

Rainer Groh, Thomas Gründer, Mandy Keck

Metaphernproduktion für Begreifbare Benutzerschnittstellen

Production of Metaphors for Graspable User Interfaces

Metaphern_Begreifbare Interaktion_Design-Methoden und -Entwicklung

Zusammenfassung. In der Mensch-Computer-Interaktion werden konkrete Bilder oder Gestaltstrukturen ausgewählt, um sie als Metaphern auf abstrakte Funktionen und Operationen eines technischen Systems zu übertragen. In diesem Aufsatz wird eine Methode vorgestellt, mit welcher die Metapher im Sinne der Gestaltung von Begreifbaren Benutzerschnittstellen produziert wird. Durch die Interaktion mit alltäglichen Stoffen und Strukturen werden neue Metaphern gefunden und erforscht. Die vorgestellte Methode wird mit Beispielen der studentischen Feldforschung illustriert.

Summary. The designers of human-computer interfaces use metaphors to transfer functions and operations of a known concept onto a new, abstract function in a technical system. After defining the concept of metaphor, we derive a method to find and explore new ones. The focus of the essay is on designing graspable user interfaces. While most of the literature takes a repertoire of metaphors for granted, we utilize materials and substances from daily life to investigate how to interact with them. This method is illustrated by examples of student-based research.

1. Einleitung

Als »Desktop-Metapher« wird folgender Sachverhalt bezeichnet: Ein komplexes (nichtbegreifbares, gestaltloses) kommunikationstechnisches System wird von einem erlernbaren oder bekannten Bild (einer Zeichenstruktur) umhüllt. Das Bild (nun als Metapher zu verstehen) wird auf die Technik übertragen; es wird ihr zugeordnet. Der Nutzer interagiert mit diesem Bild, das wiederum in regelhafter, jedoch in einer dem Nutzer verborgenen Weise mit dem technischen System verknüpft ist. Der Nutzer kommuniziert durch das Bild »hindurch« mit der Technik und diese Technik zeigt sich in der Gestalt dieses Bildes. Die digitale Interaktions-Technik beruht auf Datenstrukturen und abstrakten Operationen. Diese sind nicht nur komplex und grundsätzlich gestaltlos, sondern auch über die Zeit veränderlich. Das Bild, das als Metapher (zum Beispiel: »Baum«, »Netz«, »Pfad«, »Ebenen«) digitalen Prozessen zugeordnet wird, beruht auf keinerlei Ähnlichkeit mit der zu visualisierenden Sache

und es eröffnet die Möglichkeit der Veränderbarkeit und letztlich der Interaktion.

Während man beim »klassischen« Gestaltfindungsprozess das Bild aus den technischen Gegebenheiten ableiten kann (Form follows function), fällt die Metapher prinzipiell »vom Himmel«. Erste Fragen stellen sich: Gibt es eine Methode bei der Wahl und Anpassung einer Metapher? Gibt es geeignete und ungeeignete Metaphern? Fokussieren lassen sich diese Fragen auf Begreifbare Interaktionsformen: Sobald das Bild (die Metapher) nicht nur »gelesen« wird, sobald also das Bild geradezu plastisch in die Hände genommen wird, stellt sich die Frage nach der Reaktivität dieses Bildes. Ganz einfach gefragt: gibt es »handgerechte« Metaphern? Im Folgenden werden Antworten auf diese Fragen unter Verwendung von Forschungs- und Lehrergebnissen skizziert. Die Darlegungen sind didaktisch motiviert.

