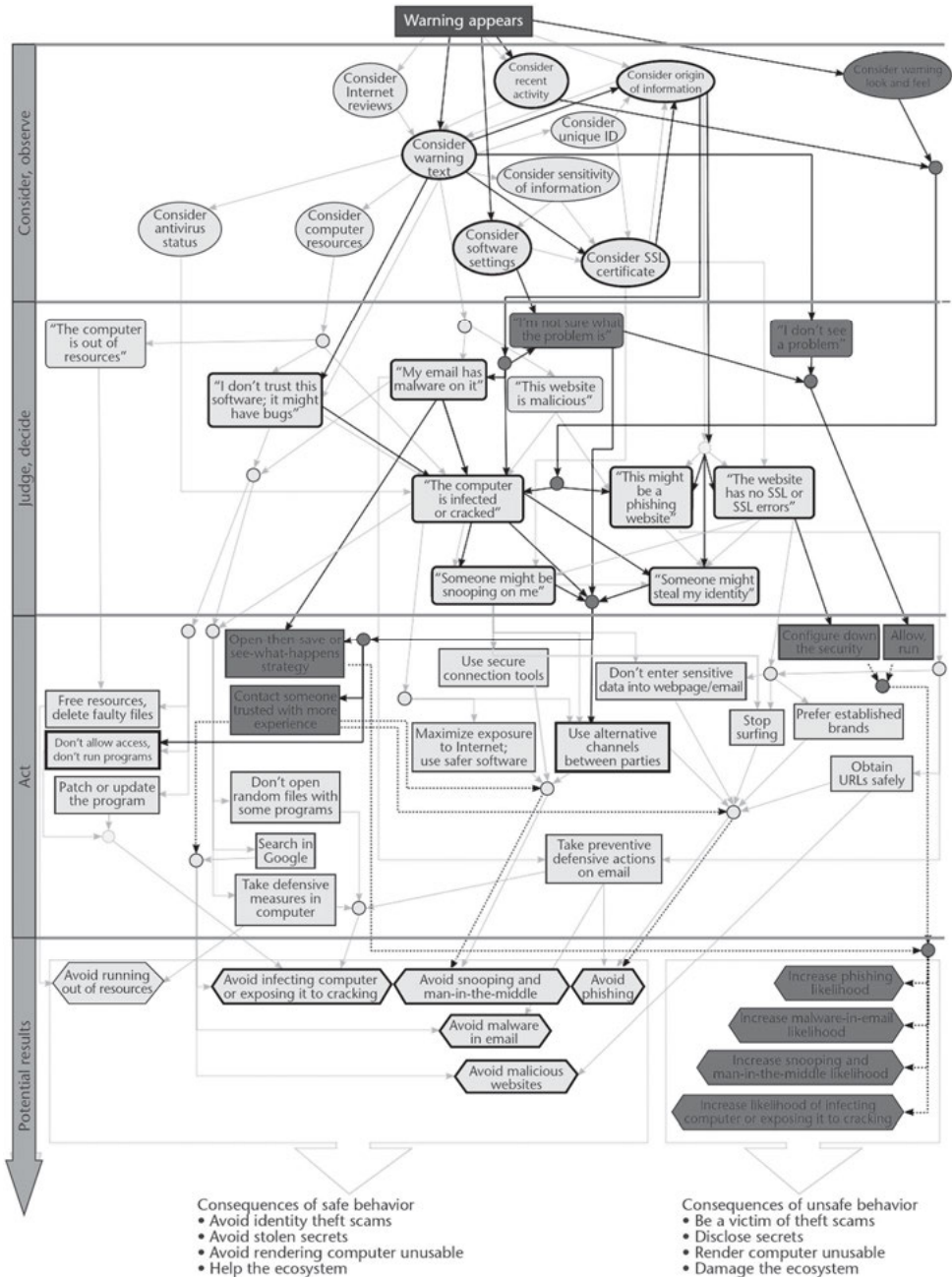


Figure 6: The detailed mental model of warning response behaviors. Bright items indicate advanced users' responses and dark items represent novice users' responses. Bright items with a dark outline were mentioned by both (Bravo-Lillo et al. 2010).

The model is split into three main stages of processing which are shown in the red arrow on the left side. First, users observe and consider the warning and its related factors and events to try to understand, what the warning is communicating. Second they try to find out the cause of the warning and decide or judge, which problem, out of several potential options, they are dealing with. Last they perform one or more actions they believe will solve the problem. If the diagnosis was correct and the behavior was appropriate, the problem will be solved (safe behavior). Otherwise it might persist and create more problems. L. Bauer summarized and simplified the processing of the model as pictured in Figure 7 (Bauer et al. 2013, Bravo-Lillo et al. 2010).

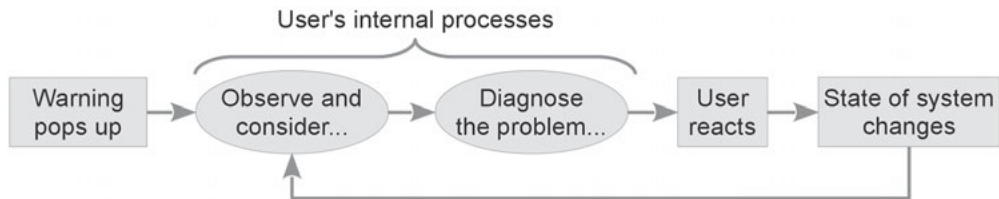


Figure 7: Simplified mental model, showing the sequence of activities performed by users (adapted from Figure 6) (Bauer et al. 2013).

The connecting attribute is the *warning appears* block at the top of the model in Figure 6. From there all found possible ways of processing the warning are shown separated in advanced (bright items) and novice (dark items) users. The model also separates ways that both users mentioned (bright items with a dark outline). Depending on the chosen way it results in a safe or unsafe behavior at the bottom of the model. There is also a summary of the consequences of safe and unsafe behavior. For example, many novice users consider the warning text, but do not see the problem to which this warning is pointing. As a result, they allow the program that caused the warning to run anyway. This increases the likelihood to infect the computer and therefore leads to an unsafe behavior. In the same case after considering the warning text advanced users often did not trust the software and think about bugs the program may have. As a result, they patch or update the program to minimize the likelihood for getting the computer infected or cracked which is a safe behavior. Using this model, one can separate all ways that can lead to an insecure behavior and in a next step the warning can be improved to eliminate the insecure ways (Bravo-Lillo et al. 2010).

It will follow an overview about the results of the mental model, which were also summarized by L. Bauer *et al.* Novice users often get influenced by the look and feel of a warning. They connect almost every warning with viruses. They often consider wrong variables and factors or handle them in wrong order. They also do not have a dynamic image of the state of their computers and do not look in public expert forums that could help dealing with common problems. Often they are not aware of the consequences of their actions. They do not understand most technical terms and get frustrated when being confronted with them instead of gathering more information. Long messages are often ignored. While advanced users often estimate the safety of an option before engaging on it, novice users do that afterwards. Advanced users use forums to inform about states, they update and patch their programs, use safe URLs and scan for viruses. In general, the

behavior of advanced users differs strongly from novice users' behavior. C. Bravo-Lillo *et al.* pointed out three main actions novice users take that leads to the consequences of unsafe behavior. First they configure down the computer's global security level. Second they let unknown programs run and third they perform a set of simple strategies. This for example can be to first save files and then look what is inside (can contain viruses) instead of checking them before (Bauer *et al.* 2013, Bravo-Lillo *et al.* 2010).

Possible solutions to solve the above named problems can be to write into the warning, that files are already checked for viruses and to present only relevant variables and factors in a meaningful order as well as point out variables and solutions users should not take. Shading offending applications can also be useful. To improve the dynamic image of the state of their computers, it can be useful to log all security related tasks and present parts of it in the warning. One can also present a link to expert forums. To strengthen the perception of consequences one should give an explanation of them for every possible option. Technical terms should be avoided or explained and the text should be short, but useful and understandable. In general it is important, to always develop warnings with the question in mind, if it is possible to misunderstand the warning from the sight of a novice user (Bauer *et al.* 2013, Bravo-Lillo *et al.* 2010).

3.3 More Work about Mental Models

R. Wash informed about folk models of home computer security (Wash 2010). He defines this term as mental models of people which are shared among similar members of a culture. This means, they are mostly formed by stories passed on by their friends and colleagues. They are not necessarily correct and right in the real world and can therefore lead to erroneous decision making. He pointed out, that especially in technological context many incorrect folk models exists. Through an user study he classified folk models related to internet security from novice users into two big groups, each with four common mental models inside. The first group are the virus related models and the second the hacker related models. He found out, that his participants do not distinguish between different malicious software and instead calling them all virus. Some participants do not have any particular model of a virus, some interpret them as a buggy software causing crashes, some as programs written by mischievous individuals to cause harm by infecting the computers and some as written programs from criminals who want to get sensitive financial information. He also found out, that his participants use the term hackers for everything, where human agents perform an active attack against a system. Some participants interpret hackers as young students who want to show their skills and causing damage without further reason, some see them as criminals who want to sneak in and get sensitive financial data, some think about them also as criminals, but only aiming at rich people and companies and some mixed up the last two models. Depending on which model the participants believe, they choose different ways to perform security tasks (e.g. the ones who think that hackers only go for rich people are not likely to install a firewall, because they do not see themselves as valuable targets). They also think, that they take a safe behavior based on their beliefs (Wash 2010).

Building on those results R. Walsh *et al.* published another study in which they investigate if and how it is possible to change the mental models of computer users (Wash & Rader 2011).

They pointed out three approaches, that are used to improve computer security. The *stupid user* approach tries to place the human out of the decision-making (like described in the Hazard Control Hierarchy in Chapter 2.1). The *education* approach tries to teach users about security. It can work in companies, but home users will in most cases not have the motivation to perform training tasks. The *understand how users think* approach tries to find out mental models and how to change them in order to improve the security. To change mental models, first it is important to find out how people build them up and how to influence them. The second step is to identify which models are associated with which security behavior to know which models are necessary to change. The conclusion of their work is to accept that mental models mostly are simplified and incorrect. The aim should not be to try to train people, because like mentioned before, in most cases they will not have the motivation to do so or even not the ability to understand all the information. Instead of this the results of the models are more important. This means, as long as the models lead to valuable security behaviors, even incorrect models are worth and one should try to change the folk models into these models (Wash & Rader 2011).

L. J. Camp created mental models in order to use them as a framework for communicating complex security risks to the general populace (Camp 2006). She did not invent the models to get insights in their thinking but constructed five different models, that can be useful to explain complex topics to standard users. These models take the form of analogies or metaphors with other similar situations. The physical security model tries to explain the internet security with physical metaphors like a neighborhood watch which is difficult due to the big differences between the physical and the digital world. The medical model can be used to explain the necessity of keeping security systems up to date and that the first infected computer has not to be the victim but can be used to attack other computers. Also the responsibility can be taught. The criminal model explains that users are responsible for their own security (maybe supported by experts). The problem is, that users are not always able to protect themselves. The market model explains the costs of performing as well as not performing security tasks to higher the perception and motivation for security (Camp 2006).

Based on the results from L. J. Camp F. Asgharpour et al. built up a user study to determine the difference of behavior between novice and advanced users (Asgharpour et al. 2007). For their study they used the card sort technique. This is a structured elicitation technique done by requiring a subject to sort a pile of cards with words written on them into different piles. The results mirror the ones from the study from C. Bravo-Lillo *et al.* presented in Chapter 3.2 (Bravo-Lillo et al. 2010). They pointed out, that most of the novice users have different mental models than advanced users about the same tasks (Asgharpour et al. 2007).

J. Blythe *et al.* designed a network security test bed, where they implement previously identified models in agents to show that the implementations produce behaviors similar to those of users who hold these models (Blythe & Camp 2012). For testing they used models from R. Walsh's work first mentioned in this chapter (Wash 2010). The test proved that the agents are able to predict human behavior. They want to make this model simulator available for researchers to test the impact of human behavior on security tools, to share the results and to compare the outcomes of the mental models (Blythe & Camp 2012).

3.4 Available Studies about Warnings

In their work from 2005 T. Whalen *et al.* used eye-tracking software to test the effectiveness of passive indicators used for SSL-Warnings (Whalen & Inkpen 2005). These are used for example as small lock or key icons in the URL bar. Often browsers change the color of these icons to show that websites have an Extended Validation (EV) SSL Certificate. None of the participants did look at the icons in the URL bar (Whalen & Inkpen 2005). Other studies came to the same result. The participants of C. Jackson's *et al.* study did not find the EV indicators helpful in order to identify hazardous websites (Jackson *et al.* 2007). J. Sobey *et al.* came to the result, that the EV indicators do not influence the decision-making of the participants (Sobey *et al.* 2008).

Many studies determine click-through rates¹ to test the effectiveness of warnings. Often laboratory studies are used where participants get a task and during completing it getting confronted with warnings. In 2009 J. Sunshine *et al.* performed a laboratory study where participants were confronted with SSL warnings during performing information lookup tasks. Depending on the design of the warning (amongst other they used Mozilla Firefox 2 with a modal² warning and Firefox 3 with a separate warning site) the click-through rates differ. By Firefox 2, the rate was 90% and by Mozilla Firefox 3 it was 50% when trying to access their bank websites. When visiting the library site the rates increased to 95% and 60% (Sunshine *et al.* 2009). Similar high rates were determined by A. Sotirakopoulos *et al.* in a similar study in 2011. While using Mozilla Firefox 3.5 the rate was at 80% and using Internet Explorer 7 it was 72%. These high click-through rates lead to the conclusion, that many people do not deal with warnings. In the second study, many participants said afterwards that they felt safe due to the laboratory environment. This could have an impact on the results (Sotirakopoulos *et al.* 2011).

In 2013 D. Akhawe *et al.* found contrastive results (Akhawe & Felt 2013). They performed a large scale field study in which 25 million samples of warning handling were collected through telemetry data³ from Google Chrome and Mozilla Firefox. They determined click-through rates from malware warnings which were at 7,2% and 23,2% for Mozilla Firefox and Google Chrome respectively, phishing warnings which were at 9,2% and 18,0% and SSL warnings which were at 33% and 70,2%. Except for the SSL warnings at the Google Chrome browser all rates were low enough to enhance the security of users. The high rate for SSL warnings at the Google Chrome browser can be explained by a different appearance, by using certificate pinning⁴ and by the missing ability to save chosen settings. They pointed out different reasons for the differences of the click-through rates from previous studies. First like mentioned before most studies were performed in a laboratory environment which

¹ The rate in percent in which users click through the warning without giving attention.

² no other interaction with any other application is possible until the dialog has been dismissed

³ Anonymous data that can optionally be send by users by activating them in the options from the browsers.

⁴ warnings triggered by sites on an internal maintained list cannot be clicked through and were not considered in the study

produces a feeling of safety to the participants and thus leads to a different behavior. Second most studies were made in the past. The design of warnings got improved over time. Some changes were directly motivated by published user studies. The improved warnings are more efficient in getting users attention. To lower the impact of the first reason they conclude to use add-ons for browsers to collect data instead of using an laboratory environment. They found out, that warnings are able to get users attention and that they deal with warnings. Therefore warnings are an effective instrument for computer security (Akhawe & Felt 2013).

4 Designing Computer Warnings

The last chapters offered insight to how knowledge about human reasoning and perception about warnings is received. This knowledge can be considered by warning designers when designing new warnings as well as improving existing ones. L. Bauer *et al.* established six warning design guidelines based on the results of studies and the discovered mental models elucidated in the previous chapters as well as some others (Bauer et al. 2013).

Describe the risk comprehensively: Any warning must include information about the risk, consequences of ignoring and instructions to make safe behavior possible. If one of this information is missing, the user will underestimate the risk or will not know, how to comply. This will lead in a high chance to ignore the warning (Egelman 2009, Wogalter 2006b).

Be concise and accurate: Text presented in warnings must be as short as possible yet informative enough to comply with it. It should be written from the perspective of the user without using technical terms. Ambiguous terms should be avoided and the warning should be polite, supportive and encouraging instead of being offensive (Apple human interface guidelines n.d., Egelman 2009, Gnome human interface guidelines n.d., Nodder 2005, Windows User Experience Interaction Guidelines n.d., Wogalter 2006b).

Offer meaningful options: Warnings always must ask for a decision about at least two options (otherwise it should be labeled as a notification or a status indicator; see Chapter 3.1). After reading the warning the user must be able to make a safe decision and also understand all available options. There should always be a safe choice which is marked as a default value. The safest option should always be above all other options or in the lower right corner (when the options are presented in a row). Furthermore the close action should not be labeled as *Ok*, *Close* or *Cancel*. Better choices are *Ignore this warning* or *Cancel the update*. The user will then be more aware of the closing (Apple human interface guidelines n.d., Cranor 2008, Egelman 2009, Egelman et al. 2008, Gnome human interface guidelines n.d., Nodder 2005, Windows User Experience Interaction Guidelines n.d., Wogalter 2006b).

Present relevant contextual information: When a decision has to be made whether to run an unknown or unverified application, it is important to give detailed information about this application. This should include the name, execution path, if it was checked by an anti-virus program and the current state of the anti-virus program. When handling with an agent, presented information should contain if and which data will be transferred (especially if there is any sensitive data), the identification of the agent, in which term the data will be used and

if the data will be stored. If the hazard includes acting with an insecure channel, the system should scan all information, that will be send for personally identifiable information. If nothing is found, the user should be asked to rate the sensitivity of the data (e.g. in presenting a scale). Only if personally identifiable information is found or the rate of the sensitivity is high a warning should be presented (Bauer et al. 2013, Bravo-Lillo et al. 2010).

Present relevant auditing information: A warning system should record the user's interactions within the environment which the warning system is a part of. This includes who, what, when and what for accesses are granted to information. When showing a warning, parts of the records, that are relevant to the hazard, should be presented. If the information is too big, a link to a log-file should be placed within the warning (Bauer et al. 2013, Bravo-Lillo et al. 2010).

Follow a consistent layout: Based on the upcoming information about designing the look and feel of warnings, L. Bauer *et al.* have designed a structure for warnings. It is shown in Figure 8. When presenting critical warnings, there should not be a *close* button on the upper right corner, the screen should be shaded and the warning should be modal. Like shown in mark one of the picture, the warning should include only one icon conveying the level of urgency. Mark two is about the primary text, which should be presented in big letters and should not be longer then one sentence while the secondary text, shown at mark three, when needed, should be in smaller letters and give further explanations to the content of the primary text. The secondary text may be initially hidden and only presented, when the user presses a *more information* button. Directly above the options should be an explicit question to the user like presented in mark four. The options should all be possible answers to this question. Instead of using buttons, command links are a better choice⁵. Each command link should contain a brief description of its usage in big font and if necessary a brief explanatory text in small font below the description. The warning may include primary options, which are important for safe behavior, and secondary options, which can contain a *help* or an *ignore this warning* button. An example is shown by mark five and six. Technical terms, when not avoidable, should be marked as links and open small pop-ups with explanations or definitions of the terms (Apple human interface guidelines n.d., Bauer et al. 2013, Bravo-Lillo et al. 2010, Egelman 2009, Egelman et al. 2008, Gnome human interface guidelines n.d., Nodder 2005, Windows User Experience Interaction Guidelines n.d., Wogalter 2006b).

⁵ Command links are part of the Windows User Experience Interaction Guidelines [71]

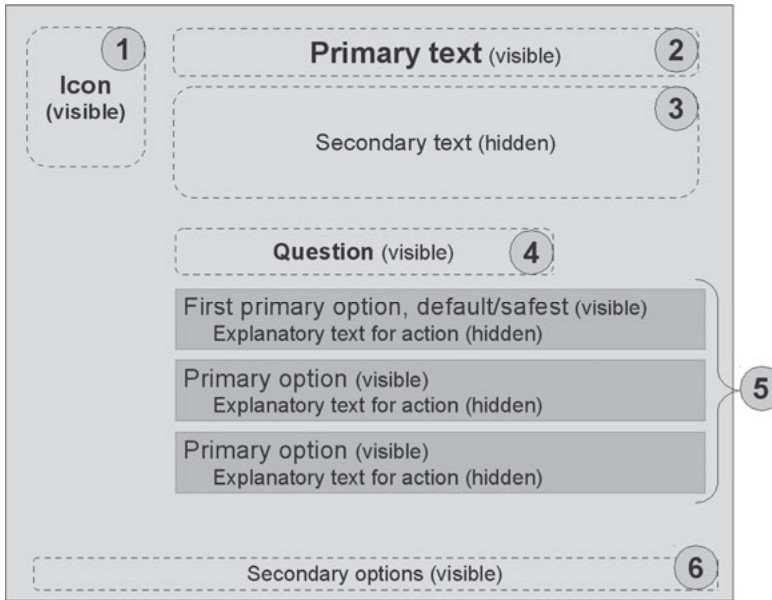


Figure 8: Suggested warning dialog layout (Bauer et al. 2013).

5 Summary and Conclusion

This paper summarized the state of the art in warning design and user perception. This includes necessary foundations to understand the mechanism of warnings and introducing a model which can be used to understand how humans process warnings. Different steps of the human threat identification and mitigation process in which the warning processing is a part of were described. There exist many variables that have to be considered when designing warnings. Mental models can effectively be used to detect the step where the warning processing fails and also which variables have to be changed. Depending on this, built up warning guidelines can be used when designing warnings. Studies have been summarized that pointed out how important the design as well as the content of warnings are. With all this knowledge, warnings got improved heavily the last years. The click-through rates of current studies show, that warnings are an effective way to improve computer security, when designing out or guarding against the hazard is not possible. Many studies were done with only a small group of participants. Therefore further studies are needed to prove the results and also to improve warning effectiveness even more.

References

- Akhawe, D. & Felt, A. P. (2013), Alice in warningland: A large-scale field study of browser security warning effectiveness., in 'Usenix Security', pp. 257–272.
- ANSI (2002), 'Accredited standards committee on safety signs and colors - z535.1-5', *National Electrical Manufacturers* .

- Apple human interface guidelines* (n.d.). <https://developer.apple.com/library/mac/documentation/UserExperience/Conceptual/OSXHIGuidelines/> [assessed 21-Dec-2014]
- Asgharpour, F., Liu, D. & Camp, L. J. (2007), Mental models of computer security risks., in 'WEIS', CiteSeer.
- Bauer, L., Bravo-Lillo, C., Cranor, L. F. & Fraggaki, E. (2013), 'Warning design guidelines', *CMU-CyLab-13-002*.
- Blythe, J. & Camp, L. J. (2012), Implementing mental models, in 'Security and Privacy Workshops (SPW), 2012 IEEE Symposium on', IEEE, pp. 86–90.
- Bravo-Lillo, C., Cranor, L. F., Downs, J. S. & Komanduri, S. (2010), 'Bridging the gap in computer security warnings: A mental model approach', *Security & Privacy, IEEE*.
- Breznitz, S. (1984), *Cry wolf: The psychology of false alarms*, Psychology Press.
- Bzostek, J. A. & Wogalter, M. S. (1999), Measuring visual search time for a product warning label as a function of icon, color, column and vertical placement, in 'Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting', Vol. 43, SAGE Publications, pp. 888–892.
- Cameron, K. & DeJoy, D. (2006), 'The persuasive functions of warnings: Theory and models', *Handbook of Warnings. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ* pp. 301–312.
- Camp, L. J. (2006), 'Mental models of privacy and security', *Available at SSRN 922735*.
- Cohen, H. H., Cohen, J., Mendat, C. C. & Wogalter, M. S. (2006), 'Warning channel: Modality and media', *Handbook of warnings* pp. 123–134.
- Collins, B. L. & Lerner, N. D. (1982), 'Assessment of fire-safety symbols', *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society* 24(1), 75–84.
- Craik, K. (1967), *The nature of explanation*, CUP Archive.
- Cranor, L. F. (2008), 'A framework for reasoning about the human in the loop.', *UPSEC* 8, 1–15.
- Cranor, L. F. & Garfinkel, S. (2005), *Security and usability: designing secure systems that people can use*, "O'Reilly Media, Inc."
- Davidson, M. J., Dove, L. & Weltz, J. (1999), 'Mental models and usability', *DePaul University, Cognitive Psychology* 404.
- Desaulniers, D. R. (1987), Layout, organization, and the effectiveness of consumer product warnings, in 'Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting', Vol. 31, SAGE Publications, pp. 56–60.
- deTurck, M. A. & Goldhaber, G. M. (1988), 'Consumers' information processing objects and effects of product warning', *Proceedings of the Human Factors Society* (32), 445–449.
- Dingus, T. A., Hathaway, J. A. & Hunn, B. P. (1991), A most critical warning variable: Two demonstrations of the powerful effects of cost on warning compliance, in 'Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting', Vol. 35, SAGE Publications, pp. 1034–1038.
- Donner, K. A. (1991), 'Prediction of safety behaviors from locus of control statements', *Proceedings of Interface* 91, 94–98.

- Edwards, W. K., Poole, E. S. & Stoll, J. (2008), Security automation considered harmful?, in 'Proceedings of the 2007 Workshop on New Security Paradigms', ACM, pp. 33–42.
- Edworthy, J. & Dale, S. (2000), Extending knowledge of the effects of social influence in warning compliance, in 'Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting', Vol. 44, SAGE Publications, pp. 107–110.
- Egelman, S. (2009), *Trust me: Design patterns for constructing trustworthy trust indicators*, ProQuest.
- Egelman, S., Cranor, L. F. & Hong, J. (2008), You've been warned: an empirical study of the effectiveness of web browser phishing warnings, in 'Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems', ACM, pp. 1065–1074.
- Flechais, I., Riegelsberger, J. & Sasse, M. A. (2005), Divide and conquer: the role of trust and assurance in the design of secure socio-technical systems, in 'Proceedings of the 2005 workshop on New security paradigms', ACM, pp. 33–41.
- Frascara, J. (2006), 'Typography and the visual design of warnings', *Handbook of Warnings* pp. 385–406.
- Gnome human interface guidelines (n.d.). <https://developer.gnome.org/hig/stable/index.html.en> [assessed 21-Dec-2014]
- Goldhaber, G. M. & DeTurck, M. A. (1988), 'Effects of consumers' familiarity with a product on attention to and compliance with warnings', *Journal of Products Liability* 11(1), 29–37.
- Gross, J. B. & Rosson, M. B. (2007), Looking for trouble: understanding end-user security management, in 'Proceedings of the 2007 Symposium on Computer Human interaction For the Management of information Technology', ACM, p. 10.
- Hancock, H. E., Bowles, C. T., Rogers, W. A. & Fisk, A. D. (2006), 'Comprehension and retention of warning information', *Handbook of Warnings*. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ pp. 267–277.
- Hartley, J. (1994), *Designing instructional text*, 3rd edn, Routledge.
- Jackson, C., Simon, D. R., Tan, D. S. & Barth, A. (2007), An evaluation of extended validation and picture-in-picture phishing attacks, in 'Financial Cryptography and Data Security', Springer, pp. 281–293.
- Johnson-Laird, P. N. (1983), *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*, number 6, Harvard University Press.
- Kalsher, M. J. & Williams, K. J. (2006), 'Behavioral compliance: Theory, methodology, and results', *Handbook of warnings* pp. 313–331.
- LaRue, C. & Cohen, H. H. (1987), Factors affecting consumers' perceptions of product warnings: An examination of the differences between male and female consumers, in 'Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting', Vol. 31, SAGE Publications, pp. 610–614.
- Laughery, K. R. & Wogalter, M. S. (1997), 'Warnings and risk perception', *Handbook of human factors and ergonomics* 2, 1174–1197.
- Laughery, K. R. and Vaubel, K. P., Young, S. L., Brelsford Jr., J. W. & Rowe, A. L. (1993), 'Explicitness of consequence information in warnings', *Safety science* 16(5), 597–613.

- Laux, L. & Brelsford, J. W. (1989), 'Locus of control, risk perception, and precautionary behavior', *Proceedings of Interface 89*, 121–124.
- Lust, J. A., Celuch, K. G. & Showers, L. S. (1993), 'A note on issues concerning the measurement of self-efficacy¹', *Journal of Applied Social Psychology* 23(17), 1426–1434.
- Mayhorn, C. B. & Podany, K. I. (2006), 'Warnings and aging: Describing the receiver characteristics of older adults', *Handbook of Warnings* pp. 355–361.
- Nodder, C. (2005), 'Users and trust: A microsoft case study', *Security and Usability* pp. 589–606.
- Norman, D. A. (2002), *The design of everyday things*, Basic books.
- Riley, D. M. (2006), 'Beliefs, attitudes, and motivation', *Handbook of warnings* pp. 289–300.
- Rogers, W. A., Lamson, N. & Rousseau, G. K. (2000), 'Warning research: An integrative perspective', *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society* 42(1), 102–139.
- Silver, N. C. & Braun, C. C. (1999), 'Behavior', *Warnings and risk communication* pp. 245–262.
- Smith-Jackson, T. L. (2006), 'Receiver characteristics', *Handbook of warnings* pp. 335–344.
- Sobey, J., Biddle, R., van Oorschot, P. & Patrick, A. (2008), 'Exploring user reactions to new browser cues for extended validation certificates'.
- Sotirakopoulos, A., Hawkey, K. & Beznosov, K. (2011), On the challenges in usable security lab studies: Lessons learned from replicating a study on ssl warnings, in 'Proceedings of the Seventh Symposium on Usable Privacy and Security', ACM, p. 3.
- Sunshine, J., Egelman, S., Almuhiemi, H., Atri, N. & Cranor, L. F. (2009), Crying wolf: An empirical study of ssl warning effectiveness., in 'USENIX Security Symposium', pp. 399–416.
- Thorley, P., Hellier, E. & Edworthy, J. (2001), 'Habituation effects in visual warnings', *Contemporary ergonomics* pp. 223–230.
- Wash, R. (2010), Folk models of home computer security, in 'Proceedings of the Sixth Symposium on Usable Privacy and Security', ACM, p. 11.
- Wash, R. & Rader, E. (2011), Influencing mental models of security: a research agenda, in 'Proceedings of the 2011 workshop on New security paradigms workshop', ACM, pp. 57–66.
- Whalen, T. & Inkpen, K. M. (2005), Gathering evidence: use of visual security cues in web browsers, in 'Proceedings of Graphics Interface 2005', Canadian Human-Computer Communications Society, pp. 137–144.
- Windows User Experience Interaction Guidelines* (n.d.). <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/Aa511258.aspx> [assessed 21-Dec-2014]
- Wogalter, M. S. (2006a), 'Communication-human information processing (c-hip) model', *Handbook of warnings* pp. 51–61.
- Wogalter, M. S. (2006b), 'Purposes and scope of warnings', *Handbook of Warnings* pp. 3–9.
- Wogalter, M. S., Allison, S. T. & McKenna, N. A. (1989), 'Effects of cost and social influence on warning compliance', *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society* 31(2), 133–140.