2. Die Metapher

Die Metapher ist ein Begriff der Linguistik. Etymologisch ist das Wort Metapher auf

»das Übertragene« rückführbar. Es wird die bildhafte Bedeutung eines Wortes (einer Wendung) auf eine andere Bedeutung übertragen. Wenn zwar zahlreiche Metaphern auf vorgestellten Bildern beruhen, so stehen die konkreten Bildstrukturen, ihre Details oder ihre Gestaltungsprozesse nie im Mittelpunkt einer sprach-theoretischen Analyse. Für eine gestaltungsbezogene Bildanalyse reichen die klassischen Zeichenkategorien Ikon, Index und Symbol grundsätzlich aus. Das Piktogramm »Papierkorb« als Teil des Desktop wirkt schlicht als Indiz (als kausal begründetes Anzeichen für einen Vorgang). Und von diesem Punkt aus können ganz praktische Schlussfolgerungen gezogen werden, wie diese Anzeichenfunktion durch bestimmte Details zu optimieren sei. Ein eigentlicher metaphorischer Zusammenhang besteht hingegen, wenn jemand sagt: »Ich habe für den Papierkorb geforscht«. Der gesamte »Desktop« (als komplexes Piktogrammsystem) hingegen besitzt Ähnlichkeit mit einem Schreibtisch. Der Bildschirm verweist auf sein Vorbild; er besitzt im semiotischen Sinne also ikonische Eigenschaften!

Unabhängig von diesen Einwänden wird im IT-Umfeld ganz selbstverständlich von Metaphern gesprochen. (Lackoff und Johnson 1980) sehen die gegenwärtige Nutzung des Metaphern-Begriffes in der »domänenüberschreitenden Übertragung von Wissen«. Bei der Übertragung werden Eigenschaften der Quelldomäne (bekanntes Wissen) auf die Zieldomäne (unbekannte Situation oder gestaltlose Daten) transferiert. (Lackoff und Johnson 1980) bringen einen weiteren wichtigen Begriff in die Analyse von Metaphern ein – die Übertragungsmerkmale (»metaphorical entailments«). Sie beschreiben die Eigenschaften und Funktionen der Quelldomäne, die auf die Zieldomäne übertragen werden. Prinzipiell kann jeder Aspekt der Quelldomäne auf die Zieldomäne übersetzt werden. Normalerweise werden aber nur Teile der Quelldomäne übergeben. Es entstehen Übereinstimmungen aber eben auch Nichtübereinstimmungen in den Eigenschaften der Quell- und Zieldomäne.

In der Mensch-Computer-Interaktion wird die Metapher genutzt, um die abstrakten und gestaltlosen Operationen und Funktionen des Computers über eine Repräsentation eines bekannten Sachverhaltes verständlich zu machen. Die Autoren begreifen die Metapher vor allem im gestalterischen Sinne und unterscheiden von der Metapher das Motiv:

„Der Einsatz von Motiven und Metaphern ist Teil des gestalterischen Methodenrepertoires. Das Motiv wird vom Gestalter in der zu gestaltenden und zu optimierenden Struktur als übergreifender Ordnungsansatz erkannt und ihr unmittelbar aufgeprägt. Es ist per Ähnlichkeit mit ihr verbunden. Die Metapher wird aus einem bestehenden und bekannten Repertoire ausgewählt und der zu gestaltenden Struktur zugewiesen. Sie ist per Zuordnung mit ihr verbunden“

(Groh 2005, S. 78). Es wird klar, dass ein gestaltoffenes und abstraktes virtuelles System in der Mensch-Maschine-Kommunikation metaphorisch übersetzt werden muss und man sich dabei des vorhandenen Bilderwissens der Menschen bedient.

Es gibt verschiedene Abstraktionsebenen in der Mensch-Computer-Schnittstelle auf welcher Metaphern wirken kön-

nen. (Hutchins 1989) klassifiziert daher die Metapher in drei verschiedene Abstraktionsgrade: Die »Aktivitätsmetapher« bildet die höchsten Ziele in der Interaktion mit dem Computer ab. Hierunter fallen komplexe Aufgaben wie ein Kommunikationssystem oder Computerspiel, Die »Metapher des Interaktionsmodus« organisiert die Art und Weise der Interaktion mit dem Computer und ist aufgabenunabhängig. »Aufgabenbezogene Metaphern« strukturieren die Arbeitsbereiche und bieten ein tieferes Verständnis für die Aufgaben.

(Marcus 1994) unterteilt dagegen Metaphern in »Organisationsmetaphern« (Strukturen, Klassen, Objekte, Attribute), welche den Nomen der visuell-verbalen Kommunikation entsprechen (z.B. Tisch, Dokument, Baum) und »Operativmetaphern« (Prozesse, Aktionen, Algorithmen), die den Verben in der Kommunikation gegenüberstehen (z.B. bewegen, auswählen, erstellen, löschen).

Die Autoren beschäftigen sich hauptsächlich mit den Operativmetaphern. Hier entwickelt sich die Metapher vom Bild und Display hin zu den Begreifbaren Interaktionen!

3. Entwicklung von Metaphern

(Neale und Carroll 1997) brechen die Übertragung von Metaphern auf die Benutzerschnittstelle auf 5 Schritte herunter:

1. Ermittle die Systemfunktionalitäten (das »Was?«)
2. Finde oder generiere mögliche Metaphern (das »Wie?«)
3. Identifiziere Übertragungsmerkmale
4. Erkenne Nicht-Übereinstimmungen von System und Metapher (Verbindung von »Was?« und »Wie?«)
5. Bewältige die Nicht-Übereinstimmungen durch Iteration von 2-5.

Der Designer entwickelt dabei ein eigenes mentales und konzeptionelles Modell des Systems und seiner Eigenschaften. Dieses bildet er mit einer passenden Metapher auf die Benutzerschnittstelle ab. Darauf folgend erarbeitet sich der Nutzer aus dem Systembild ein eigenes Mentales Modell durch die Interaktion mit dem System. Er versucht sich die Funktionen aufgabenorientiert zu erarbeiten. Hier kann es zu Treffern, also richtig erkannten Übertragungseigenschaften der Metapher oder auch zu Fehlern bei der Interpretation, sowie Nichtübereinstimmungen der Schnittstelle und deren Metapher kommen. Weitere Probleme sind die Grenzen und die Skalierbarkeit von Metaphern (Hudson 1998). Gelten Metaphern nur für bestimmte Aufgaben (3. Abstraktionsebene nach Hutchins 1989) und werden nicht auf die Systemebene erhoben, so sind diese nicht auf komplexere Aufgaben anwendbar. Weiterhin ist es eine Herausforderung bei der Übertragung von Metaphern diese nicht buchstäblich zu übersetzen. Man denke an ein Terminkalender, der direkt in ein

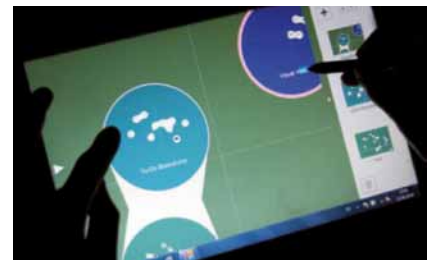
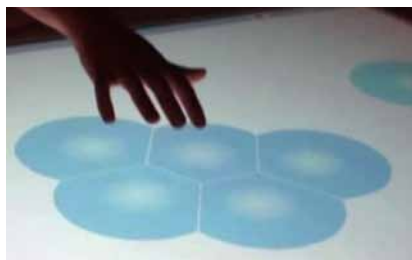


Bild 1: Experiment mit fluiden Substanzen in der Fläche und Prototyp »Braindump« (Brade et al. 2011b) (oben), Experiment mit Textilien im Raum und Prototyp »Depth Touch« (Peschke et al. 2012) (unten)

virtuelles Abbild übernommen wird, ohne Rücksicht auf Platz und Funktion im Virtuellen. (Hudson 2003) schlägt daher vor, die Metapher vorrangig strukturell einzusetzen und nicht zu wortwörtlich zu übertragen, damit sie skalierbar bleibt und die Schnittstelle vereinheitlicht und vereinfacht.