- Wogalter, M. S., Brelsford, J. W., Desaulniers, D. R. & Laughery, K. R. (1991), 'Consumer product warnings: The role of hazard perception', *Journal of Safety Research* 22(2), 71–82.
- Wogalter, M. S., DeJoy, D. & Laughery, K. R. (2005), *Warnings and risk communication*, CRC Press.
- Wogalter, M. S., Godfrey, S. S., Fontenelle, G. A., Desaulniers, D. R., Rothstein, P. R. & Laughery, K. R. (1987), 'Effectiveness of warnings', *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society* 29(5), 599–612.
- Wogalter, M. S., Kalsher, M. J., Frederick, L. J., Magurno, A. B. & Brewster, B. M. (1998), 'Hazard level perceptions of warning', *International Journal of Cognitive Ergonomics* 2(1-2), 123–143.
- Wogalter, M. S., Kalsher, M. J. & Rashid, R. (1999), 'Effect of signal word and source attribution on judgments of warning credibility and compliance likelihood', *International Journal of Industrial Ergonomics* 24(2), 185–192.
- Wogalter, M. S. & Leonard, S. D. (1999), 'Attention capture and maintenance', *Warnings and risk communication* pp. 123–148.
- Wogalter, M. S., Magurno, A. B., Rashid, R. & Klein, K. W. (1998), 'The influence of time stress and location on behavioral warning compliance', *Safety Science* 29(2), 143–158.
- Wogalter, M. S., Racicot, B. M., Kalsher, M. J. & Simpson, M. J. (1994), 'The role of perceived relevance in behavioral compliance in personalized warning signs', *International Journal of Industrial Ergonomics* 14(3), 233–242.
- Wogalter, M. S. & Silver, N. C. (1990), 'Arousal strength of signal words', *Forensic Reports* 3(407-420).
- Wogalter, M. S. & Usher, M. O. (1999), Effects of concurrent cognitive task loading on warning compliance behavior, in 'Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting', Vol. 43, SAGE Publications, pp. 525–529.
- Wogalter, M. S. & Vigilante Jr., W. J. (2006), 'Attention switch and maintenance', *Handbook of warnings* pp. 245–266.
- Wogalter, M. S., Young, S. L., Brelsford, J. W. & Barlow, T. (1999), 'The relative contributions of injury severity and likelihood information on hazard-risk judgments and warning compliance', *Journal of Safety Research* 30(3), 151–162.
- Young, S. L. (2006), 'Hazard analysis as part of the safety information development process', *Handbook of Warnings* pp. 431–436.
- Young, S. L., Laughery, K. R., Wogalter, M. S., Lovvoll, D. R., Karwowski, W. & Marras, W. S. (1999), 'Receiver characteristics in safety communications', *The occupational ergonomics handbook* pp. 693–706.
- Young, S. L., Martin, E. G. & Wogalter, M. S. (n.d.), 'Gender differences in consumer product hazard perceptions'.

Contact Information

Wolfgang Börger (wolfgang.boerger@fh-koeln.de)

Luigi Lo Iacono (luigi.lo_iacono@fh-koeln.de)

Über die Wirksamkeit von Anti-Phishing-Training

Simon Stockhardt, Benjamin Reinheimer, Melanie Volkamer

SECUSO, Technische Universität Darmstadt

Zusammenfassung

Phishing ist noch immer ein verbreitetes Problem im Internet. Konsequenzen von Phishing können sowohl finanzieller als auch persönlicher Natur sein. Phishingangriffe werden ausgefeilter und sind nicht mehr einfach anhand fehlerhafter Rechtschreibung oder Grammatik zu identifizieren. Somit ist es für Internetnutzer wichtig den Aufbau von URLs zu verstehen um sich gegen Phishingangriffe schützen zu können. Das von uns entwickelte „NoPhish“ Training basiert auf der Idee Nutzern sowohl die notwendige Awareness als auch die notwendigen Fähigkeiten zur Identifikation von Phishingangriffen zu vermitteln. Wir haben NoPhish mit einer Nutzerstudie empirisch evaluiert und können eine signifikante Verbesserung der Teilnehmer in diesen Bereichen zeigen.

1 Einleitung

Betrüger versuchen im Internet die Identitäten von Nutzern zu stehlen. Hierfür werden gefälschte Nachrichten versendet die legitim aussehen, dies aber nur vortäuschen. Der Zweck der Nachrichten ist dabei Nutzer auf eine echt aussehende Website zu locken. Gibt ein Nutzer auf dieser Webseite Daten ein, landen diese Daten direkt bei den Betrügern. Mit diesen Daten können die Betrüger sich dann auf den jeweiligen Webseiten einloggen und dort z.B. im Namen ihrer Opfer Bestellungen tätigen. Diese Art von Internetbetrug wird als „Phishing“ bezeichnet. Es gibt bereits diverse technische Lösungen die diese Problematik direkt adressieren. So werden phishing Nachrichten und Webseiten (URLs) direkt nach ihrer Identifikation auf Blacklisten gesetzt (Ma, Saul, Savage, & Voelker, 2009; Prakash, Kumar, Kompella, & Gupta, 2015; Marchal, Francois, State, & Engel, 2012; Ramzan, 2010). Gemeinhin werden Nutzer von ihren Webbrowsern bzw. von ihren Mailingdiensten gewarnt, sollten sie eine URL erhalten, die sich auf einer Blacklist beendet. Neben Blacklisten gibt es andere technische Lösungen wie z.B. Whitelisten und Spam-Filter. Diese technischen Lösungen sind jedoch nicht ausreichend um den Nutzer vor Phishing zu schützen. Es gibt stets eine bestimmte Zeitspanne in welcher eine Webseite online ist bevor sie von den

2.2 Übungsteil

Der Übungsteil ist in neun Levels mit unterschiedlichen Methoden zur Fälschung von URLs eingeteilt (basierend auf Literatur (Sheng, et al., 2007; Aaron & Manning, 2014) und auf der Analyse von PhishTank URLs). Jedes Level besteht dabei aus zwei Teilen: einem einführendem Teil mit Informationen darüber, was in diesem Level neu ist, und dem Übungsteil. Die Übungen sind an ein Quiz angelehnt. Hierbei werden unterschiedliche URLs dargestellt und die Teilnehmer des Trainings werden jeweils nacheinander nach ihrer Einschätzung dazu, ob es sich dabei um eine Phishing Seite handelt oder nicht, gefragt. Im Folgenden sind die Inhalte der einzelnen Levels dargestellt.



Abbildung 2: Erklärung der URL inkl. 'Wer-Bereich'

- Level 1: Aufbau der URL. In Level 1 wird den Teilnehmern der Aufbau einer URL erklärt.
- Da die Nutzung technischer Begriffe vermieden werden soll, wird dieser Teil der URL als „Wer-Bereich“ bezeichnet.
- Level 2: IP Adresse als Wer-Bereich
Beispiel: `https://33.58.198.82/`
- Level 3: Unternehmensname kommt in der Webadresse nicht vor
Beispiel: `http://www.login.com/index.html`
- Level 4: Ähnliche Namen im Bereich der Abteilungen
Beispiel: `http://csr.ebay.de.security.com/`
- Level 5: Ähnliche Namen im Gesprächsthema-Bereich
Beispiel: `http://account-settings.de/facebook.com/`
- Level 6: Ähnliche Namen im Wer-Bereich
Beispiel: `http://www.apple-support.com/`

- Level 7: Tippfehler/Buchstabendreher im Wer-Bereich
Beispiel: <https://www.mircosoft.com/>
- Level 8: Ähnliche Zeichen im Wer-Bereich
Beispiel: <https://www.vvetter.com/>
- Level 9: Der Bereich der Sicherheitsstufe Hier geht es darum den Unterschied zwischen https und http zu vermitteln. Die Frage lautet anders als in den vorherigen Levels: Würden Sie auf dieser Seite sensible Daten eingeben?
Beispiele: <http://netbank.de> bzw. <https://netbank.de>

3 Empirische Nutzerstudie zur Wirksamkeit von NoPhish

Im Folgenden wird auf die Motivation für die Durchführung der empirischen Studie, die Hypothesen der Studie, das verwendete Studiendesign, die Teilnehmer und die statische Auswertung eingegangen.

3.1 Motivation für eine Nutzerstudie

Für die Durchführung einer Studie ausserhalb des Labors sprechen verschiedene Gründe. Erstens gelten für eine Laborstudie bestimmte Einschränkungen wenn es um die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Situationen geht. Laborbedingungen ermöglichen eine optimale Kontrolle von Störvariablen. Dadurch entsteht jedoch auch eine Differenz zu realistischen Anwendungssituation. So kann externe Validität durch Studien, welche in einem von Störvariablen abgeriegelten Labor stattfinden, nur schwer nachgewiesen werden. Ein weiteres Problem von Laborstudien ist der Testeffekt. Studienteilnehmer werden durch die Laborsituation für die Testsituation sensibilisiert, was zu einer Verzerrung der Antworten führt.

Zusätzlich ist es unsere Motivation möglichst viele verschiedene Nutzergruppen mit NoPhish zu erreichen. Hiefür möchten wir NoPhish in verschiedenen Formaten testen. Mit dem Training hoffen wir auch ältere Internetnutzer und Nutzer ohne Smartphone zu erreichen. Das Studiendesign stellt sicher, dass jeder Teilnehmer den gleichen Input erhält. Auch sind jederzeit Rückfragen an die Trainings-Leiter möglich, falls bestimmte Dinge unklar sind.

3.2 Hypothesen

Die Hypothesen zielen hauptsächlich (3 von 4 Hypothesen) auf die detaillierte Messung der Verbesserung bezüglich der Wahrscheinlichkeit richtiger Entscheidung. Dabei gibt es verschiedene Aspekte die betrachtet werden sollen. Zum einen sollen beide Arten von Webseiten (Original & Phish) getrennt betrachtet werden. Zum anderen soll herausgefunden

werden, ob es einen Unterschied bezüglich alter (URLs bekannt aus Phase 1) oder neuer (noch nicht benutzer URLs) gibt.

Hypothese 1 | Phish: Es ist signifikant wahrscheinlicher, dass Teilnehmer nach dem Training Phishing-URLs erkennen.

Hypothese 2 | NoPhish: Nach dem Training hat sich die Erkennung von legitimen URLs signifikant verbessert.

Hypothese 3 | Neue URL: Nach dem Training besteht ein signifikanter Unterschied bei der Erkennung zwischen neuen URLs (ausschließlich in Fragebogen Phase 2) und den bereits bekannten URLs (in Fragebogen Phase 1 enthalten).

Hypothese 4 | URL Verständnis: Nach dem Training stützen die Teilnehmer ihre Entscheidung signifikant häufiger auf die Domain.

3.3 Studiendesign

Für die Studie haben wir ein Innersubjekt-Design gewählt. Dazu wurde den Teilnehmern vor (Phase 1) und nach (Phase 2) des Trainings ein Fragebogen gereicht. Der Fragebogen in Phase 2 setzt sich aus den 15 Items aus Phase 1, sowie 7 weiteren neue Items zusammen. Die Aufteilung in legitime und phishing Screenshots folgte folgender Konzeption:

Phase 1: Fragebogen mit 15 Webseiten (7 legitim + 8 phishing).

Training: Auf NoPhish basierendes Training.

Phase 2: Fragebogen mit 22 Webseiten (11 legitim + 11 phishing).

(1) Einwilligungserklärung: Vor der Durchführung wurden die Teilnehmer gebeten eine Einwilligungserklärung zu unterschreiben.

(2) Webseiten Fragebogen Phase 1: In diesem Teil der Studie erhielt jeder Teilnehmer den Fragebogen Phase 1 mit 15 ausgedruckten Webseiten-Screenshots. Jede Seite beinhaltet den Screenshot einer Webseite und dazu fünf Fragen. Auf jedem Screenshots sind real existierende Seiten abgebildet. Bei acht Screenshots ist die URL durch eine Phishing Adresse ersetzt. Es ist sichergestellt, dass jeder Manipulationstyp zumindest einmal repräsentiert ist. Für jeden Screenshot werden die Teilnehmer gefragt, ob sie sich auf dieser einloggen würden. Zusätzlich sollen sie den Bereich des Screenshots markieren, der für die Entscheidung maßgeblich war. Außerdem sollen sie die Sicherheit ihrer Entscheidung auf einer 5-stufigen Likert-Skala einordnen. Abschließend wurden die Teilnehmer gefragt, ob sie die Marke kennen bzw. ob sie auf der Webseite einen Account besitzen.

(3) NoPhish Vorstellung: Hier werden die Inhalte von NoPhish, wie in 'Kapitel 2 - Inhalte von NoPhish' besprochen, vermittelt.

(4) Webseiten Fragebogen Phase 2: In diesem Abschnitt der Studie erhält jeder Teilnehmer den Fragebogen Phase 2 mit 22 ausgedruckten Webseiten Screenshots. Diese setzen sich aus elf legitimen Screenshots, sowie elf Phishing Screenshots zusammen. Auch die weiteren

Aufgaben (Markierung eines Bereichs für die Entscheidung, Sicherheit der eigenen Entscheidung, Bekanntheit der Marke, Besitzen eines Accounts) gleichen dem des Phase 1 Fragebogens.

(5) Demographischer Fragebogen: Anhängend an den Fragebogen Phase 2 sollen die Teilnehmer noch fünf demografische Angaben machen: Jahrgang, Geschlecht, Farbenfehlsichtigkeit, der berufliche Abschluss sowie der Bereich in dem zurzeit gearbeitet/studiert wird.

(6) Aufbau der Fragebögen Phase 1 und Phase 2: Table 1 zeigt eine Auflistung aller genutzten URLs. Die Namen der Originale sind grün geschrieben. Phishing URLs in der Farbe Rot.

Marke	URL
Google	https://plus.google.com/u/0/me
Facebook	https://www.facebook.com.signing.com/Raumzeit
Amazon	http://www.amazon.de/Angebote/b/ref=cs_top_nav_gb27?ie=UTF8&r
Wikipedia	http://130.83.162.6/wiki/Wikipedia:Hauptseite
eBay	http://www.ebay.de/rpp/Deals/reisen-gutscheine/stadte-kultur/
Web.de	https://web.de.myponyfarm.com/
Focus	http://abo.net/www.focus.de/digital
GMX	http://www.gmx.net/produkte/mail/promail
Yahoo	http://de.yahoo.com/?p=us
Otto	https://www.Otto.de/damenmode/kategorien/anzuege-kostueme
Microsoft	http://windows.mircosoft.com/de-de/windows/products
Twitter	https://badcat.com/mobile.twitter.com/session/new
LinkedIn	https://touch.www.linkedin.com/login.html
Spiegel	http://m.spiegel.de/panorama/leute/a-937125.html#spRedire
Paypal	https://www.paypal-sicher.com/webapps/merchantboarding/web
Zusätzlich in Phase 2:	
GuteFrage	http://www.gutefrage.net.events-ma/tag/freizeit/1
T-Online	http://www.t-online.de/wetter/europawetter/64077226
Immobilienscout24	http://www.immobilienscout25.de/de/finden/wohnen/index.jsp
Wordpress	https://130.83.162.6/signup/
Bild	http://epaper.bild.de
Welt	http://www.welt.de/sonderthemen/mittelstand/forschung
Xing	https://blog.xing.com/category/german/

Tabelle 1: Legitime und manipulierte URLs.

3.4 Rekrutierung und Belohnung

Die Studienteilnehmer wurden aus dem Volkshochschulkurs rekrutiert und bekamen als Incentive für die Studienteilnahme die für den Volkshochschulkurs entstandenen Kosten zurückerstattet.

3.5 Demografische Daten

Insgesamt haben 12 Teilnehmer an unserer Studie teilgenommen. Das Durchschnittsalter beträgt 53.33 Jahre mit einer Standardabweichung von 9.178 und einem Bereich von 35 bis

66. In der analysierten Stichprobe befanden sich 8 Frauen und 4 Männer. Lediglich eine Person erklärt einen Bezug zur IT.

3.6 Hypothesentests

Um unsere Hypothesen zu analysieren wurden die Wahrscheinlichkeiten für richtige Antworten berechnet. Die Antwort wurde als korrekt gewertet, wenn auf legitime Webseiten „Ja“ als Antwort auf die Frage „Würden Sie sich auf dieser Webseite einloggen?“ gewählt wurde und „Nein“ auf Phishing-Webseiten. Außerdem wurden die Teilnehmer gebeten, die für ihre Entscheidung relevante Stelle auf dem Screenshot zu markieren. Jede Markierungen von mehreren Bereichen oder einem größeren Bereich als der Domain, wurde als URL gewertet. Die Markierung der gesamten Domain oder Bereiche der Domain (z.B. Position eines Fehler) wurde weiterhin als Domain gezählt. Für die Betrachtung der Hypothese 2, wurde Domain als richtig und die anderen Bereiche (z.B. Favicon, Schlosssymbol, URL oder Inhalt der Webseite) als falsch eingetragen.

Im Zuge der Hypothesen-Testung interessiert uns zunächst, ob unsere Intervention bei der Erkennung von Phishing und Originalen hilft. Die getesteten Variablen sind auf dem Intervall-Skalenniveau. Außerdem handelt es sich um gepaarte Daten, für deren Differenz die Hypothese der Normalverteilung getestet wurde. Hier erreicht keiner der Test Signifikanz, weshalb die Hypothese der Abweichung von der Normalverteilung verworfen wird (H1: $Z = .636$, $p = .814$; H2: $Z = .358$, $p = 1.0$; H3: $Z = .603$, $p = .86$; H4: $Z = .451$, $p = .987$). Der innersubjekt Faktor (unabhängige Variable) der Studie war die Phase (1 vs. 2) und die abhängige Variable waren die Wahrscheinlichkeiten für richtige Antworten in Bezug auf Phishing Webseiten, Originale Webseiten, neue alte Webseiten und den markierten Bereich. Anschließend wurde für jede Hypothese ein t-Test für abhängige Stichproben durchgeführt. Grafik 3 gibt einen Überblick über die deskriptiven Daten der Hypothesen und deren Analyse.

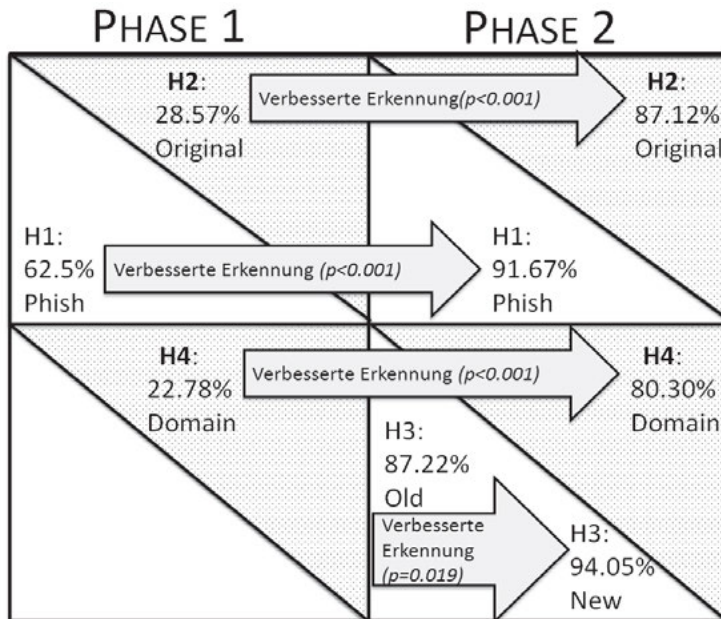


Abbildung 3: Wahrscheinlichkeiten für richtige Antworten

Hypothese 1 | Phish: Nach dem Training geben die Teilnehmer signifikant höher richtige Antworten in Bezug auf Phishing-URLs ($T = -5.625$; $p < 0.001$; $\eta^2 = 0.569$).

Hypothese 2 | NoPhish: Die Häufigkeit richtiger Antworten bezüglich legitimer Webseiten ist nach dem Training signifikant größer ($T = -7.262$; $p < 0.001$; $\eta^2 = 0.6683$).

Hypothese 3 | Neue URL: Die Häufigkeit der richtigen Antworten von neuen URLs ist signifikant höher ($T = -2.748$; $p = 0.019$; $\eta^2 = 0.09$).

Hypothese 4 | URL Verständnis: Die Domain wird signifikant höher als Grund für die Entscheidung ausgewählt ($T = -8.143$; $p < 0.001$; $\eta^2 = 0.638$).

4 Zusammenfassung und zukünftige Planung

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit haben wir eine Methode zur Vermittlung des zum Schutz vor Phishing notwendigen Wissens erarbeitet. Die Identifikation von Phishingangriffen ist in ein Spiel eingebaut, das auf psychologischen Erkenntnissen, dem serious-game Ansatz sowie einem user-centered design basiert. Die Ergebnisse der Studie sind vielversprechend. Alle Hypothesen haben sich mindestens signifikant bestätigt. In Zukunft möchten wir die Studie mit einer höheren Teilnehmerzahl wiederholen. Auch möchten wir die Inhalte der Studie in verschiedenen Formaten testen. Ideen hierfür sind das hier vorgestellte Training mit einer existierenden Smartphone App (Canova, Volkamer, Bergmann, & Borza, 2014) sowie

einem Flyer mit den selben Inhalten zu testen. Parallel arbeiten wir daran den Inhalt des Trainings durch ein Webinterface zugänglich zu machen.

5 Literaturverzeichnis

- Aaron, G., & Manning, R. (2014). *Phishing Activity Trends Report 2nd Quarter 2014*. Von http://docs.apwg.org/reports/apwg_trends_report_q2_2014.pdf abgerufen
- Akhawe, D., & Felt, A. P. (2013). Alice in warningland. A large-scale field study of browser security warning effectiveness. *22nd USENIX Security Symposium* (S. 257-272). Washington, D.C.: USENIX.
- Canova, G., Volkamer, M., Bergmann, C., & Borza, R. (2014). NoPhish: an anti-phishing education app. In *Security and Trust Management*, vol. 8743, S. 188-192.
- Ma, J., Saul, L. K., Savage, S., & Voelker, G. M. (2009). Beyond blacklists: Learning to detect malicious web sites from suspicious urls. *15th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining* (S. 1245-1254). New York: ACM.
- Marchal, S., Francois, J., State, R., & Engel, T. (2012). Proactive discovery of phishing related domain names. In D. Balzarotti, S. Stolfo, & M. Cova, *Research in Attacks, Intrusions, and Defenses* (S. 190-209). Heidelberg: Springer Berlin.
- Prakash, P., Kumar, M., Kompella, R., & Gupta, M. (2015). Phishnet: Predictive blacklisting to detect phishing attacks. *IEEE INFOCOM 2010* (S. 1-5). San Diego: IEEE.
- Ramzan, Z. (2010). Phishing attacks and countermeasures. In P. Stavroulakis, & M. Stamp, *Handbook of Information and Communication Security* (S. 433-448). Heidelberg: Springer Berlin.
- Sheng, S., Magnien, B., Kumaraguru, P., Acquisti, A., Cranor, L. F., Hong, J., & Nunge, E. (2007). Anti-phishing phil: The design and evaluation of a game that teaches. *3rd Symposium on Usable Privacy* (S. 88-99). New York: ACM.
- Wu, R., Miller, R. C., & Garnkel, S. L. (2006). Do security toolbars acutally prevent phishing attacks? *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (S. 601-610). New York: ACM.

Kontaktinformationen

Simon Stockhardt, simon.stockhardt@secuso.org

Benjamin Reinheimer, benjamin.reinheimer@secuso.org

Melanie Volkamer, melanie.volkamer@secuso.org

Usable-Policy-Management in kollaborativen Szenarien - Herausforderungen und Chancen

Sascha Wagner¹, Dominic Heutelbeck²

Lehrgebiet Multimedia und Internetanwendungen, Fakultät für Mathematik und Informatik, Fernuniversität Hagen¹

FTK e.V. Forschungsinstitut für Telekommunikation und Kooperation²

Zusammenfassung

Der Bedarf an sicheren und gleichermaßen gebrauchstauglichen Systemen steigt. Durch wachsende Komplexität und Dynamik der Nutzungsumgebungen wird die Ausbalancierung zwischen Security- und Usability-Zielen anspruchsvoll und herausfordernd. Kollaborative Arbeitsumgebungen und Szenarien stellen zudem zusätzliche Anforderungen, wie Flexibilität und Agilität, an die Gestaltung der einzusetzenden Systeme. Ein in der wissenschaftlichen Literatur noch unzureichend betrachteter Bereich ist hierbei das Policy-Management¹ in kollaborativen Szenarien. Dieser Beitrag stellt in diesem Spannungsfeld allgemeine Gestaltungsempfehlungen an Usable-Security-Systemen vor, analysiert aktuelle Lösungen im Bereich des Policy-Managements und leitet daraus Strategien, Forschungsfragen und einen Lösungsansatz zur Abbildung eines gebrauchstauglichen Policy-Managements in kollaborativen Szenarien ab.

1 Einleitung

Eine in der Literatur oft unzureichend beachtete Ebene im Umfeld von Usable Security ist die Abbildung von organisatorischen Zugriffsrichtlinien (engl. Access-Control-Policies) zur Durchsetzung von Security-Zielen innerhalb von Unternehmen. Ferner steigt der Bedarf an flexiblen Kooperationen und Kollaborationen zum Austausch und zur Generierung von Wissen. Mit diesen Zunahmen verbunden, steigt auch der Anspruch an Möglichkeiten zur effektiven und leicht umzusetzenden Abbildung und Nutzung von Zugriffsregeln.

¹ Policy-Management steht in dieser Arbeit stellvertretend für Access-Control-Policy-Management.

2 Policy-Management

Policy-Management ist ein essentieller Bestandteil jeder vertrauensvollen Zusammenarbeit. Es umfasst nach Johnson primär die folgenden drei Schritte (Johnson 2012):

- Initiale Erstellung der Zugriffsregeln
- Interpretation der Auswirkungen
- Durchführung von Änderungen

Diese Punkte können je nach Betrachtungsweise um Implementierung und Verwaltung erweitert werden. Innerhalb der einzelnen Phasen sind oft verschiedene Akteure an den jeweiligen Teilschritten, wie Risikobewertung, Entscheidungsfindung oder Abnahme, beteiligt. Um komplexe dynamische Zugriffsregeln, wie sie beispielsweise bei RBAC (Role-based-access-control)² oder ABAC (Attribute-based-access-control)³ nötig sind, unabhängig von Anwendungen definieren und verwalten zu können, hat sich der OASIS-Standard XACML (eXtensible Access Control Markup Language)⁴ etabliert, welcher eine herstellerunabhängige Sprache - basierend auf XML - zur Verfügung stellt (Stepien et al 2014).

Unsere Analyse der bisherigen Arbeiten konnte aufzeigen, dass es im Rahmen komplexer Policy-Management Systeme erheblichen Forschungsbedarf bzgl. einer geeigneten Nutzerzentrierung gibt. Speziell die Administration und die Verwaltung von Policies ist auch für erfahrene Nutzer ein fehleranfälliger und oft langwieriger Prozess, welcher oft zu inkorrekten Access-Control-Policies führt und damit ggf. zu unberechtigtem Zugriff (Nergaard et al. 2015; Stepien et al. 2014; Church & Whitten 2009). Anwender haben ebenso Schwierigkeiten, Regeln ohne zusätzliche Unterstützung von IT-Personal auszudrücken (Sánchez et al. 2006). Oft sind hierbei umfangreiche Schulungen und/oder zusätzliches Personal nötig, um Aufgaben im Rahmen des Policy-Managements ausführen zu können (Beckerle & Martucci 2013; Reeder et al. 2007).

3 Gestaltungsprinzipien

In der Literatur können verschiedene Prinzipien zur Gestaltung von Usable-Security-Systemen gefunden werden. Der folgende Abschnitt stellt kompakt die wesentlichsten Arbeiten als Orientierungsinstrument für andere Wissenschaftler zur Verfügung.

² Weitere Informationen sind verfügbar unter: <http://csrc.nist.gov/groups/SNS/rbac>.

³ Weitere Informationen sind verfügbar unter: <http://csrc.nist.gov/projects/abac>.

⁴ Weitere Informationen sind verfügbar unter: <https://www.oasis-open.org/standards>

Eine der ersten Gestaltungsprinzipien erarbeiteten Saltzer und Schroeder. Die im Jahr 1975 entstandene Arbeit enthält die nachfolgend gelisteten allgemeinen Prinzipien zur Gestaltung von Computersystemen zum Schutz von Informationen (Smith 2012).