Mit den vorgestellten Handlungsanweisungen werden zwar Techniken an die Hand gegeben, um übertragende Metaphern zu bewerten und vorhandene Metaphern weiter zu entwickeln. Wenn es jedoch um die eigentliche Produktion von neuen Metaphern, als Handwerk des User-Interface-Designers geht, gibt es nur wenige Darlegungen in der Literatur. Speziell um WIMP-Interfaces, also Icons und Piktogramme zu abstrahieren, existieren verschiedene Arbeiten (vgl. Horton 1994, Alty et al. 2000), doch auch hier beschränken sich die Handlungsanweisungen darauf, ein vorhandenes Metaphernrepertoire zu nutzen und auf Tauglichkeit zu testen. In der Literatur zur Begreifbaren Interaktion sehen die Ansätze (Svanaes und Verplank 2000, Antle 2009) ähnlich aus. Um Metaphern zu entdecken und aufzubereiten, bedarf es einer neuen Methode, die in dieser Arbeit vorgestellt wird. Die vorab betriebene studentische Feldforschung wird ebenso dargestellt.

Im Rahmen von studentischen Workshops wurden reale Substanzen und Stoffe aus dem Alltag auf ihre Interaktionspotentiale und ihre Übertragbarkeit in die Mensch-Computer-Interaktion hin untersucht. Ziel war es, Inspirationen und Erfahrungen zur Gestaltung von Begreifbaren Benutzerschnittstellen zu sammeln. Die Systemfunktionalität wurde dabei vorgegeben, damit die Studenten sich auf den zweiten Schritt nach (Neale und Carroll 1997) konzentrieren konnten. In der ersten Experimentierreihe lag der Fokus auf flächigen Interaktionsformen. Hierbei wurden Eier, farbige Öle, Teig und Reis auf einem Tisch - dem sogenannten »Explore Table« (Brade et al. 2011a) - manipuliert und die Eindrücke und Erfahrungen im händischen Umgang mit diesen Substanzen dokumentiert. Diese Erfahrungen flossen in die Entwicklung von Prototypen ein, welche sich der Multitouch-Technologie bedienten. In Bild 1 (oben) ist exemplarisch ein Experiment mit liquiden Stoffen

und dem daraus resultierenden Prototypen dargestellt. In einer zweiten Experimentierreihe erfolgte die Loslösung von der Fläche um das Verhalten der Stoffe im Raum zu betrachten (»Explore Room«). Hier wurden wiederum verschiedene Substanzen, wie Textilien, Gummi und Fluide untersucht, um deren räumliche Affordanzen zu erkunden. Dabei entstand beispielsweise eine Anwendung, die elastischen Stoff direkt als Interface nutzt. Der resultierende »Depth Touch« (Peschke et al. 2012) ist ein Multitouch-Tisch mit elastischem Display, auf dem digitale Objekte durch die direkte (drückende und ziehende) Manipulation des Stoffes geordnet werden können (siehe Bild 1, unten). Die vorgestellte Experimentierreihe stellt ein methodisches Hilfsmittel dar, um das Verhalten von realen Stoffen sowie deren Angebotscharakter (Affordanz) abzuleiten und für das Interaktionsdesign nutzbar zu machen. Um daraus jedoch eine konkrete Interface-Metapher zu entwickeln, sind ganz im Sinne von (Neale und Carroll 1997) noch weitere Betrachtungen und Bearbeitungsschritte nötig.

4. Methode Metaphernproduktion

Informationen und Daten sind grundsätzlich gestaltlos. Das Ziel der hier vorgestellten Methode ist die Entwicklung von geeigneten Metaphern, die instruktive Gestaltmuster und Interaktionsangebote der Information »überstülpen«. Bei der Entwicklung von Benutzerschnittstellen ist es naheliegend, das Erfahrungswissen im Umgang mit Alltäglichem auch für die Gestaltung Begreifbarer Interaktion nutzbar zu machen. Demzufolge wird die vorgestellte Methode (siehe Bild 2) mit verschiedenen Experimenten unterlegt, die auf den Workshops »Explore Table« und »Explore Room« (vgl. Abschnitt 3) aufbauen.

Hierbei werden die Stoffe und Materialien und die zu gestaltenden, also die mit der Metapher zu umhüllenden Themenbereiche zunächst getrennt voneinander betrachtet und analysiert, mit dem Ziel eine möglichst allgemeingültige, erweiterbare Metapher zu entwickeln.

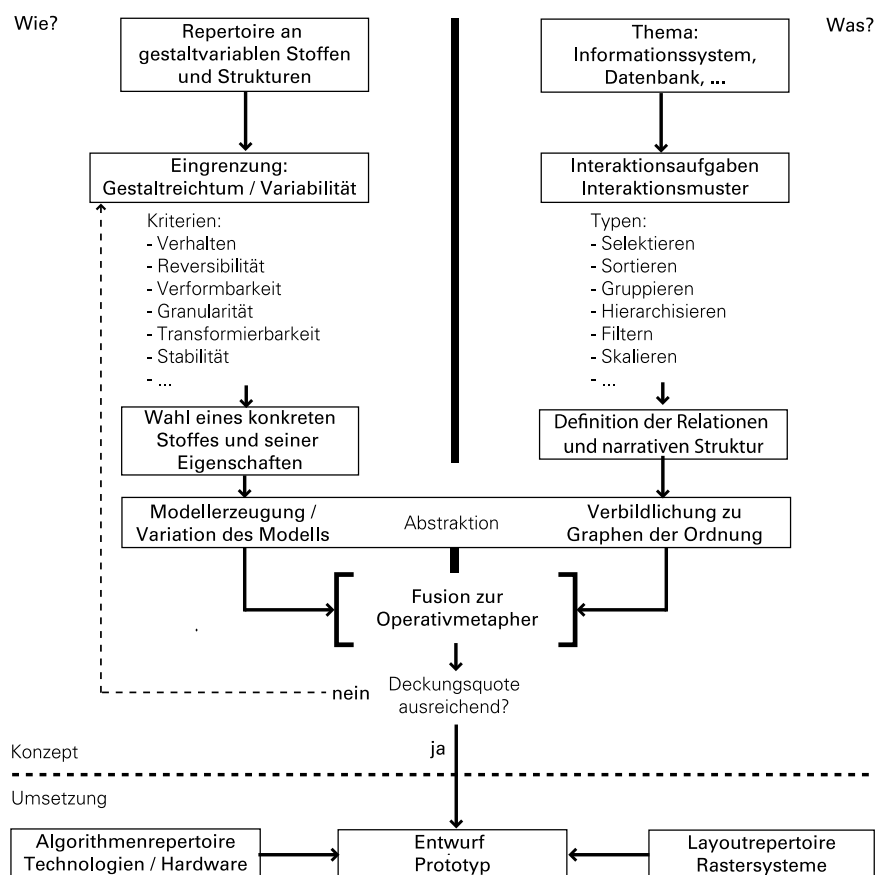


Bild 2: Methodischer Ansatz zur Metaphernproduktion für Begreifbare Benutzerschnittstellen

Das »Wie« (Funktionsweise und strukturelle Eigenschaften der Substanzen und Stoffe) trifft das »Was« (Daten und Strukturen). Im Vergleich zu den ersten beiden Designschritten von (Neale und Carroll 1997) wird die Analyse der zugrundeliegenden Daten getrennt zur Generierung der Metaphern betrieben. Daten (das »Was«) und (Stoff-)Bilder (das »Wie«) werden passfähig gemacht, bevor sie in einem Fusionsschritt aufeinandertreffen. Dies stellt eine wesentliche Bedingung dar, da nur so das Aufeinandertreffen von metaphorenträchtigem Bild und einem Thema »durchgespielt« werden kann und so der Blick nicht durch schnelle „kleine“ Lösungen verstellt wird. Im Schema wird dies durch die eingezeichnete schwarze Trennlinie verdeutlicht. Dadurch wird die tiefgehende und unvoreingenommene Auseinandersetzung mit den zugrundeliegenden Datenstrukturen als auch mit den Eigenschaften der Stoffe und Substanzen gefördert, um ein möglichst großes Variantenreichtum zu erzeugen. Erst dann kann die Fusion zur Operativmetapher erfolgen. Auf beiden Seiten sollte im Ergebnis der vorangehenden Aufbereitung ein ähnlicher Abstraktionsgrad herrschen. In der Fusion werden die Daten und Strukturen mit dem ausgewählten Eigenschaftskomplex eines Stoffes bzw. einer Substanz kombiniert. Unter Umständen können Probleme bei der Fusion erneute klärende Arbeiten und Experimente erfordern. Denn die Fusion ist in der Regel kein einmaliger Akt, sie ist eher als pendelnde Annäherung an ein Optimum aufzufassen.