1. „*Economy of mechanism*“: Das System muss wirksam und einfach sein.
2. „*Fail-safe defaults*“: Zugriff wird nur nach Erlaubnis erteilt.
3. „*Complete mediation*“: Alle Zugriffsaktivitäten werden geprüft.
4. „*Open design*“: Die eingesetzten Verfahren und Mechanismen werden offengelegt.
5. „*Separation of privilege*“: Die Vergabe von Rechten darf nicht nur auf einer Bedingung beruhen.
6. „*Least privilege*“: Es sollten nur so viele Rechte definiert werden wie nötig.
7. „*Least common mechanism*“: Potentielle Informationsflüsse zwischen Anwendern sollten minimiert werden.
8. „*Psychological acceptability*“: Das mentale Model des Anwenders passt zu der Gestaltung des Systems.

Die Bedeutung der Arbeit von Saltzer und Schroeder hat mit zunehmender Verbreitung und Vielfältigkeit der Anwender im Laufe der Zeit zugenommen. Computersysteme hielten Einzug in den Arbeitsalltag und auch in den privaten Bereich der verschiedensten Anwendergruppen. 1996 haben Zurko und Simon die Nutzerzentrierung durch die Prägung des Begriffes „User-Centered-Security“ weiter in den Fokus der Gestaltung von Security-Systemen gesetzt (Zurko & Simon 1996). Erstmals wurde dadurch Usability als primäres Ziel und Motivation bei der Gestaltung von Security-Modellen, Mechanismen, Systemen sowie Software definiert. Um kritische Merkmale im Bereich von Security, wie bspw. Demotivation, unzureichende Abstraktionsfähigkeit von Anwendern und wenig System-Feedback entgegenzuwirken, haben verschiedene Forscher Prinzipien zum Design von Usable-Security-Systemen entwickelt. Ein Auszug der relevantesten Arbeiten ist in Tabelle 1 dargestellt.

Quelle	Prinzipien
„ <i>Why Johnny can't encrypt: a usability evaluation of PGP 5.0</i> “ - Properties of the usability problem for security (Whitten & Tygar 1999)	The unmotivated user property, The abstraction property, The lack of feedback property, The barn door property, The weakest link property
„ <i>User Interaction Design for Secure Systems</i> “ (Yee 2002)	Path of least resistance, Appropriate boundaries, Explicit authorization, Visibility, Revocability, Expected ability, Trusted path, Identifiability, Expressiveness, Clarity
„ <i>A Framework for secure Computer Interaction</i> “ - Criteria for a successful HCI (Johnston 2004)	Visibility of system status, Aesthetic and minimalist design, Satisfaction, Convey features, Learnability, Trust

„ <i>Human-Computer Interaction Opportunities for Improving Security/Privacy</i> “ - Possible Strategies for usable security interfaces (Shneiderman 2005)	Reduce complexity, Cleaner cognitive model, Show consequences of decisions, Show dynamics of activity with viewable log
„ <i>Design Principles and Patterns for Computer Systems That Are Simultaneously Secure and Usable</i> “ - General principles for aligning security and usability (Garfinkel 2007)	Least surprise, Good security now, Standardized security policies, Consistent, meaningful vocabulary, Consistent controls and placement, No external burden

Tabelle 1: Auszug von Prinzipien für die Gestaltung von Usable-Security-Systemen

In weiteren Arbeiten streben wir die Kategorisierung und Abgrenzung der dargestellten Prinzipien sowie einen Abgleich dieser teilweise spezifischen Prinzipien mit allgemeinen Gestaltungsprinzipien im Bereich der Mensch-Maschine-Interaktion (z.B. DIN EN ISO 9241 - 110)⁵ an. Durch diese Vorgehensweise könnte es möglich werden ein konsolidiertes Grundgerüst von Gestaltungsprinzipien für sichere und gebrauchstaugliche Systeme zu erarbeiten.

4 Usable-Policy-Management

Nachfolgend werden relevante Arbeiten im betrachteten Spannungsfeld kompakt vorgestellt. Anschließend erfolgen die Darstellung der eingesetzten Strategien, die Nennung von Herausforderungen, die Ableitung von Forschungsfragen und die Darstellung eines möglichen Lösungsansatzes, zur Erlangung eines Usable-Policy-Managements in kollaborativen Arbeitsumgebungen.

4.1 Aktuelle Arbeiten

Eine der ersten Arbeiten im Bereich des Usable-Policy-Managements lieferten 1997 Zurko et al. mit „Adage“. „Adage“ umfasst eine interaktive graphische Benutzeroberfläche („Visual Query Builder“) für die Erstellung von RBAC-Policies (Zurko 1999). Es werden Building Blocks und Templates zur Erstellung eingesetzt, um den Nutzer zu unterstützen. 1999 stellten Bartal et al. mit Firmato ein Firewall-Management-Toolkit vor, welches Firewall-Rules visualisiert. Hewlett Packard entwickelten 1999 Power („Policy-Wizard-Engine for Refinement“), ein integratives Authoring Werkzeug, welches erstmals die beiden Nutzerrollen der „Experten“ (Technical Knowledge) und „Berater“ (Business Knowledge) einführt (Mont et al. 1999). Experten generieren hierbei Policy-Templates, welche durch den Berater innerhalb einer GUI genutzt werden können. Mit SPARCL („Server Privacy ARchitecture and Capab-

⁵ Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung.

iLity Enablement“), einem Policy-Management Tool aus dem Jahre 2005, können Policies entweder in natürlicher Sprache oder durch strukturierte Eingabe / Auswahl (bspw. durch Listboxen) von Elementen und Regeln erzeugt werden (Brodie et al. 2005). Reeder et al. haben sich auf die Visualisierung des Zustandes von Policies spezialisiert und lieferten 2007 mit „Expandable Grids“ eine Matrixvisualisierung, welche effizient die „High-Level-Zugriffsrechte“ (wie „Allow, Deny, Some access allowed“) eines Users oder einer Gruppe von Usern auf Ressourcen visualisiert (Reeder et al. 2011). Stepien, Matwin und Felty erarbeiteten 2011 eine nicht technische Notation für XACML-Policies, welche 2014 weiter bearbeitet wurde (Stepien et al. 2014, Stepien et al. 2011). In dieser können Benutzer durch Checkboxen und Listboxen strukturiert Policies innerhalb einer GUI erstellen. Um dies zu ermöglichen, muss im Vorfeld das Datenmodell von Experten erstellt werden. Johnson et al. haben 2011 einen Prototypen zur iterativen Policy-Erstellung vorgestellt (Johnson et al. 2010). In dieser Arbeit wird davon ausgegangen, dass mindestens drei Nutzergruppen an diesem Prozess beteiligt sind, nämlich Policy-Authors, Template-Authors und Policy-Element-Authors (definiert spezifische Policy Domainelemente). Auch in diesem Ansatz werden Templates eingesetzt. Nergaard et al. entwickelten 2015 einen auf der visuellen Programmiersprache „SCRATCH“ basierenden graphischen Policy-Editor für XACML, welcher sich an dem vom MIT entwickelten SCRATCH-Editor orientiert (Nergaard et al. 2015). Dieser Editor nutzt Building Blocks, welche verwendet werden, um visuell eine XACML-Policy zu erstellen. Es wird auch hier technisches Know-how vorausgesetzt, da die Funktionen und Syntax von XACML erhalten bleiben.

4.2 Strategien und Herausforderungen

Eine Untersuchung der im vorherigen Abschnitt vorgestellten Arbeiten lässt die folgenden Strategien zur Optimierung der Mensch-Maschine-Schnittstelle erkennen: *Natürliche sprachliche Texteingabe, alternative Syntax, Templates, strukturierte Eingaben, Reduzierung des Funktionsumfangs und visuelle Unterstützung.*

Wird der betrachtete Nutzungskontext der aktuellen Arbeiten analysiert, so wird erkennbar, dass die bisherigen Arbeiten unzureichend Charakteristiken von kollaborativen Arbeitsumgebungen beachtet haben. Obwohl generell gute Ansätze erkennbar sind, so fehlt dennoch eine ganzheitliche nutzerzentrierte Betrachtung, wie Policy-Management anwenderfreundlich und agil auf Administrations- und Anwendungsebene gestaltet werden kann. Viele der betrachteten Ansätze und Lösungen setzen zudem entweder Programmierkenntnisse oder technisches Verständnis über die Syntax und die Elemente einer Policy voraus. Gleichermassen wird deutlich, dass das Zusammenspiel zwischen den einzelnen Akteuren meist auf Annahmen statt auf Nutzeranalysen (z.B.: Interviews, Beobachtungen, On-Site Visits) beruht. Um diese Lücken zu schließen, muss analysiert werden, wie und welche Nutzer aktuell im Bereich des Policy-Managements innerhalb kollaborativer Arbeitsumgebungen zusammenarbeiten, welche Anforderungen sich daraus ableiten lassen und wie diese durch zukünftige Komponenten und Lösungen anwenderfreundlich gestaltet werden können. Aus dem beschriebenen Sachverhalt können u.a. die folgenden *Forschungsfragen* abgeleitet werden:

1. Welche *Anforderungen* sind für ein gebrauchstaugliches Policy-Management innerhalb kollaborativer Arbeitsumgebungen für die verschiedenen Akteure nötig?

2. Wie können existierende Policy-Management-Komponenten und Lösungen im Rahmen kollaborativer Zusammenarbeit *erweitert* und *verbessert* werden, so dass die Gebrauchstauglichkeit der beteiligten Akteure verbessert wird?
3. Wie kann ein *ganzheitliches* nutzerzentriertes (mikro- und makroskopisches) Policy-Management innerhalb kollaborativer Arbeitsumgebungen gestaltet werden?

4.3 Lösungsansatz

Basierend auf unseren gewonnenen Erkenntnissen stellen wir fest, dass bei den aktuellen verfügbaren Lösungen im Rahmen von kollaborativen Policy-Management signifikante Usability-Optimierungspotenziale vorhanden sind. Zur Bearbeitung und Optimierung der genannten Problemfelder stellen wir die folgende *Arbeitshypothese* vor.

Die Berücksichtigung von etablierten Gestaltungsprinzipien (siehe Kapitel 3), die Anwendung einer nutzerzentrierten Vorgehensweise sowie die Übertragung des aus den Sozialwissenschaften bekannten Konzeptes von „*Structure and Agency*“⁶, könnte vielsprechende Ergebnisse zur Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit im Rahmen des Policy-Managements liefern. Die Struktur könnte die Möglichkeit der Zusammenarbeit zwischen den Agenten vorgeben, wobei sich Struktur und Agenten gegenseitig beeinflussen können (Barker 2005; Karp 1986). Über die Agenten (bspw.: Personen, Software, Hardware, Prozesse oder auch Policies) kann wiederum die Struktur beeinflusst werden. Denn nur, wenn eine bestimmte Struktur in einem bestimmten Zustand vorhanden ist, dürfen bestimmte Handlungen vollzogen werden. Eine Modellierung der Struktur könnte beispielsweise mittels der Web Ontology Sprache (OWL) in Form einer Ontologie erfolgen. Individuen wie Personen und Gruppen entsprechen in diesem Fall Knoten innerhalb eines „sozialen Graphen“, Beziehungen den Kanten. In Regeln könnte dann festgehalten werden, welche relationalen Bedingungen für Subjekt und Ressource gelten müssen, damit eine bestimmte Aktion erlaubt wird. Diese Regeln könnten mittels einer regelbasierten Sprache formuliert werden. Die Regeln könnten dann wiederum zu komplexeren Policies bzw. Regelwerken (z.B. in XACML) zusammengefasst werden. Bei Zugriffskontrollen nach diesem Modell könnten dann die Handlungsmöglichkeiten („Agency“) eines Subjekts aus den Strukturen („Structure“) des „sozialen Graphen“ abgeleitet werden, indem Attributwerte aus dem Graphen extrahiert werden. Die „Agency“ eines Agenten (also eines Zugriffssubjekts) ergibt sich dabei aus der Menge der erlaubten Handlungen, die dieses Subjekt zu seinem aktuellen Zeitpunkt gegenüber anderen Agenten (Ressourcen) ausüben darf. Diese erlaubten Handlungen ergeben sich aus den Strukturen, über die das Subjekt mit anderen Agenten verbunden ist, also aus der Position des Subjekts im „sozialen Graphen“. Es ist davon auszugehen, dass bestimmte Konstellationen der Struktur (Strukturmuster) für die Vergabe von Zugriffsrichtlinien Bedeutung haben und häufig Anwendung finden (beispielsweise binäre Strukturen sowie Gruppen- und Rollenstrukturen). Wenn es möglich wird, die organisatorische Struktur als Ontologie abzubil-

⁶ Die Kernfrage ist, ob und wie die soziale Struktur das menschliche Handeln beeinflusst und ob oder wie durch menschliches Handeln soziale Strukturen geändert und erzeugt werden.

den sowie basierend auf dieser typische Strukturmuster abzuleiten, so könnte anschließend ein grafisches Nutzerinterface dazu beitragen, dass Policies effizienter erstellt werden können, da nur eine Parametrierung der zu erfüllenden Konstellation (Zustand) der „sozialen Struktur“ vollzogen werden müsste.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Der Bedarf für ein gebrauchstaugliches Policy-Management, speziell in kollaborativen Umgebungen, ist vorhanden und wird in Zukunft steigen. Wir gehen davon aus, dass ein Ansatz bestehend aus einer Kombination der folgenden drei Aspekte vielversprechend ist.

- Integration von Usability-Engineering-Aktivitäten und Usable-Security-Gestaltungsempfehlungen
- Betrachtung von Gruppenprozessen innerhalb von Unternehmen zur Beachtung von spezifischen Interaktionscharakteristiken (wie Agilität und Flexibilität)
- Nutzung sozialer Modelle und sozialer Modellierung von Akteuren und Ressourcen zur Reduzierung der Komplexität

Bei der Entwicklung von zukünftigen Lösungen könnte die Berücksichtigung der genannten Aspekte entscheidend für den Erfolg von sicheren und zugleich gebrauchstauglichen kollaborativen Arbeitsumgebungen werden.

Literaturverzeichnis

- Barker, C. (2005). *Cultural Studies: Theory and Practice*. London: Sage.
- Bartal, Y., Mayer, A., Nissim, K. & Wool, A. (1999). Firmato: Novel Firewall Management Toolkit. In *Proceedings of the 1999 IEEE Symposium on Security and Privacy*, Piscatawa: IEEE, S.17-31.
- Beckerle, M. & Martucci, L. A. (2013). Formal Definitions for Usable Access Control Rule Sets - From Goals to Metrics. In *Proceedings on Ninth Symposium on Usable Privacy and Security*. Pittsburgh: ACM. S.2-11.
- Brodie, C., Karat, C.-L & Karat, J. (2005). Usable Security and Privacy: A Case Study of Developing Privacy Management Tools. In *Proceedings of the 2005 symposium on Usable privacy and security Pages*. Pittsburgh: ACM. S.35-43.
- Church, L. & Whitten, A. (2009). Generative Usability: Security and User Centered Design beyond the Appliance, In *Proceedings of the 2009 workshop on New security paradigms workshop Pages*. Oxford: ACM. S.51-58.
- Garfinkel, S. L. (2005). *Design Principles and Patterns for Computer Systems That Are Simultaneously Secure and Usable*, Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.
- Johnson, M. (2012). *Toward Usable Access Control for End-users: A Case Study of Facebook Privacy Settings*, New York: Columbia University.

- Johnson, M., Karat, J., Karat, C.M. & Grueneberg, K. (2010). Usable Policy Template Authoring for Iterative Policy Refinement. In *Proceedings of the IEEE International Symposium on Policies for Distributed Systems and Networks*, New York: Columbia University. S.18-21.
- Johnston, J. (2004). *A Framework for secure Computer Interaction*, Johannesburg: Rand Afrikaans University, S.21-22.
- Karp, I. (1986). Agency and social theory: a review of Anthony Giddens. In *American Ethnologist*, 13(1), Oxford: Blackwell Publishing. S.131-137.
- Mont, M. C., Baldwin, A. & Goh, C. (1999). *POWER Prototype: Towards Integrated Policy-Based Management*, Bristol: Hewlett Packard.
- Nergaard, H., Ulltveit-Moe & N., Gjørseter, T. (2015). A Scratch-based Graphical Policy Editor for XACML, In *Proceedings of the 1st International Conference on Information Systems Security and Privacy*, Berlin: Springer Verlag. S.182-191.
- Reeder, R. W., Bauer, L., Cranor, L. F., Reiter, M. K. & Vanica, K. (2011). More than Skin Deep: Measuring Effects of the Underlying Model on Access-Control System Usability. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. Oxford: ACM. S. 2065-2074.
- Reeder, R. W., Karat, C.-M. , Karat, J. & Brodie, C. (2007). Usability Challenges in Security and Privacy. In *Human-Computer Interaction - INTERACT 2007*. Berlin: Springer Verlag. S.141-155.
- Sánchez, M., López, G., Gomez-Skarmeta, A.F. & Canovas, O. (2006). Using Microsoft Office Info-Path to Generate XACML Policies, In *Proceedings of the International Conference on Security and Cryptography*, Lissabon: INSTICC Press, S. 379-386.
- Shneiderman, B. (2005). *Human-Computer Interaction Opportunities for Improving Security/Privacy*, College Park: University of Maryland, S. 34.
- Smith, R.E. (2012). A Contemporary Look at Saltzer and Schroeder's 1975 Design Principles, In *Security & Privacy*, vol.10, no.6, Piscatawa: IEEE, S. 20-25.
- Stepien, B., Felty, A. & Matwin, S. (2014). A non-technical XACML target editor for dynamic access control systems, In *Collaboration Technologies and Systems*, Piscatawa: IEEE, S.150-157.
- Stepien, B., Matwin, S. & Felty, A. (2011). Advantages of a Non-Technical XACML Notation in Role-Based Models, In *Proceedings of the Ninth Annual International Conference on Privacy, Security and Trust*. Piscatawa: IEEE, S. 193-200.
- Whitten, A. & Tygar, J. D. (1999). Why Johnny can't encrypt: a usability evaluation of PGP 5.0, In *Proceedings of the 8th USENIX Security Symposium*. Berkeley: USENIX Association, S.169-184.
- Yee, K.-P. (2002). User Interaction Design for Secure Systems, In *Proceedings of the 4th International Conference on Information and Communications Security*, London: Springer-Verlag, S.278-290.
- Zurko, M. E., Simon, R. T. & Sanfilippo, T. (1999). A user-centered, modular authorization service built on an RBAC foundation. In *Proceedings of the 1999 IEEE Symposium on Security and Privacy*, Piscatawa: IEEE, S.57-71.
- Zurko, M. E. & Simon, R. T. (1996). User-centered security, In *Proceedings of the 1996 workshop on New security paradigms*, New York: ACM, S.27-33.

Kontaktinformationen

Sascha Wagner (sascha.wagner@fernuni-hagen.de)

Dominic Heutelbeck (dheutelbeck@ftk.de)

Resilience by Usable Security

Sven Wohlgemuth

Abstract

Resilience is introduced as the new security goal supported with security/safety-related information by data-centric services for predictive risk management in real-time. The problem is that data-centric services threaten resilience. Although privacy as a state of equilibrium and its enforcement with usable security by identity management aims actually at decreasing users' own risk, its use by data-centric services for unilateral information flow control hinders maximizing entropy of information. This work shows that cooperative privacy approximates maximal entropy. For this purpose, this work proposes multilateral information control with an observer as the core software library of identity management.

1 Resilience and Information

Resilience is getting importance as the new security model of societies and information systems for supporting their sustainability by achieving a state of equilibrium in real-time and in spite of incidents of any kind. In 2015, the G7 Summit has decided to strengthen resilience of societies by a predictive climate risk management and a climate risk insurance for their safety and sustainability (G7 Summit 2015). The European Commission prescribes resilience as the security goal of operative risk management for economy (European Commission 2013a) and as a proposal for cybersecurity (European Commission 2013b) and the General European Data Protection Directive (European Commission 2012). All include personal accountability of users on operating an adequate risk management and the authenticity of their reports together with sanctions in case of non-compliance. Data-centric services should predict and prevent safety and security incidents by means of Big Data analytics on security vulnerabilities and incidents for optimizing one's own risk. Their implementation with Internet of Things (ITU 2005), Cloud Computing (Mell and Grance 2011), and machine learning schemes (Wahlster and Müller 2013) should allow scalability.

While data-centric services should improve resilience, they also threaten resilience (Müller et al. 2012). Data-centric services tend to monopolies. It has already been shown that data analytics lead to a competitive advantage in productivity. In order to decrease the error rate of derived statistical information, data-centric services need to increase the entropy of information for their statistics. Users remain, in turn, using data-centric services with an acceptable error rate. This is their lock-in effect. At the same time, data-centric services increase their service portfolio by secondary use of their information and letting their users

participate as (open source) software developers. Using additional services increases, in turn, the amount of information of the data-centric service. This network effect increases its market share. Furthermore, a secondary use of information allows to decrease the marginal costs of the data-centric service and force competitors out. On the one side, this increases the error rate of information by a data-centric service. On the other side, the risk of users on using information of a data-centric service remains the same.

This work points out that a cooperative privacy protection as informational self-determination achieves an optimal entropy of information. This, in turn, optimizes each user's own risk (Faisst and Prokein 2005). Technically, a cooperative protection of privacy is possible. Already by now, data-centric services follow information self-determination to protect their information unilaterally by information flow control. With the aim of optimizing entropy of information for a data-centric service and its users, this work proposes multilateral information flow control and a design of a software library of an observer for evaluating and comparing privacy of information processing. Section 2 introduces usable security for privacy in order to technically support resilience. Section 3 reports on the state-of-the-art on usable security by a toolbox of privacy mechanisms according to the AAA trust infrastructure. Section 4 introduces data-centric services as the new privacy phenomenon, since privacy protection is applied by their providers instead of their users. Section 5 discusses cases for information flow control in order to increase entropy of information. It derives the need of a multilateral information flow control with privacy for maximal entropy. Section 6 introduces a design of the observer as the core software library for identity management. Section 7 concludes this work.

2 Multilateral and Usable Security

Resilience aims at preventing system failure by achieving a state of equilibrium of opposite interests for this system and over a certain period of time while taking its dependencies into consideration. Regarding security, Multilateral Security has the same meaning for an information exchange according to its IT protection goals (Rannenberget al. 1999). It results in a privacy policy on information flow control for privacy as informational self-determination. The protection goal implication results that users have to balance explicitly their interests in accountability and unobservability, whereas the configuration of the others can be derived by an identity manager as the personal security tool (Jendricke and Gerd tom Markotten 2000). Enforcement of a multilateral security setting is, however, not certain by a combination of secure atomic information systems, which implements a data-centric service. Multilateral Security considers users in addition to an information system as a "vulnerability" and source of an incident on information loss, e.g. compromised by malware, and its propagation via dependencies. For information system, this is observed for the Internet of Things and Cloud Computing (BSI 2015). The security model of (Dolev and Yao 1983) proposes cryptography and considers compromised participants of a data-centric service. The enforcement relies on the authentic exchange of cryptographic keys.

Whereas correctness of the security model, cryptographic schemes, and their implementation can be formally verified and certified, usable security has in open information systems not

been solved so far. Existing user clients for IT security based on cryptography and the organizational model of a PKI, Pretty Good Privacy (PGP) for the Web of Trust (Whitten and Tygar 1999) and the evaluation of the Signtrust eID client, which has been certified for the German national PKI according to the German Signature Act for qualified electronic signatures, have shown vulnerability for information loss due to a semantic mismatch between the technical security prerequisites of a PKI and users' individual security expertise and interest (Gerd tom Markotten 2002). Even though a user interface would fit to all kind of user classes, the increasing number of dependencies during runtime introduce inevitable, unknown dependencies as a conceptual vulnerability for information loss. The challenge for usable security is to protect identity-related information, which is shared with information systems of other users, before the other one's software code is being executed. Security properties of information systems should be identified before granting access (Müller et al. 2007).

3 ATUS – A Toolkit for Usable Security

Information flow control follows in practice the AAA authorization framework for accounting by authentication and enforcement with electronic identity and authorization with access control (Vollbrecht et al. 2000). Its four use cases (1) *Single Domain Case*, (2) *Roaming*, (3) *Distributed Services*, and (4) *Combining Roaming and Distributed Services* distinguish between an information exchange between two organizations (cases 1 and 2) and via a third party (cases 3 and 4). According to the classification of the AAA authorization framework, state-of-the-art on privacy mechanisms for usable security are classified in the following. The increasing number of dependencies during runtime with a data-centric service introduces inevitable, unknown dependencies as conceptual vulnerability for information loss. Accountability of information is proposed to extend the control system for data-centric services (Wohlgemuth and Müller 2006, Weitzner et al. 2008).

Privacy Policy Framework provides the mathematical model and tools to formalize and verify its instances and their integration in a continuous evolution of communities of trusted users and information systems. It takes the scalability of data-centric services into account by the security model and its enforcement with using adequate risk controls and the in-time response to a change even in a decentralized organization. The security policy model is distributed usage control (Pretschner et al. 2006), since it assumes a decentralized information flow control and allows with obligations modification during run-time without conceptually threatens information. The mathematical model is the general PKI evaluation model (Maurer 1996), since it evaluates authentication of cryptography-base information from a user-centric view as a set of statements on a PKI. This model allows evaluation of several certification paths for the same key, i.e. several origin of information and their aggregation, in order to increase user's confidence in the resulting derived information on privacy. Incidents by configuration are still possible and calls for an operator to detect conflicts of policy rules (Sackmann and Kähler 2008), model checking of privacy policies (Accorsi 2013), and re-writing (Höhn 2009).

Privacy Authentication refers to distributed trust management (Blaze et al. 1996) in which access to information is granted according to authentication with a certain cryptographic key

and its certified authorization with a credential. Trust management has been extended with unobservability by means of revocable non-linkability with pseudonyms and privacy-preserving attribute-based credentials. As an abstraction on cryptography and the PKI, partial identities represent role-based authentication for an information exchange as implemented with the mobile identity manager iManager (Wohlgemuth et al. 2004).

Privacy Authorization specifies a privacy policy on using personal-related information for isolation of an information exchange during run-time (Sonehara et al. 2011). While avoiding loss of control on information when applying trust management on information exchange with a third party, higher cryptographic protocols of DREISAM for non-linkable delegation of rights specify an authorized information exchange during run-time (Wohlgemuth 2008).

Privacy Accountability generates a statement on information loss on a given isolation. In accordance to the communication model of (Shannon 1948), privacy mechanisms have to focus on data traces as edges between nodes and within nodes of a directed communication graph. Secure logging collects and logs system events of single information systems as *evidence_{node}* on internal information processing while at the same time allowing unobservability by cryptographic based secure logging with user-centric views (Accorsi 2013). Higher cryptographic protocols of DETECTIVE connect the electronic identity of each information provider with the one of the consumer along an isolation. This results in *evidence_{edge}* while users remain unobservable (Wohlgemuth et al. 2010).

Privacy Accounting derives a *privacy evidence* on information loss of an authorized information processing and so on isolation (Sackmann et al. 2006). At present, *Privacy Accounting* considers privacy evidences separately for each system resulting in *evidence_{node}* and between systems resulting in *evidence_{edge}*. Regarding authentication, a user combines *evidence_{node}* and *evidence_{edge}* with the existing set of (derived) information on authentication, authorization, certification, and reliability of the information sources. For future communication, information is derived on privacy evidences of the past and assumptions for getting a statement on the acceptable security model. An option for its user interface is a privacy dashboard (Zimmermann et al. 2014).

The systematic development of these privacy mechanisms and their integration in data-centric services needs to take security and usability requirements for the development of Internet applications into account in order to reduce users' individual risk. According to *Privacy by Design*, User-Centric Security Engineering (UCSEC) combines accordingly security engineering with usability engineering by integrating users in the threat and security model for user interface development with standardized criteria (Gerd tom Markotten 2002).

4 The new Privacy Phenomena: Data-Centric Service

With the productivity gain and scalability of data-centric services, IT more and more takes over the control on critical infrastructures of a society. Data-centric services act as adaptive Internet services for a broad spectrum of target user groups. The user interface is multimodal and adaptive to the user (Wahlster 1998). Access to information as the asset and product of

data-centric services needs to be controlled according to the security interest of a data-centric service provider. Actually, data-centric services makes already more or less use of the concepts of the presented privacy tools. They isolate information flow by (hardware-based) sandboxes as used for mobile smart devices (Alkassar et al. 2012) The implementation of web browser based interfaces is often open source in order to facilitate access to users as software developers in order to integrate the data-centric service in their application.

The *Privacy Policy Framework* of data-centric services considers access control according to the AAA authorization framework. The formalized representation of trust relationships is by the social graph of their users including their applications. Regarding *Privacy Authentication*, identity management clients are based on cryptography and PKI and partially support pseudonymity of users and non-linkability of credentials. Microsoft U-Prove and the open source electronic identity managers IBM idemix and Shibboleth are examples for pseudonymity and non-linkable credentials whereas PersoApp supports pseudonymity of a user as service consumer. Regarding *Privacy Authorization*, some services support *Roaming* with their integration in other data-centric services. According to the knowledge of the author, none data-centric service supports disclosure of information to a third party with information flow control. *Privacy Accountability* is achieved by internal data provenance for a social graph. *Privacy Accounting* is run by machine learning to construct and adapt social graph to current and future security vulnerabilities and incidents and therewith related security information.