Das Modell (linke Seite) wird dabei weiter variiert und die Menge der Graphen der Ordnung (Ergebnis rechte Seite) verändert sich. Beide Seiten stehen in einem dialektischen Verhältnis. Der Prozess ist abgeschlossen, wenn die wesentlichen Graphen der Ordnung durch das Modell »gebunden« bzw. »abgebildet« werden. Ist die Deckungsquote nicht ausreichend, wird aus dem Repertoire an Stoffen und Strukturen eine andere ausgewählt und die Schritte müssen erneut durchlaufen werden. Ist die Deckungsquote genügend, beginnt nun die Phase der Umsetzung und gestalterischen Verfeinerung.

Die Methode soll exemplarisch am Beispiel des Themas »Organisation von Arbeitsgruppen«

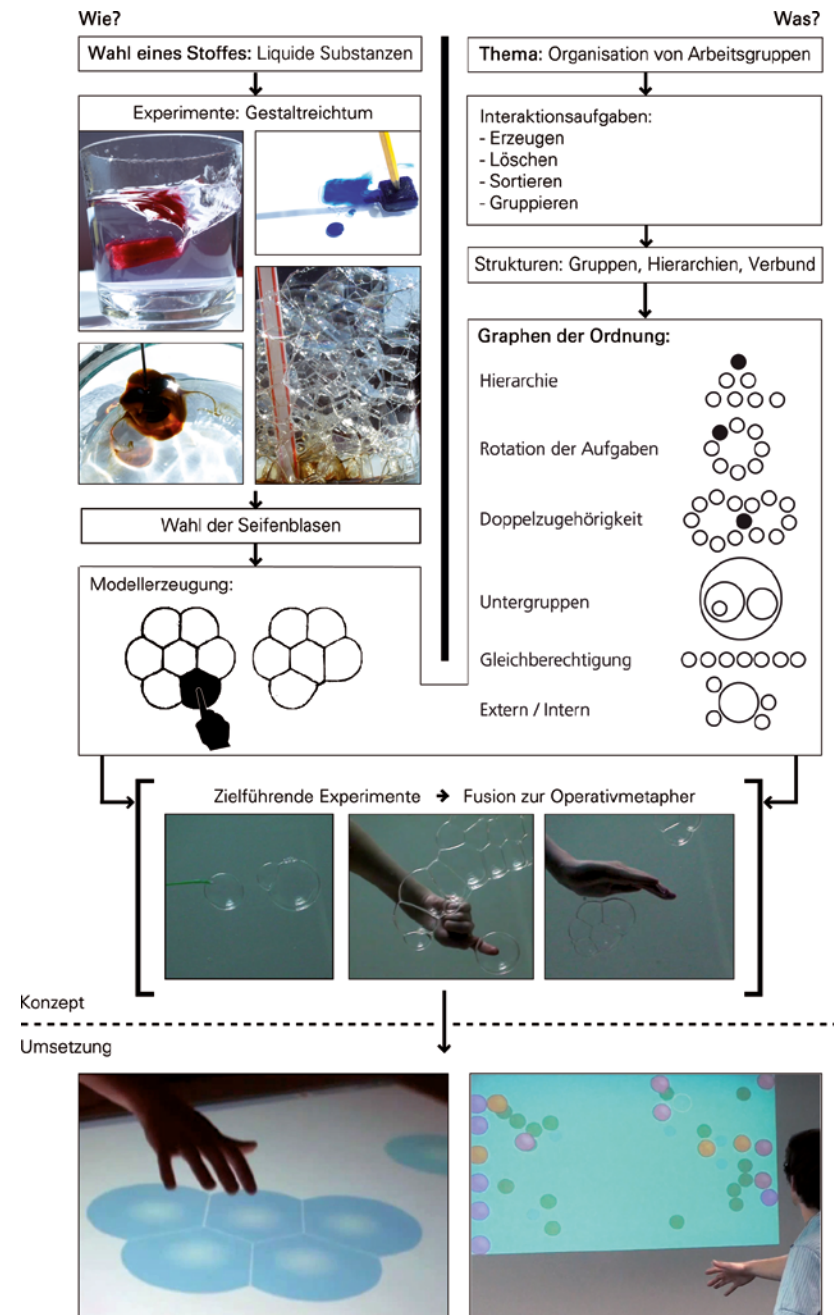


Bild 3: Metaphernproduktion an einem Beispiel

beitsgruppen« erläutert werden und ist in Bild 3 dargestellt. Auf der linken Seite des Schemas wird sich zunächst mit der Metapher auseinander gesetzt, ungeachtet der zugrundeliegenden Datenstruktur. Den Ausgangspunkt bilden Stoffe mit gestaltvariablem Charakter. In diesem Beispiel wurden fluide Stoffe betrachtet. Die Variabilität und der Gestaltreichtum der Stoffe werden anhand verschiedener Kriterien wie Verhaltensform, Verformbarkeit und Granularität analysiert und verglichen. Fluide können in verschiedenen

Formen auftreten: z.B. Wasser, Seife oder Gel. Sie können durch äußere Einwirkungen ihren Aggregatzustand ändern und somit unterschiedliche Stabilitäts- und Verformungseigenschaften annehmen. Sie lassen sich leicht mit anderen Stoffen vermischen, während sie im gefrorenen Zustand unflexibel sind und meist zusätzliche Werkzeuge zur Manipulation erforderlich sind. Mit flüssiger Seife – so stellte sich beispielsweise heraus – können interessante Komplexe aus Seifenblasen erzeugt werden. Nach der Wahl

der Ausprägung des Stoffes wird dieser genauer betrachtet und es wird ein Modell erzeugt, das verschiedene Sichtweisen und Zustände des Stoffes vereint. Auf der rechten Seite des Schemas in Bild 3 werden die zugrundeliegenden Datenstrukturen (das Thema) analysiert und die anzuwendenden Interaktionsaufgaben definiert. Sind die Interaktionsaufgaben aus dem Thema abgeleitet (im vorliegenden Beispiel »Erzeugen«, »Löschen«, »Sortieren« und »Gruppieren«), kann die Datenstruktur auf ihre relationalen und narrativen Elemente und Merkmale hin untersucht werden. Dies ist ein Prozess, in dem die verschiedenen Ordnungsmöglichkeiten innerhalb des Themas präzise erfasst werden müssen. In diesem Themenbereich ließen sich Strukturen wie Gruppen, Hierarchien und Verbünde feststellen. Daraus resultieren die Graphen der Ordnungen, welche durch die systematische Untersuchung der Struktur nach Verhältnissen, Proportionen, Anordnungen und typischen Relationen entstehen. Hier bieten sich abstrahierte Skizzen und Piktogramme an, um die Gesamtheit der Möglichkeiten darzustellen. Einige Beispiele sind dem Bild 3 zu entnehmen. Die Fusion zur Operativmetapher kann durch zielführende Experimente unterstützt werden, indem die Ergebnisse der rechten Seite in der Experimentalumgebung durchgespielt werden. Im letzten Schritt wird ein Prototyp entworfen, in welchem die abgeleiteten Eigenschaften algorithmisiert und einer Technologie unterworfen werden. In diesem Beispiel wurden zwei verschiedenen Technologien betrachtet und auf die Ergebnisse der Fusion angewendet. Für einen Prototyp wurde ein Multitouch-Gerät verwendet, das eine direkte Interaktion mit den virtuellen Objekten ermöglicht. Hierbei wurden die Anordnungen und Strukturen der Seifenblasen herausgegriffen und Interaktionsaufgaben wie das Berühren einer Blase abgebildet, um diese aus dem Verbund zu lösen und eine neue Anordnung zu erzielen. Ein zweiter Prototyp, der mittels Microsoft Kinect umgesetzt wurde, greift die Verdrängung der Blasen im Wasser auf. Durch indirekte Interaktion mit der Umgebung der Seifenblasen, können durch Gesten Interaktionsaufgaben wie gruppieren und sortieren ausgeführt werden.