With the exception of *Privacy Authentication*, usability of privacy tools by data-centric services is unilateral. It provides neither information exchange at all, spontaneous information exchange with a third party nor transparency for their users in order to check authentication of information, on the one side. On the other side, their users are accountable for their use. Regulations for protecting electronic communication (European Commission 2014) and amendment for personal information processing (European Commission 2012) exclude accountability for safety, public security, and national interests.

5 Optimizing Information and a State of Equilibrium

The communication model of Shannon defines information and the amount of information of an exchange as its entropy (Shannon 1948). Information is threatened by information loss. In case of an incident, entropy of a given information processing is reduced actively by distortion and noise or passively by information leakage. As countermeasure within the basic communication model, transparency of information processing by an observer is necessary to detect active incidents and their origin in order to restore information (Shannon 1948), whereas encryption is a countermeasure against passive incident during transmission (Shannon 1949). A state of equilibrium cannot be achieved, if only the information consumer controls the information processing. Information flow control requires additionally a feedback system as control for the information provider (Wiener 1961). A control-loop with feedback embraces the information processing of the consumer. The control-loop of an information source gets informative feedback by which the user predicts a critical state and proactively response.

Three cases for entropy exist according to its mathematical definition (Shannon 1949) with $n = 2$ random variables to illustrate entropy in accordance to the two general views on information control of a data-centric service by its users and its provider: $H = -K \sum_{i=1}^n p_i \log p_i$ with K is a positive constant.

Case 1 (trivial) $p_1 = p_2 = 0$: Neither users control nor the provider of a data-centric service controls the information processing. Authentication of information is a matter of trust without the possibility of checking authentication, e.g. compliance to the corresponding regulations. The entropy is zero: $H = 0$

Case 2 (unilateral) $\{\exists! p_i > 0 | i, j \in \{n = 2\} \wedge i \neq j \wedge \forall j: p_j = 0\}$: Either the provider controls or users control the information processing of a data-centric service. If the user of a data-centric service enforces control, unilateral data economy takes place with anonymity as the worst case in that the user doesn't use this data-centric service and a gain in productivity doesn't take place or this data-centric service stops providing its service. Latter is the risk of the provider. The other case is the unilateral case of information flow control at present by the provider of a data-centric service. In both unilateral cases, information on accountability of information loss and so the individual risk of each user and provider is not optimized. $H = 0$, if the outcome is already known to the provider or users are anonymous, otherwise $H > 0$

Case 3 (multilateral) $p_1 = p_2 = \frac{1}{2}$: Both users and the provider of a data-centric service control in cooperation the information processing by informative feedback. Entropy of information processing of a data-centric service is maximized: $H = \log n$; here $H = \log 2$ as long as it is information. If all data is known to users and provider without change, the data-centric service is not required anymore. However, Shannon and Wiener both assume for control by transparency the origin of an information loss during transmission. Whereas this assumption holds in closed information systems, where each state transition can be observed, this is not the case for data-centric services (BSI 2015). Actually, this calls for multilateral information flow control with cooperative privacy in protecting one's own valuable information and information processing by unobservability while controlling the information processing of the other participants indirectly by deriving statistical statements on anomalies in nodes and edges of an information exchange as privacy evidences. Since technical privacy mechanisms as risk control approximate a state of equilibrium but might not achieve it due to unknown incidents, non-technical risk controls as legal regulations and economic instruments should complement multilateral information flow control for optimizing one own's risk.

In general for the multilateral case, the random variables have the same probability. Each user needs to compare his privacy evidences on the data-centric service with the one of the others. Collaborative benchmarking allows such a comparison in accordance to the threat model of Multilateral Security and Dolev and Yao with the assumption of a compromised or untrusted data-centric service and homomorphic encryption (Kerschbaum 2011). This requires a formalization of privacy mechanisms for risk control and their effect on a privacy evidence as key performance indicators and its values. Since multilateral information flow control allows users of data-centric services to increase entropy stepwise by data economy, it supports community building of a *Web of Trust with productivity advantage by data-centric services*.

6 Core Software Library for Identity Management

This design of the core software library for implementing the observer is derived from a general cryptographic key management library (Wohlgemuth 1999). Figure 1 illustrates its design of an observer as a data-centric service.

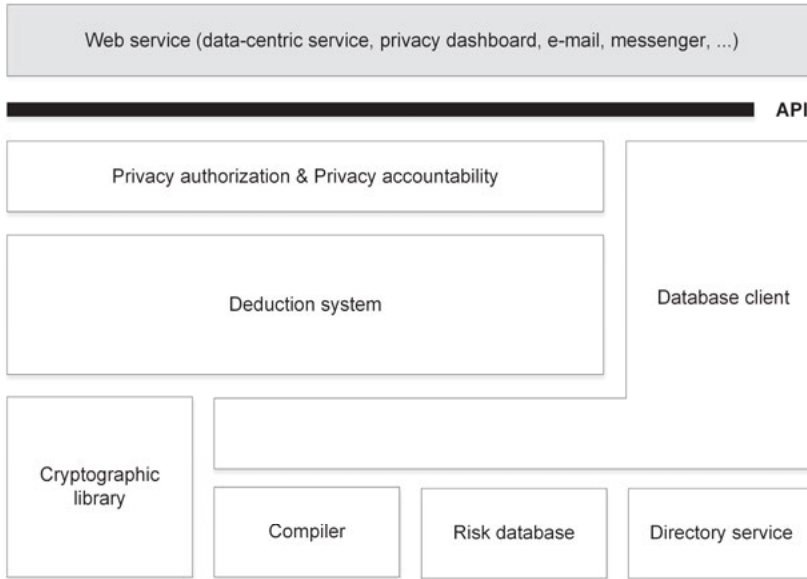


Figure 1 Design of the observer as core software library of identity management.

The *Privacy authorization & Privacy accountability* module offers variations for evaluating privacy evidences. They relate to authentication information about a cryptographic key, an identity, authorization, and strategies for isolation at a given point of time. It implements the cryptographic protocols for non-linkable delegation of rights, secure logging of an electronic identity, data provenance between electronic identities, and the collective benchmarking protocol. It calls the *Deductive system* and transforms its results for the privacy dashboard.

The *Deductive system* is the core part. It implements the evaluation model for the user's view on a PKI by a graph. The user instruments the evaluation system by the isolation policy and risk scenario for the required entropy of the given data-centric service. During a run of an evaluation, trust relationships between users and evidences on information loss will be identified and derived. If a required evidence is not available, the *Deductive system* queries it from a trusted user, a vulnerability database, or a database for isolation patterns by using the module *Directory client*. If a comparison on isolation and entropy with another data-centric service is required, the *Deductive system* starts a benchmarking process via the module *Query*. Feedback from a query will be transformed to a logical statement by the *Compiler*. Before processing an evidence, its validity is checked against time and revocation. Privacy evidences and isolation patterns are stored in the *Directory service* and *Risk database*, respectively.

The *Cryptographic library* provides the cryptographic primitives for the higher authentication, authorization, and data provenance protocols. The *Directory client* is the interface to non-volatile memory. It serves as a reference monitor for enforcing authorized access requests. It supports the evaluation of the *Deductive system* with retrieving the certification chains on keys, authorization and revocation. Whereas the *Directory service* considers electronic identities and evidences on information loss, the *Risk database* supports the logic representation of isolation and operates as an application framework for the *Deductive system*. The *Compiler* serves for interoperability of information and for import and export of logical statements.

7 Conclusion

Resilience and privacy with usable security are not “standalone applications” but require adaptive communities for cooperation between acceptable trusted users and correct information systems. The proposed multilateral information flow control architecture as a data provenance system with user-centric identity management should serve as a workbench for resilience. A challenge is to bootstrap multilateral information flow control while underlying inevitable vulnerabilities. Complementing non-technical risk controls need to be developed with the support of the workbench. The author welcomes cooperation on a trustworthy base.

Acknowledgement

I would like to thank Günter Müller for the valuable discussions, Kai Rannenberg for letting me participate as a visiting researcher, and the reviewers for their constructive comments.

References

- Alkassar, A., Schulz, S., Stüble, S. & Wohlgemuth, S. (2012). Securing Smartphone Compartments: Approaches and Solutions. In: *ISSE 2012*. Heidelberg: Springer, pp. 260-268.
- Accorsi, R. (2013). A secure log architecture to support remote auditing. *Mathematical and Computer Modelling* 57(7-8), 1578-1591.
- Blaze, M., Feigenbaum, J. & Lacy, J. (1996). Distributed Trust Management. In: *IEEE Symposium on Security and Privacy 1996*. Oakland, CA: IEEE, pp. 164-173.
- BSI (2015). *The State of IT Security in Germany 2014*. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik/ Federal Office for Information Security (BSI).
- Dolev, D. & Yao, A.C. (1983). On the Security of Public Key Protocols. *IEEE Transactions on Information Theory* 29(2), 350-357
- European Commission (2012). *Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the protection of individuals with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data (General Data Protection Regulation)*. COM(2012) 11 final.
- European Commission (2013). REGULATION (EU) No 575/2013 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 26 June 2013 on prudential requirements for credit

- institutions and investment forms and amending Regulation (EU) No 648/2012. *Official Journal of the European Union*, L 176, 1-337.
- European Commission (2013). *JOINT COMMUNICATION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS Cybersecurity Strategy of the European Union: An Open, Safe and Secure Cyberspace*. JOIN (2013) 1 final.
- European Commission (2014). REGULATION (EU) No 910/2014 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 July 2014 on electronic identification and trust services for electronic transactions in the internal markets and repealing Directive 1999/93/EC. *Official Journal of the European Communities*, L 257, 73-114.
- Faist, O. & Prokein, O. (2005). An Optimization Model for the Management of Security Risks in Banking Companies. In Müller, G. & Kwei-Jay, L. (eds.): *CEC 2005*. Los Alamitos: IEEE, pp. 266-273.
- G7 Summit (2015). *Leaders' Declaration G7 Summit 7-8 June 2015*. Think Ahead. Act Together. An morgen denken. Gemeinsam handeln. The Federal Government.
- Gerd tom Markkotten, D. (2002). *User-Centered Security Engineering*. NordU2002-The 4:rd EurOpen/USENIX Conference.
- Höhn, S. (2009). Model-based reasoning on the achievement of business goals. In: *SAC '09*. New York: ACM, pp. 1589-1593.
- ITU (2005). *ITU Internet Reports 2005: The Internet of Things*. International Telecommunication Union.
- Jendricke, U. & Gerd tom Markkotten, D. (2000). Usability meets security – the Identity-Manager as your personal security assistant for the Internet. In: *ACSAC'00*. IEEE, pp. 334-353.
- Kerschbaum, F. (2011). Secure and Sustainable Benchmarking in Clouds. *Business & Information Systems Engineering* 3(3), 135-143.
- Maurer, U. (1996). Modeling a Public-Key Infrastructure. In: Martella, G., Kurth, H., Montolivo, E. & Bertino, E. (eds.): *ESORICS 1996*. Heidelberg: Springer, pp. 325-350.
- Mell, P. & Grance, T. (2011). *The NIST Definition of Cloud Computing*. *NIST Special Publication 800-145*. National Institute of Standards and Technology – NIST.
- Müller, G., Flender, C. & Peters, M. (2012). *Vertrauensinfrastruktur und Privatheit als ökonomische Fragestellung*. In: Buchmann, J. (ed.): *Internet Privacy Eine multidisziplinäre Bestandsaufnahme/A multidisciplinary analysis*. Acatech STUDIE, pp. 143-188.
- Müller, G., Gilliot, M. & Wohlgemuth, S. (2007). *Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms "Sicherheit in der Informations- und Kommunikationstechnik" (SPP 1079), Sprecher: Prof. Dr. Günter Müller Universität Freiburg*. Technical report, Albert-Ludwigs University Freiburg, Germany.
- Pretschner, A., Hilty, M. & Basin, D. (2006). Distributed usage control. *CACM* 49(9) *special issue Müller, G. (ed.) Privacy and security in highly-dynamic systems*, 39-44.
- Rannenberg, K., Pfitzmann, A. & Müller, G. (1999). *IT Security and Multilateral Security*. In: Müller, G. & Rannenberg, K. (eds.): *Multilateral Security in Communications – Technology, Infrastructure, Economy*. München: Addison-Wesley-Longman, pp. 21-29.

- Sackmann, S. & Kähler, M. (2008). ExPDT: Ein Policy-basierter Ansatz zur Automatisierung von Compliance. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 50(5), 366-374.
- Sackmann, S., Strüker, J. & Accorsi, R. (2006). Personalization in privacy-aware highly dynamic systems. *CACM* 49(9) *special issue Müller, G. (ed.) Privacy and security in highly-dynamic systems*, 32–38.
- Shannon, C.E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal* 27(3), 379-423.
- Shannon, C.E. (1949). Communication Theory of Secrecy Systems. *The Bell System Technical Journal* 28(4), 656-715.
- Sonehara, N., Echizen, I. & Wohlgemuth, S. (2011). Isolation in Cloud Computing and Privacy-Enhancing Technologies. *Business & Information Systems Engineering* 3(3), 155-162.
- Vollbrecht, J., Calhoun, P., Farrell, S., Gommans, L., Gross, G., de Bruijn, B., de Laat, C., Holdrege, M. & Spence, D. (2000). *AAA Authorization Framework – RfC 2904*. Network Working Group.
- Wahlster, W. (1998). Adaptive Internet-Dienste. In: Jähnichen, S. (ed.): *Informationstechnik im Zeitalter des Internet*. Velbert: Online Verlag, 201 -211.
- Wahlster, W. & Müller, G. (2013). Placing humans in the feedback loop of social infrastructures – NII research strategies on cyber-physical systems. *Informatik Spektrum*, 36(6), 520–529.
- Weitzner, D.J., Abelson, H., Berners-Lee, T., Feigenbaum, J., Hendler, J. & Sussman, G.J. (2008). Information Accountability. *CACM* 51(6), 82-87.
- Whitten, A. & Tygar, J.D. (1999). Why Johnny Can't Encrypt: A Usability Evaluation of PGP 5.0. In: *8th USENIX Security Symposium*. Washington D.C., pp. 169-184.
- Wiener, N. (1961). *Cybernetics: or control and communication on the animal and the machine, second edition*. Cambridge: The MIT Press.
- Wohlgemuth, S. (1999). Schlüsselverwaltung – Objektorientierter Entwurf und Implementierung. *Informatiktage 1999 Fachwissenschaftlicher Informatik-Kongress der GI*. Leinfelden: Konradin Verlag R. Kohlhammer GmbH.
- Wohlgemuth, S., Echizen, I., Sonehara, N. & Müller, G. (2010). Tagging Disclosures of Personal Data to Third Parties to Preserve Privacy. In: Rannenber, K., Varadharajan, V. & Weber, C. (eds.): *IFIP SEC 2010*. Heidelberg: Springer, pp. 241–252.
- Wohlgemuth, S., Jendricke, U., Gerd tom Markotten, D., Dorner, F. & Müller, G. (2004). Sicherheit und Benutzbarkeit durch Identitätsmanagement. In Spath, D. & Haasis, K. (eds.): *doIT Software-Forschungstag 2003, Aktuelle Trends in der Softwareforschung*. Stuttgart: IRB Verlag, pp. 241-260.
- Wohlgemuth, S. & Müller, G. (2006). Privacy with Delegation of Rights by Identity Management. In: Müller, G. (ed.): *ETRICS 2006*. Heidelberg: Springer, pp. 175-190.
- Zimmermann, C., Accorsi, R. & Müller, G. (2014). Privacy Dashboards: Reconciling Data-Driven Business Models and Privacy. In Mulliner, C., Weippl, E. & Teufel, S. (eds.): *ARES 2014*. CPS: IEEE, pp. 152-157.

Kontaktinformationen

Sven Wohlgemuth, Dr.; E-Mail: wohlgemuth@acm.org

Usability für die betriebliche Praxis: Skalierung und Einsatz von UUX-Methoden in kleinen und mittleren Unternehmen

Usability für die betriebliche Praxis Skalierung und Einsatz von UUX- Methoden in kleinen und mittleren Unternehmen

Stefan Brandenburg¹, Michael Burmester², Jochen Denzinger³,
Susen Döbelt⁴, Ralf Schmidt⁵, Gunnar Stevens⁶

Technische Universität Berlin¹

Hochschule der Medien²

ma ma Interactive System Design³

Technische Universität Chemnitz⁴

Universität Duisburg-Essen⁵

Hochschule Bonn-Rhein-Sieg und Universität Siegen⁶

1 Motivation und Hintergrund

Softwareentwickelnde kleine und mittlere Unternehmen (KMU) erkennen zunehmend, dass die nutzerzentrierte Gestaltung ein wichtiges, oft entscheidendes Kriterium für die Benutzerfreundlichkeit und damit den Erfolg ihrer Produkte ist. Stolpersteine auf dem Weg zum erfolgreichen Usability- und User Experience-Engineering sind dabei allerdings häufig die Unkenntnis der passenden Methoden bzw. die Befürchtung zu hohen Aufwands an Ressourcen und von Verzögerungen in der Produktentwicklung (vgl. Stade et al., 2013; Reckin & Brandenburg, 2013; Woywode et al., 2011).

Vor dem Hintergrund wurde im Förderschwerpunkt *Mittelstand-Digital – IKT-Anwendungen in der Wirtschaft* des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) die Förderinitiative *Einfach intuitiv – Usability für den Mittelstand* gestartet. Diese zielt darauf ab, die Kompetenzen der KMU in Usability- und User Experience (UUX) zu steigern. Im Rahmen der Förderinitiative wurden in verschiedenen Arbeitstreffen von Teilnehmern aus Wirtschaft und Wissenschaft relevante Herausforderungen und Ansätze zu Vorgehensmodellen, Methoden und Praktiken erarbeitet und diskutiert. Hieraus ist die Workshopreihe „Usability für die betriebliche Praxis“ mit dem Ziel entstanden, eine Plattform für Theoretiker und Praktiker

gleichermaßen anzubieten, sowie sich über Konzepte, Werkzeuge und Methoden und deren Verankerung in der betrieblichen Praxis anhand konkreter und anschaulicher Beispiele auszutauschen. Der erste Workshop hierzu fand auf Mensch und Computer 2013 statt. Ziel war eine Bestandsaufnahme der Fragestellungen und Herausforderungen für KMU bei der Umsetzung von Usability-Vorhaben (Döbelt et al., 2013), während beim zweiten Workshop 2014 die „Anwendbare Forschung für den Mittelstand“ (Stevens et al., 2014) im Vordergrund stand.

Fokus in diesem Jahr ist die Skalierbarkeit und der Einsatz von Methoden und die daran geknüpfte Schwierigkeit, Methoden der Wissenschaft in der Praxis zu nutzen. In den verschiedenen Forschungsprojekten der Förderinitiative hat sich gezeigt, dass schlanke UUX-Maßnahmen in der Praxis schnell erlernt und in den Entwicklungsprozess der KMU eingebunden werden können. Zu solchen schlanken Ansätzen zählt z.B. das *Discount Usability Engineering* (z. B. Nielsen, 1994) und die *Agile UX* (z. B. Kane, 2003). Demgegenüber scheinen andere Methoden eher ungeeignet und eher zu den akademischen Ladenhütern zu gehören.

2 Skalierbare UUX-Methoden

Der diesjährige Workshop greift das Thema auf und widmet sich der Frage nach der *Skalierung und Einsatz von UUX-Methoden in KMU*. Das Thema adressiert dabei gleich mehrere Dimensionen. So betrifft es z.B. die Frage, inwieweit eine Methode sowohl in großen Konzernen, als auch in mittleren und kleinen Unternehmen eingesetzt werden kann und wo es Unterschiede in Bezug auf den Einsatz der Methoden geben könnte. Betroffen ist ferner die Frage des Aufwands – liefert eine Methode nur mit großen Nutzerzahlen gute, weil valide Ergebnisse oder kann sie auch mit einer kleinen Gruppe an Nutzern sinnvoll eingesetzt werden? Schließlich soll diskutiert werden, inwieweit Methoden für die Nutzung in der Praxis verschlankt und vereinfacht werden können, ohne dass sie ihre Validität verlieren und welche UUX-Methoden dafür überhaupt geeignet wären. »Skalierbarkeit« meint insofern auch die Anpassbarkeit von UUX-Methoden an die Unternehmensbedingungen und die jeweiligen Projektsituation.

Es stellt sich die Frage, ob eine Systematik zu erkennen ist, wie UUX-Methoden in der Praxis in die Arbeitsprozesse integriert werden, wie Methoden aus der Forschung besser aufbereitet werden können, bzw. welche zusätzliche Herausforderungen die Praxis stellt. Weiter müssen Stakeholder wie Manager und Entwickler als zentrale Multiplikatoren für die Verbreitung von UUX in den Unternehmen angesprochen werden.

Hierzu sollen die Bedeutung von Methoden des UUX-Engineerings im Softwareentwicklungsprozess diskutiert, sowie verschiedene Methoden auf ihren Praxisbezug und die Anpassbarkeit auf die Bedürfnisse von KMU betrachtet werden. Dafür werden gelungene und gescheiterte Beispielfälle dargestellt sowie Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem Einsatz von UUX-Methoden in KMU vorgestellt und besprochen. Auch sollen wiederkehrende

Schwierigkeiten und Herausforderungen bei der Umsetzung von UUX-Methoden in KMU durch die Teilnehmer identifiziert und mögliche Lösungsansätze ausgearbeitet werden.

3 Zielgruppe

Dieser Workshop zielt darauf ab, theoretische wie empirisch getestete Ansätze für Beförderung und Einsatz von UUX-Maßnahmen in KMU zu diskutieren. Die Zielgruppen des Workshops sind dabei HCI Forscher, Usability und User Experience Experten, Designer, Entwickler, sowie Entscheider in Entwicklungs- und Anwenderunternehmen, die sich mit dem betrieblichen Einsatz von UUX-Methoden und Vorgehensmodellen auseinandersetzen. Dabei möchten wir das wissenschaftlich-praktische Forum der Mensch und Computer 2015 zur kritischen Diskussion praxisorientierter Ideen und aktueller Forschungsergebnisse nutzen.

Das Workshopformat soll den Wissensaustausch zwischen Forschern und Praktikern fördern. In Referaten werden übersichtsartig aktuelle Ansätze und Forschungsergebnisse zum Einsatz von UUX-Methoden in KMU vorgestellt, die dann von den Teilnehmern vor dem Hintergrund eigener Praxiserfahrungen komplementiert und kritisch gewürdigt werden. Ferner wird Praktikern die Möglichkeit gegeben ihre Situation, Erfahrungen, bevorzugten Methoden und praktischen Herausforderungen vorzustellen. Im Anschluss an den Workshop werden die Ergebnisse über Website www.uux-praxis.de öffentlich zugänglich gemacht.

Literatur

- Döbelt, S., Kugelmeier, D., Schmidt, R., Stevens, G., Thüring, M. & Ziegler, D., (2013). Usability für die betriebliche Praxis: Prozesse, Methoden, Praktiken. In: Boll, S., Maaß, S. & Malaka, R. (Hrsg.), Mensch & Computer 2013 - Workshopband. München: Oldenbourg Verlag. (S. 3-7).
- Nielsen, J. (1994). Usability Engineering at a discount. Proceedings of the third international conference on human-computer interaction on designing and using human-computer interfaces and knowledge-based systems.
- Kane, D. (2003). Finding a Place for Discount Usability Engineering in Agile Development: Throwing Down the Gauntlet. Proceedings of the agile development conference, June, 25th-28th
- Reckin, R. & Brandenburg, S. (2013). Discount Usability-Maßnahmen als erste Schritte von KMU auf dem Weg zum Agile Usability Engineering. In E. Brandenburg, L. Doria, A. Gross, T. Günzler & H. Smieszek (Hrsg.). Grundlagen und Anwendungen der Mensch-Maschine Interaktion: Beiträge zur 10. Berliner Werkstatt Mensch Maschine Systeme, S. 238-244.
- Stade, M., Reckin, R., Brandenburg, S. & Thüring, M. (2013). Usability in KMU etablieren: Von schneller Problemlösung zu ressourcenorientiertem Usability Engineering. In S. Boll, S. Maaß & R. Malaka (Hrsg.): Workshopband Mensch & Computer 2013 München: Oldenburg Verlag, 2013, S.19-27.
- Stevens, G., Burmester, M., Brandenburg, S., Döbelt, S., Kugelmeier, D., Schlömer, I., Ralf, S., Manfred, T., Karl, W. & Daniel, Z., (2014). Usability für die betriebliche Praxis. In: Butz, A., Koch, M. & Schlichter, J. (Hrsg.), Mensch & Computer 2014 - Workshopband. Berlin: De Gruyter Oldenbourg. (S. 141-149).

Woywode, M., Mädche, A., Wallach, D. & Plach, M. (2011). Abschlussbericht des Forschungsprojekts Gebrauchstauglichkeit von Anwendungssoftware als Wettbewerbsfaktor für kleine und mittlere Unternehmen (KMU).

4 Über die Organisatoren

Stefan Brandenburg ist post-doctoral researcher am Fachgebiet Kognitionspsychologie und Kognitive Ergonomie der Technischen Universität Berlin. Seine Forschungsschwerpunkte beschäftigen sich mit der Entstehung und der Bedeutung des Erlebens in der Mensch-Technik Interaktion. Im Rahmen seiner Arbeit leitet er ebenfalls das Projekt UseTree der TU Berlin. Arbeitsschwerpunkte dieses Projektes sind die Erforschung von Möglichkeiten und Wegen, um kleinen und mittleren Unternehmen die Methoden und Prozesse des Usability und User Experience Engineerings nahezubringen.

Michael Burmester ist Professor für Ergonomie und Usability an der Hochschule der Medien (HdM) in Stuttgart. Er ist Prodekan Forschung der Fakultät Information und Kommunikation, Sprecher des HdM-Forschungsleuchtturms "Information Experience and Design Research Group" (IXD) und leitet das User Experience Research Lab (UXL). Er forscht an der Entwicklung von Gestaltungslösungen zur Förderung positiven emotionalen Erlebens bei der Nutzung digitaler Werkzeuge in Arbeitskontexten. Ein weiterer Schwerpunkt bildet die Forschung an Technologien zur Unterstützung älterer Menschen. Seit 2014 ist er Koordinator des Projektes "Design4Xperience - Erlebniszentrierter Gestaltungsprozess für kleine und mittlere Softwareunternehmen". Im Fokus dieses Projektes steht die Erarbeitung und Validierung von Methoden und Instrumenten zum Entwurf von Software, die Möglichkeiten bietet, positive Erlebnisse zu erzeugen. Die Ergebnisse sollen kleine und mittlere Softwareunternehmen unterstützen, Software mit positiver User Experience zu entwickeln.

Jochen Denzinger ist Produktgestalter und Partner des Frankfurter Designstudios ma ma Interactive System Design. Arbeitsschwerpunkte sind User Experience Design, Interaktions- und Interfacegestaltung bzw. Human Computer Interaction. Er war an verschiedenen Forschungsinstitutionen und Hochschulen tätig und nimmt derzeit einen Lehrauftrag am Lehrstuhl für Mensch-Computer-Interaktion der Universität Bamberg wahr. Aktuell arbeitet er zudem in Gremien des VDI/ VDID und der DIN an Richtlinien mit, die die Rolle des Industriedesigns im Produktentwicklungsprozess bzw. die Anwendung von ressourcenschonender UUX-Methodik in der Praxis beschreiben. Jochen Denzinger vertritt im Rahmen des Workshops das Projekt PUMA aus der Usability-Initiative des BMWi. Das Projekt zielt darauf, ein überregionales Netzwerk für UUX mit mehreren regionalen Kompetenzzentren aufzubauen und die Anwender – Software-entwickelnde Unternehmen wie UUX-Spezialisten – durch entsprechende Software-Werkzeuge bei der Entwicklung zu unterstützen (www.usability-netz.de).

Susen Döbelt ist an der TU Chemnitz als wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Professur für Allgemeine und Arbeitspsychologie tätig. Als Human Computer Interaction Researcher ist sie bereits seit sechs Jahren in nationalen und internationalen Forschungsprojekten mit der Erfassung nutzerzentrierter Anforderungen, Gestaltung und Evaluation technischer Systeme

in verschiedenen Anwendungskontexten betraut. Ihr Forschungsschwerpunkt liegt im Bereich persuasive Technologiegestaltung, insbesondere Smart Grid Anwendungen im Hinblick auf Privatsphärenaspekte.

Ralf Schmidt ist Mitglied der Entertainment Computing Group der Universität Duisburg-Essen. Nach einer mehrjährigen Tätigkeit als Entwicklungsleiter von Lernspielen und Lernsoftware, forscht er heute zur Übertragbarkeit von Spielkonzepten als ganzheitlichen Designansatz für lernende Organisationen. Ralf Schmidt ist aktives Mitglied im Bitkom Fachausschuss UUX, der Fachgruppe Entertainment Computing der Gesellschaft für Informatik als auch der German UPA. Ralf Schmidt ist Projektleiter des vom BMWi geförderten Projektes „Playful Interaction Concepts“, und aktives Mitglied der Arbeitsgruppe Vorgehensmodelle der Initiative. Er ist Mitveranstalter der jährlichen Workshops Usability für die betriebliche Praxis sowie Press Play der Konferenzreihe Mensch und Computer.

Gunnar Stevens ist Professor für Wirtschaftsinformatik an der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg und Lehrbeauftragter an der Human Computer Interaction. Er forscht und lehrt zu Usability, User Experience Design und User Research Methoden. Seine aktuelle Forschung beschäftigt sich mit Fragen der User und User Community Beteiligung am Software Prozess und der Einbettung Kontext basierter Feedback-Kanäle und Social-Media Funktionalen in Anwendungssysteme zu integrieren. In der BMWi Initiative Mittelstand Digital vertritt Gunnar Stevens das Forschungsprojekt CUBES und SmartLive. CUBES zielt darauf ab, durch Remote Usability und Community Methoden, soll Unternehmen befähigen Nutzer besser in die Produktentwicklung zu integrieren. SmartLive zielt darauf ab, die User & Home Experience (U/HX) von Smart Home Anwendungen zu verbessern und im Living Lab zu testen.

Usability-Maßnahmen bei Software-KMU als Teil des Entwicklungsprozesses einführen: Eine erste Evaluation eines Vorgehensmodells

Melanie J. C. Stade¹, Stefan Brandenburg², Ronny Reckin²

Hochschule für Technik, Fachhochschule Nordwestschweiz¹

Kognitionspsychologie und Kognitive Ergonomie, Technische Universität Berlin²

Zusammenfassung

„Tut etwas für Usability! Denn die Anwendung von Usability-Maßnahmen verbessert jedes Softwareprodukt.“ So möchte man es kleinen und mittleren Unternehmen zurufen, die diese Erkenntnis häufig noch nicht gewonnen haben. Doch selbst wenn man den Software-KMU diese Botschaft zuriefe, sie wollten und könnten Usability-Maßnahmen wohl kaum sofort in ihre Entwicklungsprozesse integrieren. Der vorliegende Beitrag gibt einen kurzen Überblick zu den Vorbehalten von Software-KMU gegenüber Usability und zeigt eine Herangehensweise auf, die es ermöglicht, die Hürden für die Verwendung von Usability-Maßnahmen zu senken. Der empirische Teil verdeutlicht, dass zumindest einzelne Bestandteile der vorgestellten Herangehensweise das Wissen über und die Einstellung zu Usability-Maßnahmen positiv verändern.

1 Einleitung

Viele kleine und mittlere Softwarehersteller (Software-KMU) haben erkannt, dass Usability-Maßnahmen ein wichtiger Bestandteil des Entwicklungsprozesses sein sollten. Dennoch haben diese KMU häufig Vorbehalte und treffen Aussagen wie „Usability kostet viel Geld und Zeit“ oder „Usability-Maßnahmen sind kompliziert und schwer zu erlernen“. Dies konnte beispielsweise in einer repräsentativen Umfrage (Woywode, Mäde, Wallach & Plach 2011) aufgezeigt werden, in der die Unternehmen nach den von Ihnen angewendeten

Usability-Maßnahmen gefragt wurden. Weitere Ergebnisse der Umfrage waren, dass viele der befragten Unternehmen über kein oder nur geringes Wissen bezüglich Usability-Maßnahmen verfügen und dass in achtzig Prozent der Fälle kein Budget für Usability eingeplant ist. Stattdessen werden Usability-Maßnahmen eher mit hohem Aufwand assoziiert, z.B. Durchführung im Labor, umfangreichen quantitativen Daten und einem langen Abschlussbericht, der im Endeffekt wenig Beachtung findet. Diese Argumente passen nicht zu den Rahmenbedingungen der meisten KMU, die nur wenige Ressourcen zur Verfügung haben und häufig agil entwickeln (vgl. Reckin & Brandenburg 2013), und verzögern bzw. verhindern deshalb eine Entscheidung zugunsten der Integration von Usability-Maßnahmen in den Entwicklungsprozess. Die geschilderten Vorbehalte lassen sich zum Teil durch das geringe Wissen über Usability-Maßnahmen und die fehlende Erfahrung in der praktischen Anwendung begründen. Der tatsächliche Aufwand für die Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Usability-Maßnahmen sowie deren Anwendung und Nutzen ist für KMU nur schlecht einzuschätzen. Beispielsweise ist oft unbekannt, dass Usability-Maßnahmen bereits bei Prototypen eingesetzt werden können, um z. B. zwischen mehreren Designvorschlägen zu entscheiden. Ein (Erst)Kontakt mit dem Thema Usability-Maßnahmen sollte einem KMU demnach ermöglichen, schnell einen konkreten Nutzen für sich zu erkennen und zu lernen, dass die praktische Anwendung auch mit begrenzten Ressourcen und wenig Aufwand möglich ist (Stade, Reckin, Brandenburg & Thüring 2013).

2 Das Vorgehen, um Usability-Maßnahmen in Software-KMU zu integrieren

Um Software-KMU die Integration von Usability-Maßnahmen zu erleichtern, ist ein schlankes Vorgehen im Rahmen der anwendungsnahen Forschung entwickelt worden (Stade et al. 2013; siehe Abb. 1).

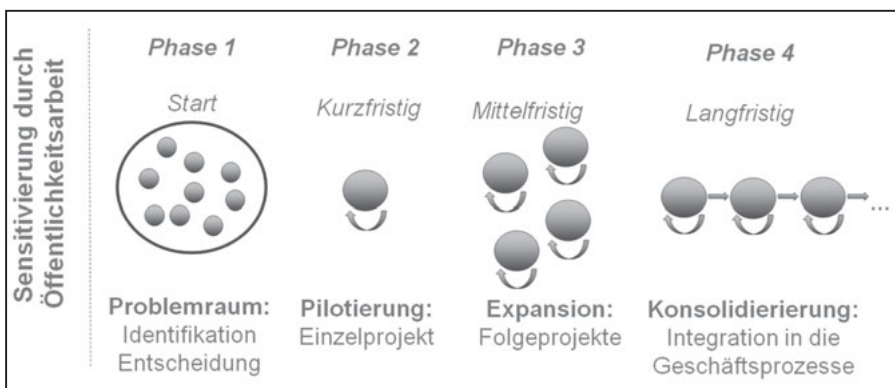


Abbildung 1: Vorgehensmodell für die Integration von Usability-Maßnahmen in den Entwicklungsprozess bei KMU (angelehnt an Stade et al. 2013); rekursive Pfeile verdeutlichen die Möglichkeit, einzelne Aktivitäten in den Phasen zu wiederholen.

Das Vorgehen besteht im Kern darin, dass Usability-Experten den Unternehmensvertretern einen möglichst hohen, erlebbaren Mehrwert von Usability-Maßnahmen für das Unternehmen in einem vergleichsweise kurzen Zeitraum und mit wenig Ressourcenaufwand aufzeigen. Dafür arbeiten sie idealerweise mit leicht verständlichen, herunterskalierten Usability-Methoden an der Verbesserung des Softwareproduktes. Eine aktive Teilnahme des KMU schafft dabei ein besseres Verständnis für die durchgeführten Aktivitäten und vermittelt neben Wissen über die angewendeten Methoden gleichzeitig Handlungskompetenz. Auf diese Weise können Vorbehalte abgebaut und ein tiefergehendes Verständnis dafür geschaffen werden, welche Rolle Usability-Maßnahmen bei der eigenen Softwareentwicklung spielen sollte.

Ein gemeinsames Usability-Pilotprojekt zur Integration von Usability-Maßnahmen startet mit der Identifikation eines Projektziels (Phase 1 in Abb. 1). Dieses Ziel sollte erreichbar sein, also einerseits nur einen kleinen, gut beschreibbaren Aspekt des Softwareproduktes als Arbeitsgegenstand umfassen, und andererseits ermöglichen, die umzusetzenden Usability-Maßnahmen möglichst sparsam zu halten. Ein kleiner Aspekt des Softwareproduktes kann beispielsweise eine Registrierungsprozedur eines Webservices sein. Angewendete Usability-Maßnahmen können z. B. eine Heuristische Evaluation, das Erstellen eines Papierprototypen und das Testen des Prototypen mit wenigen Benutzern beinhalten. Ein Usability-Pilotprojekt sollte in Aufwand und Laufzeit begrenzt sein, um zu zeigen, dass unaufwendig und schnell Nutzen für das Unternehmen durch die Anwendung von Usability-Maßnahmen entstehen kann. Darüber hinaus fördert ein enger Rahmen eines Pilotprojektes die Übertragbarkeit der Arbeitsweise in den alltäglichen Entwicklungsprozess, da hier vergleichbare Einschränkungen hinsichtlich Zeit und Ressourcen gegeben sind (vgl. Reckin & Brandenburg 2013). Sobald die Entscheider des KMU dem Projekt zugestimmt haben, werden Mitarbeiter des Unternehmens bei der Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Usability-Maßnahmen aktiv beteiligt (Phase 2 in Abb. 1). Notwendige Entscheidungen, wie der zu untersuchende Aspekt des Softwareproduktes oder die Anwendbarkeit bestimmter Methoden, werden dabei gemeinsam getroffen (vgl. Barnum 2010). Während die aktive Rolle im Usability-Pilotprojekt meist den Mitarbeitern des Unternehmens vorbehalten ist, sollten Mitglieder der Leitungsebene, trotz ihrer knappen Zeit, entweder direkt (durch Anwesenheit) oder indirekt (z. B. via Videoaufzeichnung) an der Durchführung mindestens einer Usability-Maßnahme, z. B. einem Usability-Test, teilnehmen. Hierdurch erlebt auch die Leitungsebene den Mehrwert von Usability-Maßnahmen und kann Usability-Maßnahmen neu bewerten.

Die Pilotierungsphase (siehe Phase 2 in Abb. 1) wird mit einem Abschlussworkshop beendet. In diesem wird gemeinsam erarbeitet, inwieweit das KMU zukünftig die im Projekt erlebten Usability-Maßnahmen (z. B. Prototyping, Usability-Test) bei kleineren Fragestellungen selbst durchführen kann und wo weiterhin Bedarf nach Weiterbildung (z. B. Schulungen) oder Beratungs- und Dienstleistungen von externen Usability-Anbietern besteht. Es ist nicht möglich und kann auch nicht Ziel sein, innerhalb kürzester Zeit Expertenwissen an Laien zu vermitteln und eine vollständige Bewertung bzw. Überarbeitung des vorhandenen Softwareproduktes zu realisieren. Nach der Pilotierungsphase haben die KMU ausreichend Wissen, um kleinere Usability-Fragestellungen selbstständig anzugehen (Phase 3 in Abb. 1) und genügend Kompetenz, sich bei größeren Usability-Fragen Hilfe von Drittanbietern

einzuholen. Langfristig sollen Usability-Maßnahmen fest in die Geschäftsprozesse integriert werden (Phase 4 in Abb. 1).

2.1 Der Einsatz ausgewählter Usability-Maßnahmen im Usability-Pilotprojekt

Wie bereits beschrieben, werden im Umfang skalierte Usability-Maßnahmen in der Pilotierungsphase (siehe Abb. 1) durchgeführt. Derartige Usability-Maßnahmen können beispielsweise in einem Usability-Test (im Sinne der Aufwandsreduktion) gebündelt, die Anzahl und Dauer der Tests begrenzt als auch Verbesserungsmöglichkeiten für das KMU-Softwareprodukt gemeinsam und unmittelbar erarbeitet werden. Es findet keine aufwändige Auswertung und Aufbereitung der Testergebnisse statt. Dies birgt die Gefahren, dass möglicherweise bedeutende Usability-Probleme übersehen werden, oder ggf. auffallende Probleme bezüglich ihrer Priorität zu hoch/zu gering eingeschätzt werden. Ziel des Einsatzes von schnellen, skalierten Usability-Methoden in einem Pilotprojekt ist es allerdings, für deren Mehrwert zu sensibilisieren, und nicht, eine umfassende Aufstellung von Usability-Problemen zu liefern. Dies kann ohnehin erst in den Phasen drei und vier des Vorgehensmodells Ziel der eingesetzten Usability-Maßnahmen sein, wenn diese in die Entwicklungsprozesse integriert werden. Zentral ist das KMU-seitige Erleben, wie naive Nutzer bei der Erstbenutzung des Softwareproduktes mit diesem interagieren. Diese Konfrontation mit dem Nutzerverhalten und der Nutzersicht verspricht den größten Aha-Effekt beim KMU hinsichtlich des Nutzens von Usability-Maßnahmen.

Im Usability-Pilotprojekt mit dem KMU bedeutet dies, dass z. B. Testaufgaben von den KMU-Mitarbeitern und Usability-Experten gemeinsam im Rahmen der Vorbereitung eines Usability-Tests erarbeitet werden. Ein Usability-Experte führt anschließend ca. zwei Tests mit Benutzern durch. Diese Tests werden von Mitarbeitern (und möglichst auch Entscheidern) des KMU in einem Nebenraum (mit Video- und Audioübertragung) und unter Moderation eines weiteren Usability-Experten beobachtet. Beim Ablauf des Usability-Tests wird darauf geachtet, einen Methodenmix anzuwenden, um dem KMU ein möglichst breites Spektrum an Testmethoden nahezubringen. So kann der Mehrwert und die praktische Anwendung der Testmethoden erlebt werden. Gleichzeitig sind die Verantwortlichen, oft erstmals, mit der Reaktion von Nutzern auf das eigene Softwareprodukt konfrontiert. Nach ca. einer Stunde Beobachtung reflektieren die KMU-Beteiligten das Gesehene und Gehörte. Dabei soll die Einheit *Usability-Test* dem KMU den Mehrwert und die Anwendbarkeit des Usability-Tests als eine mögliche Klammer für unterschiedliche Usability-Maßnahmen verdeutlichen. Hierbei wird auch diskutiert, welche Möglichkeiten, aber auch Risiken in der Auswertung und Interpretation der Testdaten entstehen, wenn ein Usability-Test in der gezeigten Form durchgeführt wird, z.B. Einfluss von Lautem Denken auf die Aufgabenlösung, Anzahl und Vorwissen der Testpersonen. Durch den Usability-Test werden 1) Informationen zur Verbesserung des Softwareproduktes generiert (Produktbezug) und 2) thematisch relevantes Wissen bei den KMU-Mitarbeitern aufgebaut und verfestigt (Kompetenzerwerb). Inwieweit schon die Anwendung einzelner Usability-Maßnahmen zu einer Veränderung beim KMU hinsichtlich Wissen und Wertschätzung von Usability-Maßnahmen führt, ist Kern des empirischen Teils dieser Arbeit. Dabei kann die Evaluation

einzelner Einheiten nur ein Bruchteil der Gesamtevaluation¹ des Vorgehensmodells sein. Im Rahmen dieser Arbeit ist sie ein erster Ansatz.

3 Quantitatives Feedback von KMU

Für die beispielhafte Evaluation der Einheit *Usability-Test* wurden Antworten von insgesamt 15 Personen aus sieben unterschiedlichen KMU ausgewertet. Dabei wurden zwischen ein bis vier Projektbeteiligte pro KMU befragt. Nach den ca. ein bis zwei Stunden, in denen die KMU naive Nutzer bei der ersten Interaktion mit dem eigenen Softwareprodukt erlebten, füllten die Beteiligten einen Fragebogen zur Bewertung des Gesehenen und Gehörten aus, der quantitative Urteile und offene Antwortformate enthielt. Bei den quantitativen Urteilen machten die Beteiligten Einfachangaben auf fünfstufigen Ratingskalen (konstruiert nach Rohrmann 1978) u. a. zur Gesamtzufriedenheit mit der Einheit „Usability-Test“, zu ihrem Wissensstand, zur Nützlichkeit der Inhalte für den Alltag und der Intention, sich mit den in der Einheit adressierten Inhalten in Zukunft zu beschäftigen bzw. diese anzuwenden (vgl. Kirkpatrick 2001).

3.1 Gesamtzufriedenheit mit der Einheit „Usability-Test“

Die meisten Befragten waren mit der Einheit „Usability-Test“ sehr zufrieden (80%), drei Personen wählten die zweithöchste Bewertung (siehe Abb. 2).

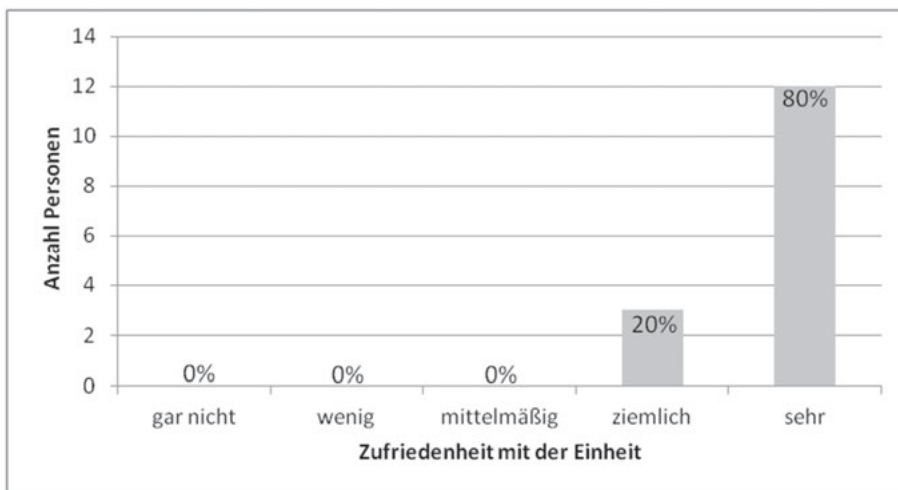


Abbildung 2: Antworthäufigkeiten (N=15) des Items „Wie hat Ihnen diese Einheit gefallen?“

¹ Erhoben werden Daten unmittelbar nach einer Einheit, nach Ende des Pilotprojekts und erneut nach 6 Monaten.

3.2 Wissensstand und Wissenszuwachs

Nach der Einheit schätzten die Beteiligten ihren Wissensstand zum Thema Usability-Test *vor* und *nach* der Einheit ein. Die fünfstufige Antwortskala wurde um die Antwortkategorien „Thema unbekannt“ für den Zeitraum vor der Einheit bzw. „Expertenwissen“ (vor und nach der Einheit) ergänzt. Diese beiden Antwortkategorien wurden jedoch von keiner Person angekreuzt. Abbildung 3 visualisiert die Ergebnisse.

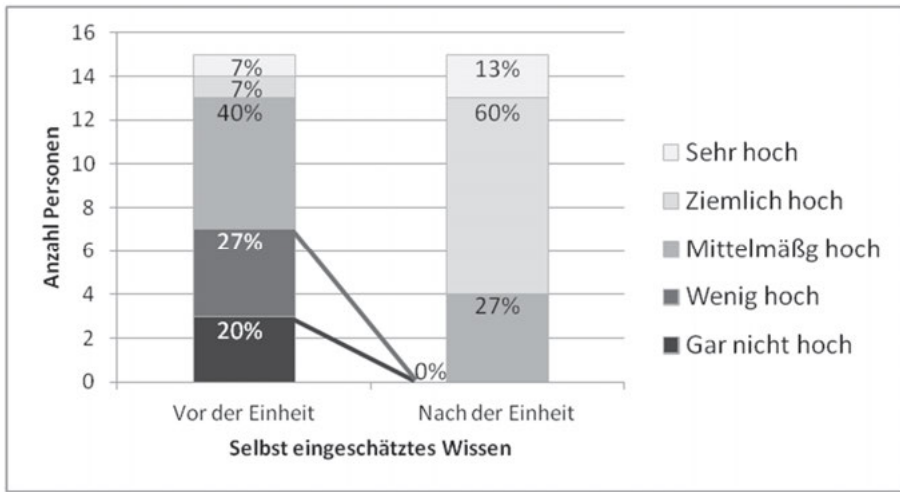


Abbildung 3: Antworthäufigkeiten (N=15) des Items „Bitte schätzen Sie Ihren Kenntnisstand: Mein Wissen zu diesem Thema war bzw. ist ...“

Abbildung 3 zeigt die Antworthäufigkeiten für die Selbsteinschätzung des Wissens zum Thema „Usability-Test“ vor und nach der Einheit. Knapp die Hälfte aller Teilnehmer (7 von 15) hatte nach eigener Angabe vor der Einheit kein oder wenig Wissen. Dies deckt sich mit der Erkenntnis, dass viele Mitarbeiter in den Entwicklerteams der Softwareunternehmen tätig sind, die bisher keine oder wenige Berührungspunkte mit Usability-Methoden hatten (vgl. Woywode et al. 2011). Bezogen auf das Wissen nach der Einheit zeigt sich, dass Dreiviertel der Befragten ihren Wissensstand als mindestens ziemlich hoch und ein Viertel als mittelmäßig hoch einschätzten. Die Datenauswertung auf Personenebene durch Bildung von Differenzen (nachher-vorher) zeigt, dass es bei fast allen Personen einen Zuwachs im selbsteingeschätzten Wissen gab (siehe Abb. 4). Die beiden Personen ohne Wissenszuwachs verfügten nach eigenen Angaben bereits vor der Einheit über ziemlich bzw. sehr hohes Wissen zum Thema „Usability-Test“.



Abbildung 4: Differenz des selbsteingeschätzten Wissens je Teilnehmer (N=15) bezüglich der Einheit „Usability-Test“ vorher und nachher; 5-stufige Skala (1-5): gar nicht hoch – wenig hoch – mittelmäßig hoch – ziemlich hoch – sehr hoch

3.3 Nützlichkeit für den Arbeitsalltag und den Transfer

Für die Frage, ob die vermittelten Inhalte der Einheit „Usability-Test“ dem KMU im Arbeitsalltag nützen können, wurden insgesamt mittlere bis sehr hohe Werte von den Befragten angegeben. Abbildung 5 zeigt, dass einem Großteil der Befragten die Wissensinhalte ziemlich oder sehr nützen können.

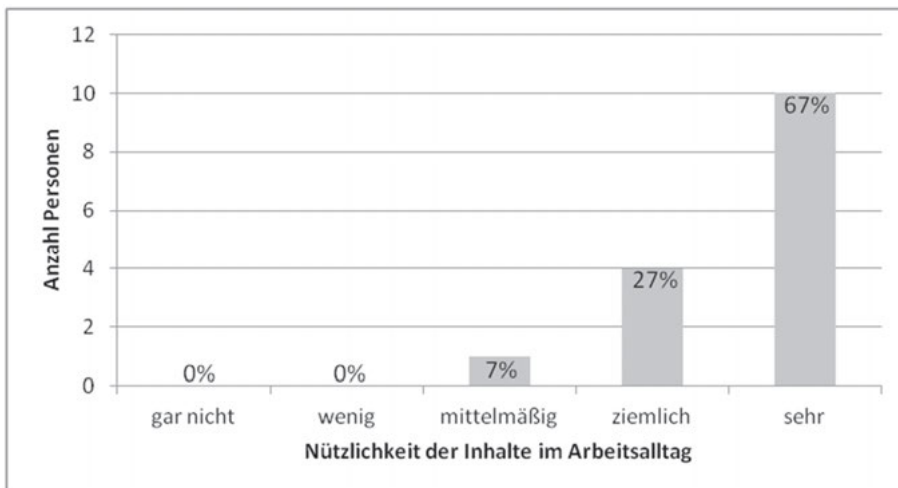


Abbildung 5: Antworthäufigkeiten (N=15) des Items „Bitte schätzen Sie: Wie sehr können Ihnen die vermittelten Inhalte in Ihrem Arbeitsalltag nützen?“

Darüber hinaus gab über die Hälfte an, die vermittelten Inhalte bei ihrer Arbeitstätigkeit in der nächsten Zeit einige Male ausführen zu wollen (siehe Abb. 6). Ein Drittel beabsichtigte diese sogar regelmäßig anzuwenden.

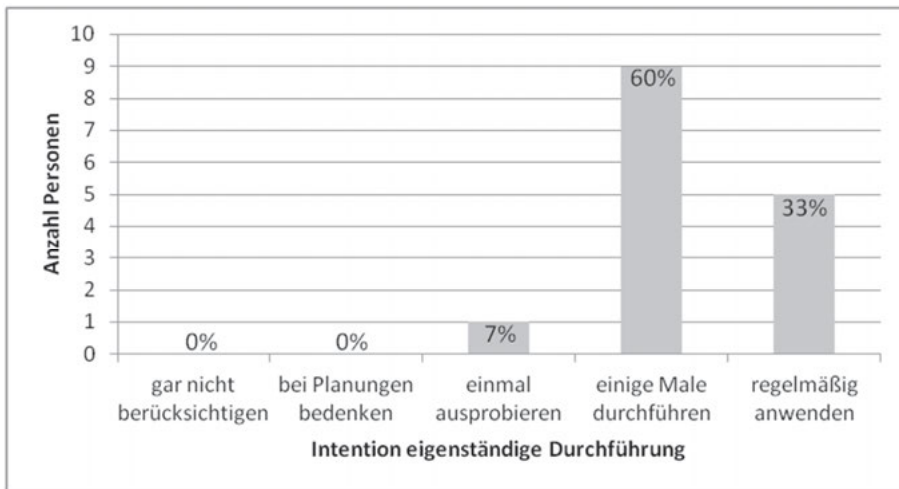


Abbildung 6. Antworthäufigkeiten (N=15) des Items „Bitte schätzen Sie auf den Zeitraum der nächsten 6 Monate bezogen: Bei meinen Arbeitstätigkeiten werde ich die vermittelten Inhalte ...“

4 Qualitatives Feedback: „Hilfreicher, als ich dachte“

Im Fragebogenteil mit dem offenen Antwortformat konnten die Beteiligten Angaben zu den für sie interessantesten Inhalten der Einheit (15 Antworten) und zu möglichen Aha-Erlebnissen (12 Antworten) machen. Die Aussagen der Personen wurden für die Auswertung kategorisiert. Als übergeordnetes Ergebnis kann festgehalten werden, dass die Befragten Mitarbeiter sowohl den Ablauf des Usability-Tests als auch die daraus gewonnenen Erkenntnisse für das eigene Softwareprodukt herausstellten. Ein etwas genaueres Bild ergeben die nachfolgend beispielhaft aufgeführten Anmerkungen der KMU-Mitarbeiter.

So wurde beispielsweise auf die Frage welche Inhalte für die Befragten am Interessantesten waren u. a. notiert:

- „Der strukturierte Ablauf des Tests“, „Fragestellungen des Testleiters“, „Lautes Denken, Interview“ (Kategorie: Testablauf und -durchführung)
- „Man kriegt viel nützliches Feedback“, „neue Erkenntnisse zu Problembereichen, insbesondere die Unbekannten“, „natürlich das Feedback zu meinen Entwürfen“, „Reaktion Testperson auf Software“ (Kategorie: Erkenntnisse für Softwareprodukt)

Ferner wurden die Beteiligten gefragt, ob Sie ein Aha-Erlebnis hatten, also ein Erlebnis, dass Sie nun mit jemandem besprechen wollen oder direkt ausprobieren möchten. Hier notierten

die Mitarbeiter der KMU u. a. Folgendes in den häufigsten Kategorien Ablauf des Usability-Tests und Erkenntnisse für das eigene Produkt:

- „Selbst ein Proband liefert signifikante, teils überraschende Erkenntnisse“, „hilfreicher als ich dachte“, „einfach mal testen – kontinuierlich Nutzer befragen“ (Kategorie: Testablauf und -durchführung)
- [es gibt...] „Andere Schwierigkeiten im Programm als erwartet“, „I learned tons of data to improve the tool“, „Ja, wir müssen unbedingt die Icons wechseln“ (Kategorie: Erkenntnisse für Softwareprodukt)

5 Diskussion der Ergebnisse und Fazit

Übergeordnetes Ziel der Arbeit war es, einen Beitrag zu den Möglichkeiten, Usability-Maßnahmen in kleine und mittlere Unternehmen einzuführen, zu leisten. Dazu wurde die Situation von Software-produzierenden KMU in Deutschland umrissen, ein Vorgehensmodell für die Integration von Usability-Maßnahmen in ein KMU dargestellt und eine erste, beispielhafte Evaluation beschrieben. Dabei stellt die Evaluation der Einheit *Usability-Test*, die mehrere Methoden zusammenfasst, lediglich den ersten Schritt zum umfänglichen Test des Vorgehensmodells dar. Ziel war es, mögliche skalierte Varianten von Usability-Maßnahmen für ein KMU erlebbar und in Teilen auch erlernbar zu machen.

Die Beteiligten der KMU waren ziemlich oder sehr zufrieden mit dem Erlebten, erwarben laut Selbsteinschätzung in den meisten Fällen Wissen und stuften dieses erworbene Wissen als sehr praxisrelevant ein. Zudem gab die Mehrheit der Beteiligten an, die vermittelten Inhalte einige Male oder sogar regelmäßig im Arbeitsalltag anwenden zu wollen. Diese Ergebnisse stützen zum einen die Annahme, dass das intendierte Lernziel erreicht wurde. Zum anderen scheinen die Arbeit am Unternehmensprodukt, die aktive Einbeziehung der Mitarbeiter des Unternehmens und die Anwendung von im Umfang skalierten Methoden die Voraussetzungen für den Übergang der KMU in die Phasen drei und vier des Vorgehensmodells aus Abbildung 1 zu schaffen. Inwieweit die vermittelten Inhalte langfristig in den Entwicklungsprozess integriert wurden, wird durch künftige Arbeiten evaluiert.

Bei der Interpretation der Ergebnisse müssen die Einschränkungen der Evaluationsstudie berücksichtigt werden. Hierzu zählt insbesondere die Messung des Wissens. Der Wissensstand wurde a) mittels Selbsteinschätzung und b) retrospektiv erfasst. Die Selbsteinschätzung kann verzerrt sein durch das Erleben der Neuartigkeit der Usability-Maßnahmen. Der Einsatz eines Wissenstests als objektives Maß ist in diesem Setting allerdings nicht praktikabel. Gründe dafür sind der erhöhte Zeitaufwand auf Seiten der KMU, was zur Ablehnung führen würde. Die Anwendung einer a-priori Abfrage des Wissens an Stelle einer retrospektiven Abfrage wäre nicht valide, da die Beteiligten vermutlich eine sehr heterogene Vorstellung von Usability-Maßnahmen hätten. Die retrospektive Abfrage gibt den Teilnehmern dagegen einen Bezugsrahmen für ihre Antworten.

Schlussendlich ist es möglicherweise auch gerade die subjektiv-wahrgenommene Veränderung des Wissens, das den Befragten das Gefühl gibt, in kurzer Zeit viel gelernt zu haben. Allein die persönliche Reflektion bei der Beantwortung des Wissens-Items könnte dazu führen, dass die Beteiligten das Erlebte und die Inhalte der Einheit erneut durchdenken, festigen und zudem erkennen, in kurzer Zeit Neues gelernt zu haben – was motivierend wirken könnte für die weiteren Phasen im Vorgehensmodell (vgl. Expansion und Konsolidierung in Abb. 1). Der selbsteingeschätzte Wissenszuwachs der Beteiligten kann also wesentliche Ursache für die sehr gute Gesamtbewertung der erlebten Einheit Usability-Test sein. Nach Kirkpatrick (2001) kann dieses positive Gefühl nach einer Trainingsmaßnahme aber auch bedeuten, dass die Lernenden aufmerksam waren und ihnen die Erfahrung Spaß machte.

Zusammenfassend sollte das vorgestellte Vorgehen ein positives Kosten-Nutzen Erlebnis durch eine kleine Pilotprojektaktivität schaffen, damit KMU solche Aktivitäten wiederholt durchführen und verstetigen. Die Ergebnisse der Befragung deuten darauf hin, dass dies mit einer ca. zweistündigen Intervention bei sieben KMU gelungen ist. Eigene zukünftige Arbeiten werden darauf fokussieren, die in diesem Beitrag berichtete erste Evaluation durch Daten einer größeren Stichprobe und über einen längeren Zeitraum (bis ca. ein Jahr) zu vertiefen. Darüber hinausgehende Arbeiten sollten sich weiterhin mit der Skalierbarkeit von Usability-Methoden und der Wissensvermittlung innerhalb der besonderen Rahmenbedingungen von KMU beschäftigen.

Literaturverzeichnis

- Barnum, C. (2010) Usability Testing Essentials: Ready, Set...Test. Burlington, MA: Morgan Kaufmann.
- Kirkpatrick, D. L. (2001). Evaluating internal classroom training. Boston: Butterworth Heinemann.
- Reckin, R. & Brandenburg, S. (2013) Discount Usability-Maßnahmen als erste Schritte von KMU auf dem Weg zum Agile Usability Engineering. In Brandenburg, E. et al. (Hrsg.): Grundlagen und Anwendungen der Mensch-Maschine-Interaktion. Proceedings der 10. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme 10.-12. Oktober 2013. Berlin: Universitätsverlag der TU Berlin. S. 238-244.
- Stade, M. J. C., Reckin, R., Brandenburg, S. & Thüning, M. (2013) Usability in KMU etablieren: Von schneller Problemlösung zu ressourcenorientiertem Usability Engineering. In Boll, S., Maaß, S. & Malaka, R. (Hrsg.): Workshopband Mensch & Computer 2013. München: Oldenbourg. S. 19-27.
- Woywode, M., Mädche, A., Wallach, D. & Plach, M. (2011). Gebrauchstauglichkeit von Anwendungssoftware als Wettbewerbsfaktor für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) (<http://www.usability-in-germany.de/ergebnis>)

Kontaktinformationen

melanie.stade@fhnw.ch; stefan.brandenburg@tu-berlin.de; ronny.reckin@tu-berlin.de

Zentrale Faktoren bei der Umsetzung von Usability-Engineering bei einem mittelständischen Softwarehersteller in der Pflegebranche

Christoph Trappe¹, Wilko Heuten¹, Susanne Boll¹, Simon Timmermanns², Stefan Rahner³, Dietmar Wolff⁴, Britta Gräfe⁴

OFFIS – Institut für Informatik¹

Johanniter-Unfall-Hilfe e.V.²

Softwareentwicklung, TARGIS GmbH³

FINSOZ e.V.⁴

Zusammenfassung

In diesem Beitrag geht es um die Identifikation von Faktoren, die die Integration von Methoden des Usability-Engineerings in den Softwareentwicklungsprozess beeinflussen. Diese werden am Beispiel eines mittelständischen Softwareherstellers in der Pflegebranche entlang des Prozesses zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme (ISO 9241-210:2010) dargestellt. Dabei gilt es, Hinweise für Kompetenzzentren zu sammeln und so Möglichkeiten eines dedizierten und für den Kontext adaptierten Angebotes für KMUs zu schaffen. Fazit des Beitrags ist, dass nicht nur Sinn und Zweck von Methoden des Usability-Engineerings, ihre phasenweise Zuordnung und Durchführung in statischen Methodenbeschreibungen deutlich gemacht werden müssen, sondern ein besonderes Augenmerk auf die nachhaltige Integration der Methoden in die Unternehmensstruktur gelegt werden muss. Dazu gehören Hinweise zur methodischen Auswertung und Gewinnung praxisrelevanter Erkenntnisse sowie Formate zur Kommunikation der Ergebnisse innerhalb des Unternehmens.

1 Einleitung

Im Jahr 2013 lebten in Deutschland 2,48 Millionen registrierte Pflegebedürftige. Bis zum Jahr 2030 werden es voraussichtlich 3,31 Millionen Menschen sein (Bundesministerium für Arbeit und Soziales 2015). Die Sozialwirtschaft steht angesichts der kontinuierlich steigenden Zahl von zu pflegenden Menschen und des knapper werdenden Pflegepersonals

vor einer wachsenden Herausforderung, die Versorgung zu sichern. Der demografische Wandel hat demnach eklatante Auswirkungen auf die gesamte Sozialwirtschaft (Bundesministerium für Gesundheit 2015).

Für die Zukunft gilt es, die Effizienz der Arbeitsabläufe und die Attraktivität der Arbeitsbedingungen in dieser Branche zu verbessern. Insbesondere Zulieferer für die Sozialwirtschaft und Sozialverwaltung stehen in der Pflicht, angemessene Produkte für den Pflegesektor bereitzustellen, damit die Qualität der Pflege weiterhin sichergestellt oder sogar gesteigert werden kann. Hier spielt die intuitive Bedienbarkeit von Software eine wesentliche Rolle. Die Hersteller in der Sozialwirtschaft sind vorwiegend klein- und mittelständische Unternehmen mit guten Fachkenntnissen über die Domäne, die sich aber entweder den Vorteilen einer Steigerung der Gebrauchstauglichkeit nicht bewusst sind oder denen geprüfte Handlungsempfehlungen für konkrete Umsetzungsmaßnahmen fehlen (Woywode et al. 2011). Eine nachhaltige Breitenwirkung in der Schaffung eines Bewusstseins und konkreter Handlungsempfehlungen zum Thema Usability in der Pflegebranche und deren Verbreitung konnte bisher nicht erzielt werden. Dieser Umstand soll mit dem Projekt UCARE behoben werden.

2 Methode

In einem iterativen Vorgehen werden im Projekt UCARE Werkzeuge und Methoden für Softwareentwicklungs-KMUs in der Pflegebranche geschaffen und durch den Einsatz in der Praxis erprobt. In der ersten Iteration lieferte eine Analyse der beim KMU bestehenden Softwareentwicklungsprozesse, die als erste Grundlage für die Auswahl und Bewertung von Methoden diente, Einsichten zur gegenwärtigen Nutzereinbindung und zu Informationsflüssen im Unternehmen. Auf der Grundlage von kontextuellen Beobachtungen, Interviews und Befragungen beim KMU (Teammeetings, Treffen zur Produktkoordination und bilateralen Runden) sowie Informationen aus unternehmensbezogener Literatur konnten Erkenntnisse zur Unternehmensstruktur und den Abläufen bei der Softwareentwicklung generiert werden (Trappe & Timmermanns 2014).

In Veranstaltungen im Workshop-Format und Präsentationen wurde eine Sensibilisierung für das Thema Usability im KMU vorangetrieben, ein gemeinsames Verständnis der Begrifflichkeiten „Gebrauchstauglichkeit“ und „Interaktive Systeme“ entwickelt und anhand der Frage „Wie werden interaktive Systeme bedienbar?“ aus wissenschaftlicher und praktischer Perspektive diskutiert. Beispielsweise wurden Erhebungen mittels Interviews, Fragebögen, Fokusgruppen und ethnographischer Studien, wie Beobachtungen mit Video, Ton oder Sensorik thematisiert. Zudem wurden Tagebuchstudien, auf Grundlage derer sich z.B. Szenarien und Personas als Spezifikationen von Nutzungskontext und Anforderungen aus Nutzersicht erstellen lassen, als Grundlage der ersten Iteration der Entwicklung im Rahmen des Projektes vorgestellt. Anhand des Prozesses zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme konnte der mögliche Ablauf einer nutzerzentrierten Entwicklung dargestellt, ein ausgewähltes Methodeninventar für die unterschiedlichen Phasen der Entwicklung zusammengestellt und gemeinsam mit einem KMU erarbeitet werden. Die

3 Ergebnisse: Faktoren der Integration entlang des HCD-Prozesses

```
graph TD; A[Planen des menschenzentrierten Gestaltungsprozesses] --> B[Verstehen und Festlegen des Nutzungskontextes]; B --> C[Festlegen der Nutzungsanforderungen]; C --> D[Erarbeiten von Gestaltungslösungen zur Erfüllung der Nutzungsanforderungen]; D --> E[Evaluieren von Gestaltungslösungen anhand der Anforderungen]; E --> A; E --> B; E -.-> C; E -.-> D; F([Gestaltungslösung erfüllt die Nutzungsanforderungen])
```

Das Diagramm stellt den Designprozess nach Nielsen dar, bestehend aus folgenden Schritten:

- Planen des menschenzentrierten Gestaltungsprozesses
- Verstehen und Festlegen des Nutzungskontextes
- Festlegen der Nutzungsanforderungen
- Erarbeiten von Gestaltungslösungen zur Erfüllung der Nutzungsanforderungen
- Evaluieren von Gestaltungslösungen anhand der Anforderungen

Der Prozess ist ein geschlossener Kreislauf, der durch eine Iteration ergänzt wird. Ein Pfeil führt von der Evaluationsphase zurück zu jeder der vorherigen Phasen. Ein Textfeld weist auf die Iteration hin: „Iteration, soweit Evaluationsergebnisse Bedarf hierfür aufzeigen“.

Das Diagramm endet mit der Aussage: „Gestaltungslösung erfüllt die Nutzungsanforderungen“.

Im Folgenden werden Faktoren, die bei der Integration von Methoden des Usability-Engineerings im KMU identifiziert wurden, entlang des Prozesses zur Gestaltung

gebrauchstauglicher interaktiver Systeme (siehe Abbildung 1) bzw. des Vorgehens nach dem *Human-Centred Design* (HCD, siehe International Organization for Standardization 2010) vorgestellt.

Verantwortlichkeit klären: „Usability“ als abstraktes Oberthema wird als wichtiger Aspekt der Softwareentwicklung von weiten Teilen der Belegschaft, auch in unterschiedlichen Funktionen, erkannt. In der Planungsphase zeigt sich, dass die Vergabe von Verantwortlichkeit für das Thema an dedizierte Mitarbeiter explizit vorgenommen werden sollte.

Ressourcen bereitstellen: Eine Vergabe von Verantwortlichkeit für Usability im KMU sollte mit dem Zugeständnis von Ressourcen einhergehen. Zu beobachten ist, dass über die Freigabe von Ressourcen im KMU aus wirtschaftlicher Perspektive und nicht auf der Grundlage von Erkenntnisinteresse entschieden wird, was eine Barriere darstellt. Zwar gibt es Möglichkeiten, den Aufwand für Nutzerzentriertes Design effizient zu gestalten, doch gerade bei der Einführung entsteht Mehraufwand. Der langfristige Wettbewerbsvorteil scheint nicht unmittelbar ersichtlich. Hier lohnt es sich, Entscheidungsträger durch eine direkte Demonstration der Durchführung einer Methode von der Dringlichkeit der Maßnahmen zu überzeugen.

Gemeinsames Verständnis schaffen: Die Terminologie muss vorgestellt und erarbeitet werden, damit ein gemeinsames Verständnis von Usability im Unternehmen wachsen kann. Auffällig ist zum einen, dass die Thematik „Usability“ von den Mitarbeitern des KMU im Wesentlichen in der Evaluationsphase eines Produktes verortet wird und zum anderen sich auf vorwiegend funktionale Aspekte beschränkt und konzeptionelle Probleme hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit nicht betrachtet werden. Dies sollte bei zukünftigen Beratungsangeboten berücksichtigt werden.

Offiziellen Rahmen geben: Anfängliche Begeisterung für das Thema ohne offizielle Verankerung führen zu einer „Zwischen-Tür-und-Angel-Usability“, die nicht nachhaltig ist. Ist ein einzelner Verantwortlicher auch ein wichtiger Faktor für die Integration von Usability-Engineering in das KMU, so muss doch die gesamte Unternehmenskultur mit Usability-Kompetenzen wachsen und in interdisziplinären Runden spezifisch entwickelt werden, damit Ergebnisse beispielsweise von Nutzerstudien auch in der Entwicklung ankommen oder technische Vorgaben und Einschränkungen durch historisch gewachsene Software bei der Konzeption von Papierprototypen berücksichtigt werden.

Zeit effizient nutzen: Der Zeitfaktor bei der methodischen Erkenntnisgewinnung ist wesentlich mitentscheidend, ob eine Usability-Methode im KMU langfristig verwendet wird oder nicht. Dies sollte bei der Konzeption von Methoden, aber auch bei der Ausarbeitung von Usability-Leitfäden berücksichtigt werden.

Anforderungen individuell erfassen: Usability ist einfach, lässt sich in kleinem Umfang realisieren, muss jedoch auch in den Entwicklungsprozess des KMU fest verankert werden. Bei externen Beratungsangeboten müssen die Bedarfe des Unternehmens individuell abgefragt und Methoden ggf. kontextabhängig adaptiert werden.

Ergebnisse verwerten: Vorgestellte Methoden des Usability-Engineerings werden zum Großteil als verständlich und nicht zu komplex bewertet. Gerade in der Beobachtung der Umsetzung zeigt sich, dass Methodenbeschreibungen auch Hinweise auf die Auswertung der Ergebnisse liefern sollten und wie diese innerhalb des Unternehmens kommuniziert werden können.

Entscheidungen validieren: Durch Nutzer verifizierte Aussagen können Produktmanager eine Argumentationsgrundlage für oder wider bestimmter Designentscheidungen liefern.

Kontakte aufbauen und vernetzen: Der Aufwand bei der Akquise von Endnutzern kann, abhängig von der Zielgruppe, die Bereitschaft des KMUs zur Investition von Ressourcen übersteigen. Gerade bei Pflegekräften, die in einem engen Zeitkorridor navigieren, kann die Bereitschaft zur Teilnahme an Nutzerstudien niedrig sein. Hier kann ein branchenspezifisches Kompetenzzentrum mit Kontakten zu Pflegediensten und Domänenexperten wertvolle Hinweise und Angebote liefern.

Praxisrelevanz schaffen: Es gibt eine Bereitschaft zur Investition von Ressourcen, wenn absehbar ist, dass der Einsatz einer Methode direkten Nutzen bringt und eine unmittelbare Praxisrelevanz hat. Somit müssen Beispiele und Leitfäden gegeben werden, die dicht am Tagesgeschäft der Mitarbeiter liegen. Es sollten an die Alltagsrealität angepasste Leitfäden geliefert werden, welche die unterschiedlichen Rollen in KMU mit zielgruppenspezifischer Ansprache adressieren. Dies ist eine der Herausforderungen an das Angebot eines Kompetenzzentrums.

Leitfäden liefern: Usability-Heuristiken sollten für den KMU-Einsatz aufbereitet und zur Verfügung gestellt werden. Auch wenn Usability-Verantwortliche im Unternehmen keine ausgebildeten Usability-Experten sind, kann man durch entsprechend vorbereitete Heuristiken eine Sensibilisierung für zentrale Aspekte von Gebrauchstauglichkeit bereitstellen. Auch die Planung und Ausarbeitung von Erhebungsinstrumenten kann durch wesentliche formalisierbare Usability-Eigenschaften zielgerichtet angepasst werden.

Die Identifikation von Faktoren, welche die Integration von Methoden des Usability-Engineerings in den Softwareentwicklungsprozess erschweren, legen einige Hinweise für das Kompetenzzentrum nahe, die im folgenden Fazit zusammengefasst werden.

4 Fazit

Ein Kompetenzzentrum sollte ein breit gefächertes Beratungsangebot liefern - von der Hilfestellung bei der Planung, über Probandenakquise und Auswertung der Methoden bis hin zur nachhaltigen Integration der Ergebnisse in den Arbeitsablauf des KMU. Zu einem Teil ist die Integration von Usability-Engineering in den Entwicklungsprozess stets abhängig von den Eigenheiten eines Unternehmens. Doch gibt es eine große Chance, branchenspezifisch das Bewusstsein für Usability zu schärfen und mit konkreten, fachspezifischen Handlungsempfehlungen die Unternehmen ansprechen zu können. Die Landschaft der Hersteller von Software für Pflegedienstleistungen in Deutschland ist durch viele klein- und

mittelständige Unternehmen gekennzeichnet, die einen Bedarf an einheitlichen, standardisierten Usability-Konzepten haben. Viele dieser Unternehmen sind zwar in spezifischen Verbänden organisiert, das Schaffen von Bewusstsein und konkreten Handlungsempfehlungen zum Thema Usability in der Pflegebranche und deren Verbreitung spielt bisher jedoch eine untergeordnete Rolle. Eine Umfrage, die gegenwärtig in Planung ist, soll dazu beitragen, das Verständnis der Branche zu vertiefen und ein klareres Bild der Branche im Hinblick auf die Skalierbarkeit von praxistauglichen UUX-Methoden und Erkenntnissen zeichnen zu können.

5 Referenzen

Über das Projekt

Das Projekt UCARE ist Teil der Förderinitiative „Einfach intuitiv – Usability für den Mittelstand“, die im Rahmen des Förderschwerpunkts „Mittelstand-Digital – IKT-Anwendungen in der Wirtschaft“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert wird. Der Förderschwerpunkt unterstützt gezielt kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sowie das Handwerk bei der Entwicklung und Nutzung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). „Mittelstand-Digital“ setzt sich zusammen aus den Förderinitiativen „eKompetenz-Netzwerk für Unternehmen“ mit 38 eBusiness-Lotsen, „eStandards: Geschäftsprozesse standardisieren, Erfolg sichern“ mit derzeit 16 Förderprojekten und „Einfach intuitiv – Usability für den Mittelstand“ mit zurzeit 13 Förderprojekten. Weitere Informationen sind unter www.mittelstand-digital.de abrufbar.

Literaturverzeichnis

- Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2015). *Fortschrittsbericht 2014 zum Fachkräftekonzept Der Bundesregierung*. http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/fortschrittsbericht-fachkraefte-fuer-2014.pdf?__blob=publicationFile.
- Bundesministerium für Gesundheit (2015). *Zahlen und Fakten zur Pflegeversicherung*. http://www.bmg.bund.de/fileadmin/dateien/Downloads/Statistiken/Pflegeversicherung/Zahlen_und_Fakten/150601_Zahlen_und_Fakten_Pflegeversicherung_03-2015.pdf.
- International Organization for Standardization (2010). *ISO 9241-210:2010, Ergonomics of Human-System Interaction - Part 210: Human-Centred Design for Interactive Systems*. Distributed through American National Standards Institute.
- Timmermanns, S., C. Trappe, W. Heuten, et al. (2015) UCARE: *Entwicklung eines Usability Kompetenzzentrums für die Pflegebranche*. In Proceedings 8. AAL-Kongress. VDE e. V., Hrsg.
- Trappe, Christoph, and Simon Timmermanns (2014). *Towards Best Practice Solutions: Usability Engineering Für Die Pflegebranche*. In Workshop-Proceedings of the 2014 Conference on Humans and Computers. München, Deutschland.
- Woywode, Michael, Alexander Mädche, Dieter Wallach, and Marcus Plach (2011) *Gebrauchstauglichkeit von Anwendungssoftware Als Wettbewerbsfaktor Für Kleine Und Mittlere Unternehmen (KMU)*. <http://www.usability-in-germany.de/studie>.

Living Lab As A Service: Das Living Lab als Dienstleistungsbaukasten zur Nutzer-zentrierten Entwicklung und Evaluation innovativer Smart Home Lösungen

Corinna Ogonowski¹, Timo Jakobi¹, Gunnar Stevens², Johanna Meurer¹

Universität Siegen¹, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg²

Zusammenfassung

Das Konzept des Living Lab ist eine in der Wissenschaft anerkannte Innovations- und Forschungsmethodik. Im betrieblichen Kontext - insbesondere in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) – wird sie bislang jedoch kaum genutzt. Um die Nutzung im kommerziellen Kontext von Smart Home zu erforschen, wird im Forschungsprojekt *SmartLive* aktuell ein Living Lab zum Thema aufgebaut, bei dem Unternehmen, Forscher sowie ca. 30 teilnehmenden Haushalte die alltägliche Nutzung von kommerziellen, sowie experimentell entwickelten Lösungen untersuchen und neue Interaktionskonzepte gemeinsam erarbeiten. Ferner wurden mit den teilnehmenden Unternehmen Interviews zu deren Entwicklungsprozessen, deren Einstellung zu Usability und User Experience (UUX), sowie den Potenzialen und Möglichkeiten eines Living Labs für KMU geführt. Ziel der Interviews ist es, darauf aufbauend UUX-Dienstleistungen zu identifizieren, die rund um ein kommerziell betriebenes Living Lab angeboten werden können. Hierbei wurde zunächst das Kompetenz-Netzwerk als ein wichtiges Asset eines Living Lab hervorgehoben, da es eine projektförmige Kooperation fördert. Zudem wurde der Bedarf nach flexiblen Dienstleistungen ähnlich einem Baukastensystem deutlich, mit dessen Hilfe relativ kurzfristig als auch nachhaltige innovative Konzepte erprobt, Marketingstrategien entwickelt sowie prototypische Entwicklungen hinsichtlich UUX und technischer Qualität evaluiert werden können.

1 Einleitung

Mit den Begriffen Smart Home, Connected Home, Elektronisches Haus, Intelligentes Wohnen, Smart House (BITKOM 2008) wird meist das Ziel verbunden, eine intelligente Woh-

numgebung zu schaffen, die sowohl deren Nutzer als auch den physischen, sozialen und kulturellen Kontext kennt, um auf dessen Basis sinnvoll zu (re-)agieren und sich anpassen zu können (Eggen et al. 2003). Der Smart Home Bereich gilt als einer der wichtigsten Wachstumsmärkte, was sich auch in der stetig steigenden Anzahl von Marktteilnehmern zeigt. Gleiches gilt aktuell auch für die technische Komplexität, die Anzahl der zu berücksichtigenden Spezifizierungen, Protokolle und Systeme – ganz zu schweigen von der künftigen Herausforderung Smart Home Lösungen als Legacy-Systeme zu warten. Die Dynamik und Komplexität des Feldes führt ferner zu Wissens- und Forschungslücken, die Spezialisierung und interdisziplinäre Zusammenarbeit notwendig macht.

Bisher werden Smart Home Konzepte überwiegend technisch verstanden, während der Mensch meist nur nachgelagert berücksichtigt. Je mehr jedoch die Konzepte das Labor verlassen und realweltliche Wohnzimmer betreten, desto deutlicher wird, dass eine rein technische Betrachtung zu kurz greift, um zukünftig erfolgreiche und begehrten Produkte zu entwickeln. Insbesondere greifen Smart Home Systeme stark in die Wohnökologien und -ästhetiken ein und verändern gleichzeitig etablierte häusliche Praktiken (Schwartz et al., 2013a; Schwartz et al., 2013b). Im Markt fehlt es jedoch häufig an diesen Erfahrungen sowie dem Verständnis über die situierten Nutzungspraktiken und latenten Bedarfe der Nutzer.

Um diese Erkenntnisse zu erheben und Lösungen Nutzer-zentriert zu gestalten, wird seit einigen Jahren in der Literatur der Ansatz der Living Labs hervorgehoben (Eriksson et al., 2005). Diese zeichnen sich durch Co-Creation Prozesse, langfristige Partizipation von Nutzern im Entwicklungsprozess, sowie den starken Bezug zum realweltlichen Nutzungskontext aus. Doch trotz der Vorzüge von Living Labs werden sie in der betrieblichen Praxis bisher – aus weitgehend unbekannten Gründen – kaum verwendet. Im Folgenden wird der akademisch etablierte Ansatz vorgestellt. Anschließend werden erste Ergebnisse einer Interviewstudie präsentiert, die die Möglichkeiten des Living Labs als Dienstleistungsbaukasten für Unternehmen beleuchten.

2 Living Labs in der Forschung

Der Ansatz der Living Labs geht auf das MIT Media Lab zurück und zielt auf die Erforschung dynamischer und komplexer Wechselwirkungen von Bedarfen und Möglichkeiten in der Aneignung neuer Technologien in Realumgebungen. Der Ansatz wurde in der EU geförderten Initiative 'European Network of Living Labs (ENoLL)' als nachhaltige, nutzerzentrierte Strategie für Innovationsprozesse in Europa weiterentwickelt (Eriksson et al., 2005).

Gegenwärtig werden Living Labs allgemein als eine Infrastruktur verstanden, in der verschiedene Akteure Innovationen in einem offenen Prozess experimentell entwickeln, in realen Kontexten nutzen und entsprechend evaluieren (Følstad, 2008; Niitamo et al., 2006). Sie sind dabei durch Hauptaktivitäten charakterisiert¹: (1) Durchführung von Kontext- und Nut-

¹ vgl. openlivinglabs.eu; siehe auch European Commission (2009)

zerstudien, sowie Bestimmung der kulturellen, rechtlichen, technischen und marktspezifischen Randbedingungen; (2) die *Co-Creation* von Innovationen, an der Nutzer und Entwickler gleichermaßen beteiligt sind; (3) Durchführung von Experimenten innerhalb von Szenarien; und (4) die Bewertung von Produkten und Dienstleistungen in realen Umgebungen.

Als holistische Infrastruktur erlauben sie gegenüber Einzelmethoden eine vielseitige Methodenkombinationen, die der Komplexität sozialer Praxis gerechter wird (von Geibler et al., 2014). Darüber hinaus bietet der Living Lab Ansatz im Gegensatz zur Fokussierung auf einzelne, voneinander isolierte Lebensbereiche in herkömmlichen laborbasierten Forschungsumgebungen, die Möglichkeit zur Entwicklung von domänenübergreifenden Innovationen (Hellfeld et al., 2015). Damit stellt der Ansatz geeignete Rahmenbedingungen bereit, um Nutzer an der Entwicklung und Gestaltung von neuen gebrauchstauglichen Anwendungen zu beteiligen, sowie die Interaktion und den Austausch zwischen beteiligten Akteuren aus Wirtschaft und Wissenschaft und Nutzern zu fördern. Living Labs fungieren dabei als realweltliche Explorations- und Testumgebungen.

Im Bereich Smart Home wurden Living Labs primär zur Gestaltung nachhaltiger Innovationen eingesetzt. Sie tragen dabei zur Entwicklung von „global und langfristig verallgemeinerbaren, inter- und intragenerationell tragfähigen Produktions- und Konsummustern“ bei (Geibler et al., 2013). Beispiele hierfür sind das EU-Projekt „BeAware“², in dem Eco-Feedback Konzepte erforscht wurden (Spagnoli et al., 2011) und das Siegener Living Lab SMEDL, in dem die Gestaltung und Aneignung eines Heim Energie Management Systems in einer Langzeitstudie erforscht wurden (Schwartz et al., 2013a; Schwartz et al., 2013b).

3 Anforderungen und Bedarfe der betrieblichen Praxis

Um das Potential des Living Lab Konzepts für die betriebliche Praxis zu eruieren, wurden elf Experteninterviews mit Vertretern verschiedener Unternehmen geführt. Die Unternehmen decken dabei weite Teile der Wertschöpfungskette des Smart Home Markts ab. Sie stehen dabei kaum in Konkurrenz zueinander, sondern bringen vielmehr komplementäre Expertisen in das Living Lab ein.

Unternehmen	Funktion der Interviewpartner im Unternehmen
Smart Home Gerätehersteller	• Produkt Owner • Senior Software Engineer • Design, Verification & Testing • Productmarketing Manager
Smart Home Middleware Hersteller	• Project Manager • Lab Manager Software Engineering
UUX-orientiertes Softwarehaus, das Smart Home-Designkonzepte für	• Head of Project Management • Creative Director

² Siehe: www.energyawareness.eu

Kunden entwickelt und umsetzt	• Senior Art Director UI/UX • Mobile Developer
Verbandes für nachhaltige Energien	• Leiter Stadtwerke-Beratung • Kunden-Produktmanager • EU-Repräsentant

Tabelle 1 Übersicht der teilnehmenden Unternehmen und die einzelnen Funktion der Interviewpartner

Die Auswahl in den Unternehmen fand feldgetrieben statt. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der interviewten Personen. Die Interviews wurden mit Hilfe eines teilstrukturierten Leitfadens geführt und dauerten zwischen 60 und 120 Minuten an. Mit den Verbandvertretern wurde Round Table-Interview von 120 Minuten geführt.

Inhaltlich wurden zunächst etablierte Praktiken des Projektmanagements, Entwicklungsprozesse und Schnittstellen, der Umgang mit Kundenfeedback sowie etablierte UUX im Unternehmensalltag erörtert. Im zweiten Teil des Interviews wurde die allgemeine Idee von Living Labs und das Konzept von "Living Lab as a Service" vorgestellt. Hierbei wurde zunächst erklärt, dass das Konzept als ein Kompetenznetzwerk verstanden werden kann, das relevante Akteure im Bereich Smart Home/Smart Energy (Hardwarehersteller, Softwareunternehmen, Designunternehmen, UUX-Agenturen, Stadtwerke etc.) vernetzt. Ferner wurde eine Infrastruktur vorgestellt, welche sowohl ein Laborsetting und einen Showroom, als auch ein Nutzer-Pool und ein realweltliches Testbett umfasst, auf das zurückgegriffen werden kann. Auch wurde das Potenzial erläutert, UUX-Expertise für den Smart Home Bereich zu generieren und hierzu eine Reihe von Dienstleistungen anzubieten.

Um die Konzeption der Prozess- und Dienstleistungsstrukturen plastischer zu machen, wurde den Vertretern folgendes vereinfachtes Szenario vorgestellt:

Ein Smart Home-Anbieter ist in einer Online-Recherche darauf gestoßen, dass es ein Living Lab zu Smart Home gibt, welches als unabhängiger Berater tätig ist und eine Innovationsinfrastruktur für die Entwicklung und Evaluation von Konzepten und Produkten anbietet. Der Anbieter möchte sich über bestehende Produktlösungen im Markt informieren, das Wissen über die Kundenakzeptanz erweitern und erste Konzepte entwickeln, wie ein eigenes Smart Home-Produkt seinerseits aussehen könnte. Hierzu wird mit dem Living Lab-Anbieter ein Kundenverhältnis eingegangen, um die Beratungsangebote in Anspruch nehmen zu können. Die Angebote stellen einen Baukasten dar, dessen Module einzeln oder aber auch aufbauend aufeinander in Anspruch genommen werden können.

Es wurde diskutiert, wie sich die Idee und das Konzept aus Sicht der Unternehmen darstellen lassen und welche Aspekte vor dem Hintergrund ihrer betrieblichen Praxis für sie attraktiv sein könnten. Abschließend wurden erste konkrete Dienstleistungen, die vorab in einem offenen Prozess entworfen wurden, bezüglich der einzelnen Akteure im Markt und der Positionierung der Dienstleistung im Entwicklungsprozess genauer erörtert.

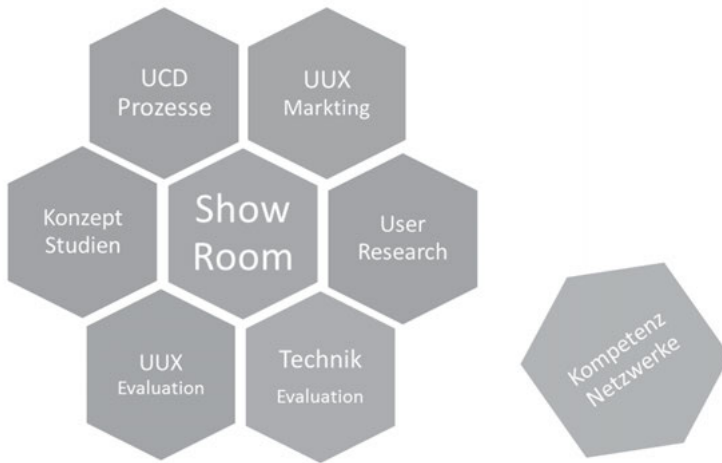


Abbildung 1: Das Living Lab als Dienstleistungsbaukasten zur Nutzer-zentrierten Entwicklung und Evaluation

Die Interviews wurden aufgezeichnet und inhaltsanalytisch ausgewertet. Dazu wurden die geäußerten Anforderungen, Wünsche und Ideen zu Metathemen zusammengefasst, die miteinander verwandte Dienstleistungen bündeln. Die Menge an Ideen wurde mit denen in den Interviews identifizierten Dienstleistungen angereichert. Anschließend wurden diese möglichen Services einzeln bewertet, indem jeweils diskutiert wurde, welchen Mehrwert eine solche Dienstleistung bieten würde, wie sie konkret gestaltet sein müsste, damit sie in Anspruch genommen werden würde und was potentielle Probleme sein könnten.

Auf Basis dessen wurden acht Bereiche identifiziert, bei denen das Living Lab durch geeignete Angebote einen Mehrwert für Unternehmen bieten kann, die im Smart Home Markt aktiv sind bzw. werden wollen. Die einzelnen Dienstleistungen sind modular aufgebaut und bilden eine Art Baukasten (siehe Abbildung 1). So können Unternehmen beispielsweise Angebote aus allen Bereichen in Anspruch nehmen, um über die Marktsondierung, Konzeption, Umsetzung und Evaluation den gesamten Produktlebenszyklus abzudecken. Wichtig ist jedoch, dass Dienstleistungen auch einzeln in Anspruch genommen werden können, damit sowohl umfangreichere als auch sehr schlanke Services angeboten werden können.

Im Folgenden sollen die verschiedenen Bereiche des Dienstleistungsbaukastens genauer vorgestellt werden:

- **Zugriff auf ein Kompetenznetzwerk**

Aufgrund der Komplexität von Smart Home Lösungen werden in der Produktentwicklung meist mehrere Firmen für verschiedene Aufgabenfelder benötigt (z.B. für die Hardwarekomponenten, die Middleware, das UI- und das Industriedesign etc.). In den Interviews wurde mehrfach der Bedarf geäußert, relativ einfach auf komplementäre Expertise innerhalb eines Living Labs zugreifen zu können. Das Kompetenz-Netzwerk wurde auch als attraktive Mög-

lichkeit gesehen, die eigene Expertise in den Produktentwicklungsprozess einzubringen und zu vermarkten.

- **Hersteller-neutraler Showroom**

Eine wichtige Dienstleistung stellt der „lebende“ Showroom. Unsere Partner äußerten z.B. den Wunsch bereits im Markt verfügbare Produkte und Lösungen sich *in der Nutzung* anschauen und zu studieren zu können.

Dies verweist auf ein wichtiges Element in der Neuproduktentwicklung, potentielle Konkurrenzprodukte zu analysieren. In der Praxis verschaffen sich Unternehmen bislang eine erste Marktübersicht z.B. mittels Online-Recherchen und anhand von Herstellerbeschreibungen. In den Interviews wurde jedoch deutlich, dass es hier oft an den für Unternehmen relevanten technischen Informationen fehlt. Zudem werden häufig Versprechungen als Lösungen vorgestellt, die nicht die Komplexität oder sogar die Machbarkeit in einem echten Produkt wieder spiegeln. Ferner hat sich für den Smart Home Bereich als besonders wichtig erwiesen, Erfahrungen zu sammeln, wie sich Produkte im „wahren“ Leben anfühlen und welche Erfahrungen Nutzer mit den Lösungen im Alltag gesammelt haben. Nur so kann ein besseres Wissen über die sehr individuellen und komplexen Nutzungsszenarien gesammelt werden, die man mit der versprochenen Intelligenz eines Smart Homes verbindet.

Aus diesem Grund bietet ein Hersteller-neutraler Showroom einen hohen Mehrwert, der es Unternehmen mit Endnutzerkontakt erlaubt, ein Bild von den am Markt vorhandenen Lösungen (z.B. RWE SmartHome, Google Nest, Telekom Qivicon, Gigaset Elements etc.) zu erhalten und zu testen. Das Living Lab sollte hierbei möglichst als unabhängiger Berater fungieren, der die ausgestellten Lösungen nicht bewirbt, sondern deren Vor- und Nachteile in der Nutzungspraxis herausstellt. Ziel sollte es sein, ein realistisches Bild von der Komplexität der Entwicklung solcher Systeme zu vermitteln und auf technische Herausforderungen, Lessons Learned und gelungene Designkonzepte hinzuweisen.

- **UUX Marketing & Geschäftsmodell Beratung**

Im Bereich der Consumer IT ist die Entwicklung geeigneter Geschäftsmodelle ein wichtiger Aspekt, bei dem neben den klassischen Kaufmodellen, auch Freemium-, Abo-, Cross-Selling- oder werbefinanzierte Modelle gängig sind. Diese sind auch im Smart Home Markt von Interesse. Für ein Unternehmen ist ferner wichtig, ob Smart Home als Gesamtlösungen vermarktet werden soll, das einmalig angeschafft wird (insbesondere im Unterputz- und Premium-Bereich) und die Strategie modularer Systeme verfolgt werden soll, die einen kostengünstigen Einstieg erlauben und vom Nutzer ständig erweitert werden können (insbesondere Aufputz- und Nachrüst-Systeme). Hier können Living Lab Studien dazu beitragen, wie sich die wahrgenommene Kostenstruktur bei einer Gesamtlösung versus dem sukzessiven Nachkaufen verändert. Auch können die Studien helfen, geeignete Einstieger-Pakete zu schnüren und zu evaluieren. Darüber hinaus kann erhoben werden, wie gut die sukzessive Erweiterung und Re-Konfiguration des Systems in der Praxis funktioniert.

Da das Smart Home im großen Umfang persönliche Daten sammelt, werden zukünftig angelagerte Services an Attraktivität gewinnen, die bereits frühzeitig in Geschäftsmodellen Berücksichtigung finden sollten. Jedoch gilt es mögliche Vorbehalte seitens der Kunden gegen-

über solchen Services zu berücksichtigen. Zudem sollte auch beachtet werden, dass eine große Kluft zwischen dem existiert was Nutzer über den Umgang mit persönlichen Daten sagen und wie sie sich im Alltag verhalten. Hier können Living Lab Studien Unternehmen helfen, ein realistischeres Bild zu erhalten, als dies durch übliche Umfragemethoden der Fall ist. Ferner können sie dabei beraten, wie Nutzer zielgerichtet angesprochen werden können und auch die Bandbreite der verschiedenen Vertriebswege aufzeigen.

- **User Research und Design Visionen**

Etwas zu gestalten bedeutet einen Bedarf zu erkennen und zu befriedigen. Im Smart Home Bereich ist dies für Unternehmen keineswegs trivial. So standen in den Anfängen primär technische Herausforderungen im Vordergrund, die es zu meistern galt. Die Denkhaltung der technischen Exzellenz als Verkaufsargument abzulegen, fällt Unternehmen immer noch schwer. Darüber hinaus ist es für Unternehmen häufig nur schwer an Nutzerwissen heranzukommen, weil es an direkten Kundenkontakten fehlt.³ Hinzu kommt, dass Nutzer gerade bei innovativer Technik ihre Bedarfe nur schwer artikulieren können. Deshalb reicht es nicht aus, Nutzer nur oberflächlich zu befragen. Es bedarf eines genaueren Verständnisses ihrer heimischen Alltagssituation sowie der latenten Wünsche, Ängste und Bedarfe, um auf dieser Basis technische Innovationen gestalterisch auszudeuten. Besonders wertvoll für die Entwicklung ist es, Nutzern möglichst reiche Erfahrungen mit den neuen Technologien sammeln zu lassen, wodurch das Entdecken neuer Bedarfe und Nutzungsmöglichkeiten gefördert werden kann. Dies kann auch in Form kreativer Umnutzung geschehen, wenn z.B. die Babycam zur Überwachung des Haustieres verwendet oder die intelligente Steckdose zum Mahlen der perfekten Menge an Kaffee für den Espresso eingesetzt wird.

Die Stärke des Living Labs besteht darin, dass Nutzer frühzeitig Erfahrungen mit neuen Produkten sammeln können und der Nutzungskontext mittels ethnographischer Methoden studiert werden kann. Ferner ermöglicht ein domainspezifisches Living Lab die gesammelten Erfahrungen in dem Feld in einer wachsenden Bibliothek von User Stories, Szenarien und Best Practices zu speichern. Die interviewten Unternehmen zeigten dabei prinzipiell Interesse an solchen Wissenspool. Dieser könnte als Beratungsdienstleistung angeboten werden, auf den man zurückgreifen kann, wenn neue Produkte konzeptioniert oder bestehende Lösungen bedarfsgerecht vermarktet werden sollen, die sich durch einen Grad an UUX auszeichnen.

- **Konzeptstudien**

UUX-Agenturen können innerhalb des Kompetenznetzwerks auf Basis von verbesserten Design Visionen erste Produktkonzepte visualisieren bzw. verschiedene Designkonzepte mittels Wireframes, Click-Dummies, Foam-Modell etc. erstellen.

Mit Hilfe der Living Lab geleisteten Vorarbeiten, wie z.B. des Wissensaufbaus durch frühzeitig gesammelte Erfahrungen im Showroom und Beratungsleistungen zur Konzeption von

³ Z.B. stellt das eine Unternehmen eine Middleware, die als eine unsichtbare Komponente in Smart Home Lösungen verbaut wird, die dennoch Auswirkungen auf die Nutzer-Interaktion und die Erwartungshaltung hat. Deshalb würde das Unternehmen mehr und ungefilterte Informationen über die Probleme mit der Middleware in der alltäglichen Nutzung haben.

geeigneten Geschäftsmodellen, können Unternehmen ihre Wünsche besser explizieren und helfen schnell einen Überblick über mögliche Lösungswege aufzuzeigen. Hierbei können verschiedene Partner des Kompetenznetzwerks beratend zur Seite stehen, um die Konzepte aus einer technischen, einer Markt- oder Nutzer-Perspektive zu bewerten.

Eine Dienstleistung des Living Lab könnte darin bestehen, ein Ort für das *Co-Creation* anzubieten, d.h. dass Nutzer, Designer und Hersteller gemeinsam Produktkonzepte ausarbeiten und entwickeln können. Hierzu können z.B. Fokusgruppen, Participatory Design Workshops und Web-basierten Ideenwettbewerbe eingesetzt werden. Die erstellten Konzepte (seien sie von Designern allein oder gemeinsam mit Nutzern erstellt) können auch mit Pilothaushalten diskutiert und iterativ weiterentwickelt werden. Diese Art von Dienstleistung kann dann sowohl von Marktforschungs- & Usability-Agenturen als auch von Designbüros und Softwareunternehmen als UX-Kompetenz angeboten werden.

- **UUX & Technik Evaluation**

Mittels erster Tests unter kontrollierten Laborbedingungen können technische Fehler, als auch Probleme in der Gebrauchstauglichkeit aufgedeckt werden. Ein Living Lab kann dabei helfen aus einer Datenbank ein passendes Sample an Testnutzern auszuwählen, das die vom Unternehmen adressierte Zielgruppe repräsentiert. Solche frühen Tests können z.B. dabei helfen zu entscheiden, ob die Bedienschnittstellen nativ als App, webbasiert oder als eigenes Gerät entwickelt werden soll und welche Auswirkungen dies auf das spätere Produkt hat.

Die größte Herausforderung besteht allerdings darin, dass sich Smart Home Lösungen im Alltag der Nutzer bewähren müssen. Durch die langfristige Einbindung von Nutzern in Forschungs- und Entwicklungsprozesse sowie durch die Möglichkeit einer kontinuierlichen Evaluation im realweltlichen Anwendungskontext bietet das Living Lab einen wichtigen Mehrwert die UUX solcher Lösungen zu steigern (Ogonowski et al., 2013). Das Living Lab ermöglicht es Prototypen einem ersten Feldtest zu unterziehen und sie über einen längeren Zeitraum in der Praxis zu testen. Ziel ist, zu evaluieren, wie die Lösungen sich im späteren produktiven Einsatz in tatsächlichen Nutzungskontexten verhalten. Hierbei profitiert das Unternehmen, wenn es einen kontinuierlichen inkrementell-iterativen Entwicklungsprozess verfolgt, um so optimal von der kontinuierlichen Evaluation der Produkte im Feld zu profitieren.

Die Dienstleistungen in diesem Bereich umfassen sowohl Beratungsleistungen zum Aufbau und Management von Beta-Tests sowie die Durchführung der Feldtest. Hierbei können sowohl technische Aspekte, die Gebrauchstauglichkeit, als auch Aspekte der User Experience und der Aneignung evaluiert werden. Da die verschiedenen Aspekte unterschiedliche Paradigma und Methoden adressieren, kann es sinnvoll sein, dass sie von verschiedenen Partnern des Netzwerkes oder in Kooperation mit ihnen durchgeführt werden. Hierbei gilt es zu klären, wie Synergien erzielt werden können. Insbesondere muss in der Kooperation sicher gestellt sein, dass die Beta-Tester nicht durch eine Vielzahl von Erhebungsinstrumenten und Fragebögen überfordert werden.

- **UCD Prozessberatung**

Die vorgestellten Bereiche sollten so aufgebaut sein, dass sie von Unternehmen einzeln in Anspruch genommen werden können sollten. Durch die Heterogenität der Praktiken und Prozesse von Unternehmen wird es aber nicht möglich sein, ein generelles Vorgehensmodell zu definieren. Die einzelnen Bausteine weisen jedoch eine gewisse Beziehung zueinander auf, sodass Unternehmen dann am meisten profitieren, wenn sie die Bausteine nicht isoliert voneinander in Anspruch nehmen, sondern aufeinander aufbauend. So macht es z.B. Sinn User Research, Konzeptstudien und UUX-Evaluation aufeinander abzustimmen und „weiche“ Methoden (wie z.B. Fokusgruppen oder ethnographische Beobachtung) mit eher „harten“ Methoden (wie z.B. Funktionstest der Hard- und Software) zu kombinieren. Ferner sollten die gewonnen Erkenntnisse in einen kontinuierlichen (Weiter-)Entwicklungsprozess einfließen, der auch die Konzeption von Marketingmaßnahmen einschließt.

Die Integration der Living Lab Dienstleistungen funktioniert aber nicht bei jedem Entwicklungsprozess gleich gut und hängt auch von der jeweiligen Unternehmenskultur ab. So werden Unternehmen, die nach dem Wasserfall-Modell entwickeln und bei denen eine Technik-zentrierte Kultur vorherrscht, nicht in gleicher Weise vom Living Lab Ansatz profitieren, wie ein Design-orientiertes Unternehmen, das bereits nach einem agilen UCD-Prozess entwickelt (Sy, 2007; Stickel et al., 2014). Deshalb sollte das Living Lab auch Beratungsdienstleistungen zur Implementierung eines agilen, Nutzer-zentrierten Smart Home Entwicklungsprozesses anbieten. Ferner sollte es Unternehmen bei Auswahl und dem Einsatz entsprechender Methoden beratend begleiten. Dadurch würde das Unternehmen selbst Kompetenz in diesem Bereich aufbauen und die Mehrwerte des Living Labs besser nutzen können.

4 Fazit

Die Analyse zeigt, dass das Living Labs prinzipiell auch für die betriebliche Praxis Potentiale bietet. Gerade für den komplexen Smart Home Markt scheint die Vernetzung von Kompetenzen vielversprechend zu sein, da bei Produktentwicklungen eine starke Abhängigkeit von mehreren Akteuren des Marktes besteht. Allerdings sollte das Konzept eher als evolutionäre Weiterentwicklung bestehender Ansätze verstanden werden. So sind die einzelnen dargelegten Dienstleistungen in weiten Teilen nicht neu und werden in der einen oder anderen Form von Usability-, Design-, UUX-Agenturen und Marktforschungsinstituten bereits angeboten. Das Kompetenz-Netzwerk des Living Lab z.B. ähnelt sehr der Idee einer virtuellen Organisation, bei der sich rechtlich unabhängige Personen oder Unternehmen zusammenschließen, um durch kooperative Zusammenarbeit die Wertschöpfungskette zu optimieren. Dabei kann die Leistungserstellung gegenüber einem Dritten oder für ein am Living Lab beteiligtes Unternehmen erfolgen. Derartige Kooperationsbeziehungen finden sich heute schon in vielfacher Weise; sei es auf bilateraler Ebene oder institutionalisiert, wie z.B. beim Verein *Connected Living e.V.*¹ In dieser Beziehung weist das Living Lab als Kompetenznetzwerk somit kein Alleinstellungsmerkmal auf. Vielmehr stellt es eine notwendige Komponente für eine ganzheitliche Innovationsinfrastruktur dar, auf dessen Grundlage spezifische UUX-Dienstleistungen zum Tragen kommen. Ähnliches gilt für die Erstellung von UUX-

Konzepten und Designstudien, die heutzutage schon von UUX-Agenturen als Dienstleistungen angeboten werden.

Das Besondere des Living Lab jedoch die starke Einbindung des Nutzers und der Nutzung und das es erlaubt, die einzelnen Methoden zu bündeln, situationsbezogen zu kombinieren und durch seinen ganzheitlichen Ansatz den Interaktionsprozess zwischen unterschiedlichen Akteuren im Markt und Nutzern zu fördern.

In der aktuellen Fassung stellt das Living Lab „*as a Service*“ jedoch nur ein vages Konzept dar. Insbesondere wurden die Sichtweisen der Unternehmen auf das Konzept nur mit Hilfe von Interviews erhoben. Inwiefern die Unternehmen die Dienstleistungen in Anspruch nehmen würden, von wem sie Angeboten würden und wie sie konkret ausgestaltet und bepreist werden müssten, ist weitestgehend noch offen. So wurden z.B. Unternehmen interviewt, die nicht in Konkurrenz stehen, weshalb der Aspekt der Konkurrenz kaum zur Sprache kam. Wenn im Living Lab die Smart Home Produkte für konkurrierende Unternehmen evaluiert werden sollen, müssen auch Fragen nach dem geistiges Eigentum, sowie Aspekte der Geheimhaltung von Ergebnissen geklärt werden. Da durch Dienstleistungsverträge immer auch Abhängigkeitsverhältnisse gestiftet werden, muss auch geprüft werden, wie eine Neutralität beim Showroom Konzept gesichert werden kann und wer hierfür ein geeigneter Betreiber sein könnte. Auch gilt es zu überlegen, ob es weitere Zielgruppen für ein Smart Home-Living Lab gibt, die bisher nicht adressiert wurden. Hier kann man z.B. an Elektrohandwerk denken, dass im Hochpreissegment eine wichtige Schnittstelle zum Kunden. Hier könnte man z.B. an Schulungskonzepte für das Nutzer-zentriertes Smart Home denken.

Der hier entwickelte Dienstleistungsbaukasten stellt somit nur einen ersten Versuch dar das Living Lab as a Service zu institutionalisieren und nachhaltige Lösungsansätze für die Bedarfe der Unternehmen im Smart Home Markt zu generieren. Eine weitere Ausdifferenzierung des Konzepts als auch eine kritische Diskussion unter Berücksichtigung involvierter Akteure und deren unterschiedlichen Perspektiven sowie die praktische Erprobung sind Gegenstand zukünftiger Forschungsaktivitäten.

Literaturverzeichnis

- BITKOM (Hrsg.) (2008): Studienreihe zur Heimvernetzung. Konsumentennutzen und persönlicher Komfort. Online verfügbar unter www.bitkom.org/files/documents/Studie_Konsumentennutzen.pdf, zuletzt aktualisiert am 08.02.2015.
- Eggen, B.; Hollemans, G.; Van de Sluis, R. (2003): Exploring and enhancing the home experience. In: *Cognition, Technology & Work* 5 (1): 44–54.
- Eriksson, M., Niitamo, V.-P., Kulkki, S. (2005) State-of-the-art in utilizing Living Labs approach to user- centric ICT innovation - a European approach . In *Technology* 1 (13): 1–13.
- European Commission (2009) Living Labs for user-driven open innovation. In *Facilities* 23: 109–12.
- Følstad, A. (2008) Living Labs for innovation and development of information and communication technology: a literature review. In *The Electronic Journal for Virtual Organizations and Networks* 10 : 99–131.

- Hellfeld, S., Oberweis, A., Wessel, T. (2015) Plattform zur prozessgetriebenen Entwicklung von anwenderinduzierten Innovationen in domänenübergreifenden Anwendungsszenarien. In HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik: 1–10.
- Kim, W. C., Mauborgne, R. (2005) Blue ocean strategy: How to create uncontested market space and make competition irrelevant. Harvard Business Press.
- Niitamo, V.-P., Kulkki, S., Eriksson, M., Hribernik, K.A. (2006) State-of-the-art and good practice in the field of Living Labs. In Proc. of Concurrent Enterprising Innovative Products and Services through Collaborative Networks: 26–28.
- Ogonowski, C., Ley, B., Hess, J., Wan, L., Wulf, V. (2013) Designing for the Living Room: Long-Term User Involvement in a Living Lab. In Proc. of CHI'13: 1539-1548.
- Schwartz, T., Denef, S., Stevens, G., Ramirez, L. Wulf, V. (2013a) Cultivating energy literacy: results from a longitudinal Living Lab study of a home energy management system. In Proc. of CHI'13, 1193–1202.
- Schwartz, T., Stevens, G., Ramirez, L., Wulf, V. (2013b) Uncovering practices of making energy consumption accountable: A phenomenological inquiry. In ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI) 20 (2): 12.
- Spagnolli, A., Corradi, N., Gamberini, L., Hoggan, E., Jacucci, G., Katzeff, C., Broms, L., Jönsson, L. (2011). Eco-feedback on the go: Motivating energy awareness. In Computer 44 (5): 38–45.
- Stickel, O., Draxler, S., Stevens, S. (2014) Customer Feedback and UCD in Agile Software Development. In Proc. NordiCHI'14.
- Sy, D. (2007) Adapting usability investigations for agile user-centered design. In Journal of usability Studies 2 (3): 112–32.
- Von Geibler, J., Erdmann, L., Liedtke, C., Rohn, H., Stabe, M., Berner, S., Jordan, N.D., Leismann, K., Schnalzer, K. (2013) Living Labs für nachhaltige Entwicklung: Potenziale einer Forschungsinfrastruktur zur Nutzerintegration in der Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen.
- Von Geibler, J., Erdmann, L., Liedtke, C., Rohn, H., Stabe, M., Berner, S., Leismann, K., Schnalzer, K., Kennedy, K. (2014) Exploring the potential of a German Living Lab research infrastructure for the development of low resource products and services. In Resources 3 (3): 575–98.

Kontaktinformationen

Corinna Ogonowski, Universität Siegen,
Kohlbettstr. 15, 57068 Siegen
Mail: corinna.ogonowski@uni-siegen.de

Die richtige Frage zur richtigen Zeit: Ereignisbedingte Fragebogen-Studien mittels und über Smartphone-Apps

Julian Dax, Thomas Ludwig, Oliver Stickel, Simon Scholl

Computerunterstützte Gruppenarbeit, Universität Siegen

Zusammenfassung

Fragebögen sind ein beliebtes und bewährtes Mittel in Usability-Studien. Sie werden oft im Rahmen von Usability-Tests verwendet. Solche Tests stellen jedoch oft künstliche Situationen dar. Data logging, also das automatische Sammeln von Nutzungsdaten, kann hingegen Einblicke in die Nutzung von Applikationen im echten Nutzungskontext geben. Diese Methode hat allerdings die zentrale Schwäche, dass der Benutzer nicht direkt qualitative Informationen — wie Feedback oder Motivationen — kommunizieren kann. Bringt man beide Methoden zusammen, so gleichen sich diese Schwächen zwar teilweise aus, es bleibt allerdings noch das Problem der Vergesslichkeit: Werden die Fragebögen nicht unmittelbar nach der Verwendung der Applikation ausgefüllt, wie bei Usability-Tests üblich, so vergessen Benutzer ihre Nutzungserlebnisse. Unser Beitrag illustriert, wie dieses Problem durch die automatische Erkennung von Nutzungssituationen und speziell auf diese Situationen abgestimmte Fragebögen gelöst werden kann. Dazu wurde prototypisch eine Android-Applikation und ein auf Web-Technologien basierter Editor implementiert.

1 Einleitung

Bei der Untersuchung von Benutzbarkeit und User Experience hat der Anwendungskontext seit dem Aufkommen von Smartphones entscheidend an Bedeutung gewonnen. Dies gilt nicht nur in Bezug auf externe (physische) Faktoren, wie dem Nutzungsort, sondern auch auf die Interaktion mit anderen Geräten (Wearables) und die Interaktion mit anderen Applikationen. Die durchschnittlichen Interaktionszeiten mit einzelnen Applikationen nehmen ab, die Integration zwischen verschiedenen Applikationen nimmt zu. Der Kontext kann, zumindest teilweise, mittels der im Telefon verbauten Sensorik und durch das Abgreifen von Nutzungsdaten erfasst werden. Für das Erfassen weiterer, auch qualitativer, Informationen wie beispielsweise allgemeines Nutzerfeedback oder Motivationen, haben sich Fragebögen in der Usability-Forschung als probates Mittel bewährt. Im Folgenden gehen wir zunächst genauer

darauf ein, wie Fragebogenstudien gestaltet sein müssen um den Gebrauch von Smartphones untersuchen zu können. Dem gegenüber stehen die Methoden der automatischen Datenerfassung, die wir anschließend vorstellen. Weiterhin gehen wir näher auf den Begriff des Kontextes und der Kontexterfassung ein und erörtern wie Complex Event Processing zum automatisierten Erkennen des Kontextes genutzt werden kann. Wir beschreiben anschließend unseren Prototypen, in dem diese Technologien als Basis zur Durchführung von kontextbezogenen Fragebogenstudien dienen. Das beschriebene Framework sowie die Demonstratoren von App und Frontend bewegen sich insbesondere im Kontext des software-entwickelnden Mittelstandes. Wie z.B. in (Draxler u. a. 2014) dargelegt, finden sich gerade KMU aktuell in einer Situation, in der sich langsam Akzeptanz der Wichtigkeit von Usability und User Experience am Horizont abzeichnet, während es an leichtgewichtigen, usability-steigernden Werkzeugen und Prozessen jedoch meist mangelt. Ein Beispiel für ein solches Werkzeug soll durch die vorliegende Arbeit aufgezeigt werden.

2 Fragebögen und alltägliche Erlebnisse

Elektronische Fragebögen existieren schon seit den 80er Jahren (Kiesler und Sproull 1986) und web-basierte Fragebögen sind seit Mitte der 90er populär (Gosling u. a. 2015). Für die Studie von Smartphone-Nutzung sind jedoch nicht alle Arten dieser Fragebögen gleichermaßen geeignet. Da es sich bei der Smartphone-Nutzung um eine alltägliche Tätigkeit handelt, ergeben sich besondere Probleme bezüglich des Erinnerungsvermögens der Probanden. Bolger et al. (2003) sprechen dabei einige konkrete Probleme bei der Beschreibung vergangener, alltäglicher Ereignisse anhand von Erinnerungen an: So gebe es oft vorgeprägte Einstellungen, die die Erinnerung beeinflussen und Probanden fassten mehrere Ereignisse oft unabsichtlich zusammen. Personen erinnerten sich außerdem eher an Erfahrungen, die in einem Gefühlszustand stattfanden, der dem aktuellen Zustand ähnlich ist. Weiterhin gewichteten die Teilnehmer Ereignisse, die eher ungewöhnlich oder besonders aktuell sind, zu hoch. Zur Studie solcher alltäglichen Ereignisse wurden deshalb, vor allem innerhalb der Psychologie, spezielle Forschungsmethoden entwickelt. Die bekannteste und älteste Form dieser Methoden sind die sogenannten Tagebuchstudien, bei denen Probanden jeden Tag einen vorgegebenen Fragebogen zum selben Thema ausfüllen (Bolger, Davis, und Rafaeli 2003). Bei diesen Studien spricht man von einer „intervallbedingten Aufzeichnung“ (Wheeler und Reis 1991). Die Zeitintervalle können dabei auch kleiner oder größer sein als 24 Stunden. Der Vorteil eines kleineren Intervalls ist es, dass weniger Zeit zwischen dem Erlebnis (d.h. der Smartphone-Nutzung) und der Aufzeichnung verstreicht, was die bereits dargestellten Erinnerungsprobleme mindert. Andererseits müssen die Probanden mehr Fragebögen ausfüllen und werden so stärker belastet. Um dieses Problem zu adressieren existiert die sogenannte „ereignisbedingte Aufzeichnung“ (Wheeler und Reis 1991), bei der Probanden nur dann einen Fragebogen ausfüllen, wenn ein — vorher von den Forschern spezifiziertes — Ereignis eintritt. Soll z.B. die Verwendung einer bestimmten Smartphone-App untersucht werden, so bekommen die Probanden die Aufgabe, sofort nach Beendigung der Nutzung dieser App einen Fragebogen auszufüllen. Leider entsteht durch ereignisbasierte Studien ein neues Problem: Im Vergleich zu intervallbedingten Studien vergessen Probanden es öfter, die Fragebö-

gen überhaupt auszufüllen. Wheeler und Reis (1991) nennen dafür mehrere Gründe. Im Gegensatz zu intervallbedingten Studien stellt sich bei Ereignisbedingten keine Routine ein, da die Ereignisse nicht immer zur selben Zeit eintreten. Außerdem haben Probanden bei ereignisbedingten Studien noch die zusätzliche Aufgabe, zu erkennen wann ein relevantes Ereignis eintritt. Dies kann insbesondere problematisch sein, wenn die Forscher die für sie relevanten Ereignisse unklar spezifizieren.

3 Fragebögen, Life-logging und Mobile Data Logging

„Life-logging“ ist eine Forschungsmethode, bei der Daten über den Benutzer automatisch aufgenommen werden. Christensen et al. (2011) beschreiben Life-logging als “the continuous capture of personal data: such as photos from one's field-of-view, location, audio, biometric signals and others, with the aim of supporting the later recall and reflection over one's life events and experiences”. Da Smartphones heutzutage sehr weit verbreitet sind, ist „mobile data logging“ (Boase und Ling 2013) heute eine bedeutende Form des „life-logging“. Dabei zeichnet das Smartphone im Hintergrund Nutzungs- und Sensordaten auf. Die so gesammelten Daten können sowohl direkt analysiert, als auch als Erinnerungsstütze für spätere Interviews verwendet werden (Scott Carter und Mankoff 2005). Es gibt bereits Ansätze, die mobile data logging mit ereignisbedingten Fragebögen und Tagebuchstudien verbinden. Froehlich et al. (2007) entwickelten z.B. ein System, bei dem Sensor- und Nutzungsdaten von Handys aufgezeichnet und bestimmte vordefinierte Ereignisse basierend auf Sensordaten automatisch erkannt werden. So werden dann ereignisbedingte Umfragen durchgeführt. Momento (S Carter, Mankoff, und Heer 2007) bietet ähnliche Möglichkeiten. Liu et al. (2010) halten diesen „Mixed Methods“-Ansatz für die beste Möglichkeit, um Informationen über Nutzer im Nutzungskontext zu sammeln. Diese integrierten Ansätze erlauben jedoch leider nur das Parametrisieren vorgefertigter Ereignisse bzw. die Definition von Ereignissen mittels einer Scriptsprache. In der folgenden Tabelle sind einige Beispiele für Ereignisse dargestellt, die für einen Usability-Forscher von Interesse sein können.

Ereignis	Benötigte Sensoren
Die Applikation wird am Arbeitsplatz verwendet.	GPS, Aktuell verwendete Applikation
Nach Verwendung der Applikation wird im Browser eine Nachrichtenseite aufgerufen.	Aktuell verwendete Applikation, Browser-Informationen
Die Applikation wird morgens zwischen 7 und 9 Uhr verwendet.	Uhr, Aktuell verwendete Applikation
Die Applikation wird abends verwendet, während das Handy im WLAN angemeldet ist.	Wifi, Uhr, Aktuell verwendete Applikation

Tabelle 1: Beispiele für Ereignisse

Da Usability-Forscher nicht notwendigerweise Programmierkenntnisse besitzen und auch nicht unbedingt an den, bereits durch ein Framework vorgefertigten, Ereignissen interessiert sind, sind ereignisbedingte Studien oftmals nicht möglich.

4 Flexible, automatische Ereigniserkennung mittels Complex Event Processing

Die automatische Erkennung von Ereignissen basierend auf Sensordaten ist vor allem dann eine Herausforderung, wenn die Usability-Forscher selber die Ereignisse definieren können sollen ohne dabei Programmieren zu müssen. Zunächst muss das System flexibel genug sein um möglichst viele verschiedene Ereignisse von hoher Komplexität erkennen zu können. Gleichzeitig muss es den Forschern aber erlauben, selbstständig die für sie interessanten Ereignisse zu definieren. Dazu haben wir Complex Event Processing (CEP) als Technologie zur Erkennung der Ereignisse eingesetzt. Luckham (2002) definiert CEP als: “a set of techniques and tools to help us understand and control event-driven information systems”. Er definiert weiterhin ein komplexes Ereignis als solches, das nur eintreten kann, wenn andere Ereignisse vorher eingetreten sind.

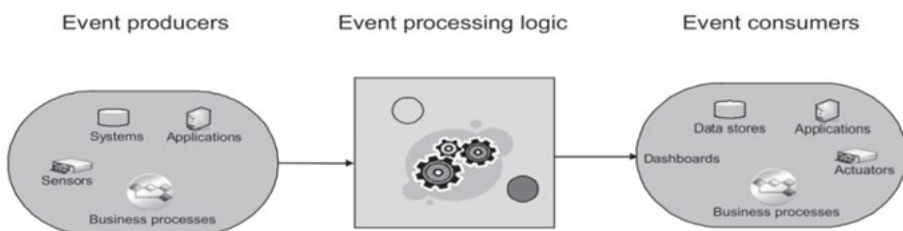


Abbildung 1: Architektur von CEP-Systemen

In CEP-Systemen – oft CEP-Engines (CEPE) genannt - können Ereignisse von drei verschiedenen Arten von Ereignisquellen stammen: Sensoren, andere IT-Systeme und der CEPE selbst. Die Ereignisverarbeitungslogik der CEPE ist dazu in der Lage, Muster in einem Strom von Ereignissen zu erkennen und auf das Auftreten dieser Muster zu reagieren. Diese Ereignis-Muster sind in einer sogenannten „Event Pattern Language“ (EPL) definiert. Basierend auf solchen Mustern werden Regeln definiert, die Muster mit einer oder mehreren Aktionen verbinden, die beim Auftreten der Muster ausgeführt werden sollen. Im hier beschriebenen Anwendungsfall handelt es sich bei der Aktion immer um den Aufruf eines Fragebogens. CEPEs erlauben es, diese Regeln zur Laufzeit zu erstellen, zu löschen und zu editieren. Dies erlaubt es in konkreten Anwendungsfall, Studien während ihrer Durchführung abzuändern, ohne die Applikation neu ausrollen zu müssen. Da Ereignisse in CEPEs der zentrale Betrachtungsgegenstand sind, sind CEPEs für ereignisbedingte Studien besonders gut geeignet.

Aufbauend auf dem PartS-Framework (Ludwig und Scholl 2014) haben wir eine Architektur entwickelt, die es erlaubt, mit Hilfe von CEP ereignisbedingte Fragebogenstudien durchzuführen. PartS besteht aus einem Web-Frontend und einer Android-Applikation. Forscher

können im Web-Frontend Fragebögen anlegen und verwalten. Teilnehmer einer Studie installieren die PartS Android-App. Diese erfasst eine Vielzahl von Sensor- und Nutzungsdaten und lädt diese auf den Webserver hoch. Außerdem kann die Applikation Umfragen anzeigen. Zur Durchführung von ereignisbedingten Fragebogenstudien haben wir das Framework um einige Komponenten ergänzt (siehe Abbildung 2).

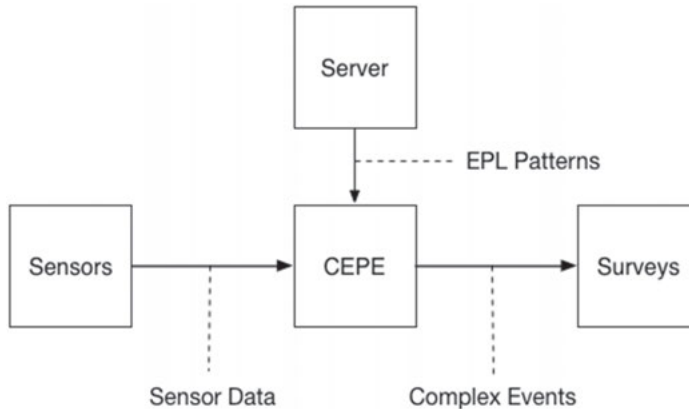


Abbildung 2: Architektur zur Definition und Erkennung von Ereignissen in PartS

Die Server-Komponente von PartS wurde um einen Editor zur Erstellung von Ereignismustern erweitert und die Android-App um die Esper CEPE (EsperTech Inc. 2014). Die Ereignismuster werden durch die Usability-Forscher mittels eines web-basierten Editors am Server erstellt. Danach werden die Android Apps mittels Google Cloud Messaging (u.a. in Android integrierter Kommunikationsdienst) über das neue Ereignismuster informiert und laden es über eine REST-Schnittstelle herunter. Die Ereignisse enthalten auch einen Verweis auf die Umfrage, die durch dieses Ereignis gestartet werden soll. Es werden Sensordaten wie GPS, Beschleunigung und WLAN, aber auch Nutzungsdaten wie die aktuell verwendete Applikation, Browserdaten oder abgespeicherte Medien erfasst und in die CEPE eingespeist. Findet die CEPE eine Menge von Ereignissen, die auf ein vorgegebenes Ereignismuster passen, so wird die zugehörige Umfrage aufgerufen.

5 Ereignismuster-Editor

Der grafische Editor für Ereignismuster (Abbildung 3) erlaubt es Usability-Forschern, die Ereignismuster zu erstellen, die für sie interessante Situationen beschreiben. Im Folgenden beschreiben wir die Funktion des Editors anhand des in Abbildung 3 gezeigten Beispiels. Zunächst wird jedem Muster ein Name gegeben (1). Danach wird aus der verfügbaren Sensor-Liste (2) ein Sensor auf die Bearbeitungsfläche (3) gezogen. Die Liste der Sensoren ist im hier gezeigten Screenshot noch auf vier beschränkt, wird aber in Zukunft noch auf weitere

Nutzungs- und Sensordaten ausgeweitet. Ereignisse können mit „und“, „oder“ und „gefolgt von“ Verbindungen verknüpft werden.

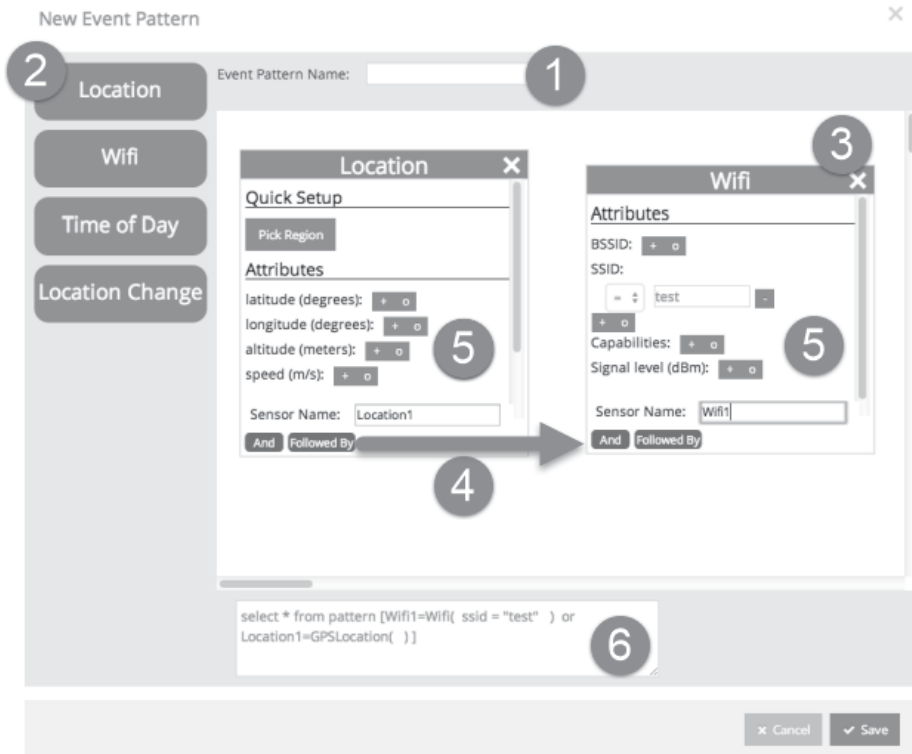


Abbildung 3: Der Ereignis-Editor

Die standardmäßige Verknüpfung ist „oder“ und entsteht automatisch, wenn man mehrere Sensoren auf die Arbeitsfläche zieht. Ist eine andere Verknüpfung erwünscht, so besteht die Möglichkeit eine Verknüpfungslinie zwischen zwei Ereignissen (4) zu ziehen. Am unteren Rand des Editors wird der generierte EPL-Code angezeigt (6). EPL-Code und Editor sind synchronisiert: Eine Änderung am Code spiegelt sich automatisch im Editor wieder und anders herum.

6 Diskussion und Ausblick

Für Usability-Forscher, die sich für den Einsatz von Applikationen im Anwendungskontext interessieren ist es schwierig, den Probanden Fragebögen mit den richtigen Fragen zum richtigen Zeitpunkt zu präsentieren. Mittels des von uns vorgestellten Frameworks kann dieses Problem adressiert werden. Forscher können die für sie interessanten Situationen mittels des Ereignis-Editors beschreiben und die von uns entwickelte Android-App erkennt diese Ereig-

nisse mit Hilfe von CEP. Zu bemerken ist, dass Forscher durch das Abgreifen der Sensordaten gegebenenfalls Einblicke in die Privatsphäre der Teilnehmer bekommen. Wie diese Problematik adressiert werden kann, wurde bereits in (Ludwig und Scholl 2014) detailliert beschrieben. Teilnehmer sollten im Sinne des Participatory Sensing aktiv in den Forschungsprozess eingebunden sein und stets Kontrolle über ihre Daten behalten.

In Zukunft planen wir die Integration weiterer Sensoren und Nutzungsdaten in den Editor und die Android-App. Es existieren bereits mehr als 20 verschiedene Datenquellen in der Android-App, die wir in Zukunft noch weiter ausbauen möchten. Dabei ist auch die Anbindung von Social-Media Daten geplant. Weiterhin planen wir den Test des Frameworks sowie die Evaluationen von App und Frontend im realen Anwendungskontext im Rahmen einer ersten Usability-Studie.

Wir glauben prinzipiell, einen Demonstrator eines gerade für den Mittelstand gut geeigneten Werkzeuges geschaffen zu haben. Dies begründet sich einerseits durch die niederkomplexe Benutzerführung sowie die geringen nötigen Investitionskosten, andererseits aber auch die Positionierung des Systems zwischen datengetriebenem Logging und „weichen“ Möglichkeiten zur Nutzerbefragung. Eine solche Positionierung kann mit klassischen ingenieurwissenschaftlich motivierten Denk- und Prozessmodellen möglicherweise kompatibler sein als beispielsweise völlig offene partizipative Usability-Methoden. Auf dem Workshop *Usability für die betriebliche Praxis* auf der MuC 2015 möchten wir das System unter diesen und artverwandten Gesichtspunkten mit Experten aus den Bereichen Usability und User Experience kritisch diskutieren.

Literaturverzeichnis

- Boase, Jeffrey, und Rich Ling. 2013. „Measuring Mobile Phone Use: Self-Report Versus Log Data.“ *Journal of Computer Mediated Communication* 18 (4): 508–519. doi:10.1111/jcc4.12021.
- Bolger, Niall, Angelina Davis, und Eshkol Rafaeli. 2003. „Diary methods: capturing life as it is lived.“ *Annual review of psychology* 54 (Januar): 579–616. doi:10.1146/annurev.psych.54.101601.145030. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12499517>.
- Carter, S, J Mankoff, und J Heer. 2007. „Momento: support for situated ubicomp experimentation.“ In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 125–134. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1240644>.
- Carter, Scott, und Jennifer Mankoff. 2005. „When Participants Do the Capturing : The Role of Media in Diary Studies When Participants Do the Capturing : The Role of Media in Diary Studies.“ In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 899–908.
- Christensen, P., M. R. Mikkelsen, T. A. S. Nielsen, und H. Harder. 2011. „Children, Mobility, and Space: Using GPS and Mobile Phone Technologies in Ethnographic Research.“ *Journal of Mixed Methods Research* 5 (3) (April 19): 227–246. doi:10.1177/1558689811406121. <http://mmr.sagepub.com/content/early/2011/04/19/1558689811406121.abstract>.
- Draxler, S, O. Stickel, O, D. Winter, und G. Stevens. 2014. „Nutzerintegration in Softwareprojekte durch Multi-Channel Feedback.“ In *Mensch und Computer 2014 Tagungsband*.
- EsperTech Inc. 2014. „Esper: Event Processing for Java.“ <http://www.espertech.com/products/esper.php>.

- Froehlich, Jon, Mike Y. Chen, Sunny Consolvo, Beverly Harrison, and James A. Landay. 2007. „MyExperience.“ In Proceedings of the 5th international conference on Mobile systems, applications and services - MobiSys '07, 57. New York, New York, USA: ACM Press. doi:10.1145/1247660.1247670. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1247660.1247670>.
- Gosling, Samuel D., Simine Vazire, Sanjay Srivastava, and Oliver P. John. 2015. „Should We Trust Web-Based Studies? A Comparative Analysis of Six Preconceptions About Internet Questionnaires.“ Zugegriffen Juni 3. http://www.gruberpeplab.com/teaching/psych231_fall2013/documents/231_Gosling2004.pdf.
- Kiesler, Sara, and Lee S. Sproull. 1986. „Response Effects in the Electronic Survey.“ *Public Opinion Quarterly* 50 (3) (Januar 1): 402. doi:10.1086/268992. <http://poq.oxfordjournals.org/content/50/3/402.short>.
- Liu, Ning, Ying Liu, and Xia Wang. 2010. „Data logging plus e-diary.“ In Proceedings of the 12th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services - MobileHCI '10, 287. New York, New York, USA: ACM Press. doi:10.1145/1851600.1851650. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1851600.1851650>.
- Luckham, DC. 2002. *The power of events*. Addison-Wesley. <https://sisis.rz.htw-berlin.de/inh2010/12375999.pdf>.
- Ludwig, Thomas, and Simon Scholl. 2014. „Participatory Sensing im Rahmen empirischer Forschung.“ In *Mensch und Computer 2014 Tagungsband*.
- Wheeler, Ladd, and Harry T. Reis. 1991. „Self-Recording of Everyday Life Events : Origins , Types , and Uses.“ *Journal of Personality* 59 (September 1991) (September): 339–354. doi:10.1111/j.1467-6494.1991.tb00252.x. <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1467-6494.1991.tb00252.x>.

Autoren

A

Achner, Josy	125
Albers, Alexander A.	171
Altmüller, Tobias	475
Altmann, Josef	283
Amacher, Martin	245
Aschbacher, Helmut	225
Augstein, Mirjam	283
Avila, Mauro	379

B

Bölke, Anett	595
Börger, Wolfgang	621
Böspflug, Böspflug	51
Backhaus, Nils	149
Beckmann, Nils	589
Behrendt, Sebastian	233
Beksa, Jarosław	423
Bengler, Klaus	475
Berndt, Axel	325
Beun, Robbert Jan	291
Bischof, Kathrin	61
Bischof, Michael	467
Boll, Susanne	695
Bons, Julia	577, 611
Brandenburg, Stefan	679, 685
Brandl, Peter	225
Bretz, Lukas	171
Brock, Anke	379
Bryl, Beatrice	125
Buimer, Hendrik P.	383
Bullinger, Angelika C.	165

Bumiller, Gerd	11
Burjan, Valentina	551
Burmester, Michael	679

D

Döbelt, Susen	679
Döring, Tanja	559
d'Antonio, Giacomo	209
Dannehl, Susanne	93
Dax, Julian	713
Denger, Andrea	155, 181
Denzinger, Jochen	679
Detjen, Henrik	11
Di Francescomarino, Chiara	239
Diefenbach, Sarah	147
Dogangün, Aysegül	577, 589
Doppler, Jakob	605
Doria, Laura	93
Dragoni, Mauro	239
Dumitrescu, Roman	171

E

Ebner, Thomas	217
Eimler, Sabrina C.	533
Erbach, Rainer	491
Ey, Ludger	467

F

Fürntratt, Hermann	197
Fachbach, Bernd	261
Fecke, Annika	419
Fizek, Sonia	423

Frank, Barbara 61
 Freydank, Erik 125
 Fritz, Johannes 155
 Fuhrmann, Ferdinand 197

G

Gadanji, Daniela 181
 Gaulke, Werner 359
 Geelhaar, Jens 567
 Geisler, Stefan 3, 11, 463, 533
 Gerstmann, Jonas 117
 Ghidini, Chiara 239
 Gieselmann, Annika 133
 Gottschalk, Marion 583
 Gräfe, Britta 695
 Grewe, Torsten 109
 Griffioen-Both, Fiemke 291
 Groenda, Henning 411
 Grohnert, Anne 595
 Gursch, Heimo 255

H

Hänßgen, Daniel 405
 Häusler, Benny 595
 Hösch, Sabine 225
 Hadjakos, Aristotelis 325
 Halady, Prashanth 491
 Haugen, Joakim 291
 Heckmann, Dominikus 305
 Heininger, Richard 239
 Herbst, Beate 269
 Herczeg, Michael 3, 543
 Herder, Eelco 305
 Herrmann, Katja 359, 577, 589
 Hesse, Stefan 125
 Heutelbeck, Dominic 657
 Heuten, Wilko 695
 Holstein, Tobias 483
 Husinsky, Matthias 339

I

Ihemedu-Steinke, Quinate Chioma ... 491

Irmscher, Boris 595
 Ivanova, Ekaterina 125

J

Jöbges, Michael 125
 Jahn, Georg 543
 Jahr, Heiko 245
 Jakobi, Timo 701
 Jankowski, Natalie 117
 Jeleniowski, Sabine 419
 John, Michael 595
 Joisten, Martina 379, 419
 Joost, Gesche 101
 Judmaier, Peter 605
 Jung, Jessica 137

K

Kötteritzsch, Anna 577
 Kaiser, Christian 155, 269
 Kannengiesser, Udo 239
 Kaplan, Benjamin 475
 Karl, Inga 29, 69, 79
 Keferböck, Franz 525
 Kern, Daniel 283, 297
 Kern, Roman 255
 Kettner, Franziska 359
 Kinkel, Steffen 233
 Kittl, Christian 155, 217
 Klemke, Jasmin 125
 Kliem, Andreas 595
 Kloppenborg, Katharina 589
 Kluge, Annette 61
 Knichel, Benjamin 345
 Koch, Michael 233
 Kock, Gerd 595
 Kohler, Kirstin 551
 Korbas, Sebastian 367
 Kotthaus, Christoph 19
 Krüger, Jörg 125, 141, 145
 Kraft, Marc 93
 Krchnavi, Jaren 245
 Kreutel, Jörn 189
 Kuck, Alexander 467

Kunzmann, Christine	233
Kurschl, Werner	283

L

Lamche, Béatrice	313
Lechner, Patrik	339
Lichtner, Ralph	233
Lo Iacono, Luigi	617, 621
Loch, Frieder	189, 203
Lohmann, Britta	145
Lorenz, Katharina	101
Lorenzo, Rubén André	245
Lorz, Franziska	559
Ludwig, Thomas	3, 19, 713
Luiz, Thomas	137
Lutz, Otto Hans-Martin	141

M

März, Paul	611
Müller, Johannes	245
Müller, Patrick	209
Müssig, Karsten	305
Maier, Janosch	299
Malaka, Rainer	559
Maritsch, Martin	217
Marsden, Nicola	145
Megges, Herlind	109
Meixner, Gerrit	145, 491
Mentler, Tilo	3
Meurer, Johanna	701
Minge, Michael	85
Moser, Christina	245

N

Naujoks, Frederik	517
Nestler, Simon	3, 29, 69
Neubauer, Matthias	239
Neukum, Alexandra	517
Neumayr, Thomas	283
Niesenhaus, Jörg	353
Niess, Jasmin	147

O

Ogonowski, Corinna	701
Orlowski, Daniel	45

P

Peters, Oliver	109
Pflegerl, Johannes	605
Pfleging, Bastian	463
Pichler, Benjamin	509
Piesk, Jens	595
Pipek, Volkmar	3
Pirker, Markus	181
Polak, Marco	595
Pollmann, Kathrin	433, 445
Pollmanns, Peter	189
Purucker, Christian	517

Q

Quint, Fabian	189, 203

R

Rössler, Stefan	181
Rahier, Michael	467
Rahner, Stefan	695
Reckin, Ronny	685
Reinheimer, Benjamin	647
Reuter, Christian	3, 37
Richter, Alexander	155, 233
Riener, Andreas	463, 509, 525
Ritz, Thomas	467
Rokicki, Markus	305
Rosenberger, Manfred	181
Rother, Kristian	29, 69, 79
Rottermann, Gernot	605

S

Sauer, Hanno	589
Sautter, Johannes	3, 45, 51
Schauer, Michael	125
Schauerte, Boris	399
Schemmann, Brita	233
Schering, Sandra	353

Schildt, Janko	305
Schlenker, Reiner	209
Schmidt, Andreas	233
Schmidt, Henning	125, 141
Schmidt, Ralf	353, 679
Schmitt, Hartmut	617
Schneider, Friederike	51
Schneider, Horst	551
Scholl, Simon	713
Schrader, Mareike	125
Schwahlen, Daniel	611
Seifermann, Stephan	411
Sello, Jacob T.	331
Sirim, Demet	491
Sommer, Sabine	605
Spitzer, Michael	261
Stade, Melanie J. C.	685
Stahl, Jacob	543
Stefan, Wolter	463
Steinbach, Silke	137
Stevens, Gunnar	679, 701
Stickel, Oliver	713
Stiefelwagen, Rainer	399
Stocker, Alexander	155, 181
Stockhardt, Simon	647

T

Teltenkötter, Klaus	345
Thüring, Manfred	85
Timmermanns, Simon	695
Torchalla, Morten	245
Torschmied, Axel	501
Trappe, Christoph	695
Trauzettel, Franziska	85
Trump, Sebastian	317
Tschirner, Christian	171
Tuzar, Gert-Dieter	501

U

Uslar, Mathias	583

V

van der Geest, Thea M.	383
van Dongen, Sören	19
van Laack, Alexander	463, 501
Volkamer, Melanie	647
Volkmer, Magnus	189
Vukelić, Mathias	433, 437

W

Wächter, Michael	165
Wörndl, Wolfgang	299, 313
Wörtwein, Torsten	399
Wagner, Sascha	657
Wahl, Michael	117
Waloschek, Simon	325
Walter, Nadine	475
Weibelzahl, Stephan	305
Weihermann-Kollar, Anita	245
Wernicke, Sarah	125
Weyers, Benjamin	61, 577
Wietzke, Joachim	483
Wifling, Martin	155
Winkler, Thomas	543
Wittkugel, Jorinde	149
Wohlgemuth, Sven	667
Woletz, Julie	379, 423
Wolff, Dietmar	695
Wolkenstein, Andreas	453
Wollmann, Thomas	145

Z

Zach, Jelena	101
Zeng, Limin	379, 391
Ziak, Hermann	255
Zippel-Schultz, Bettina	137
Zoier, Markus	261