5. Resümee

Aus den Darlegungen lassen sich die folgenden Schlussfolgerungen ziehen: Es zeigt sich einmal mehr, dass Gestaltung ein Abwägungsprozess zwischen »Form follows function« und »Function follows form« ist. Das zweite Credo war lange im Verruf – es wurde und wird ein formalistisches Vorgehen gewittert. Doch gerade wenn die experimentierende, Metaphern formende Hand für die »Überraschung des Auges« sorgt, kann Funktion auch entstehen (Groh 2011). Zu den Randbedingungen der akademischen angewandten Forschung ist zu bemerken, dass sie sich »zwischen« einer langsam voranschreitenden Grundlagenforschung (beispielsweise unter Nutzung kognitionspsychologischer Begleitforschung) und einer sich schnell entwickelnden technologischen Praxis abspielt. Die Schere öffnet sich. Flucht nach vorn ist die Konsequenz.

Dies heißt konkret: Interaktionsdesigner und -forscher brauchen

1. Labore für ergebnisoffene Experimente, um unmittelbare und sinnlich konkrete Erfahrungen sammeln zu können,
2. eine interdisziplinär nutzbare Fachsprache (Begriffssysteme), die sich im methodischen Vorgehen weiterentwickelt und
3. Mut für naive Fragestellungen, abseits der technologiegetriebenen Forschung.

Literatur

- Alty, J.L.; Knott, R.P.; Anderson, B.; Smyth, M.: A framework for engineering metaphor at the user interface. *Interacting with computers*, 13, 2000, S. 301-322.
- Antle, A. N.; Corness, G.; Bakker, S.; Droumeva, M.; van den Hoven, E.; Bevans, A.: Designing to support reasoned imagination through embodied metaphor. In *Proceedings of the seventh ACM conference on Creativity and cognition (C&C '09)*. ACM, New York, NY, USA, 2009, S. 275-284.
- Brade, M.; Kammer, D.; Keck, M.; Groh, R.: Immersive Data Grasping Using the eXplore Table, In: *Proceedings of the Fifth International Conference on Tangible, Embedded, Embodied Interaction*, Funchal - Portugal, 2011a (ISBN 978-1-4503-0628-7)
- Brade, M.; Heseler, J.; Groh, R.: An Interface for Visual Information-Gathering During Web

Browsing Sessions: BrainDump In: *Proceedings of the Fourth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions*, February 23-28, Le Gosier - France, 2011b, S. 112-119 (ISBN 978-1-61208-003-1)

Groh, R.: *Das Interaktions-Bild: Theorie und Methodik der Interfacegestaltung*, TUDpress - Verlag der Wissenschaften GmbH, Dresden, 2005 (ISBN 978-3938863053)

Groh, R.: Was sieht die Hand. In: Groh, R.; Zavesky, M. (Hrsg.): *Aktuelle Einblicke in die Technische Visualistik*. Dresden, TUDpress, 2011, S. 75 - 80 (ISBN 978-3-942710-39-8)

Horton, W.K.: *The icon book: Visual symbols for computer systems and documentation*. John Wiley & Sons, Inc., 1994

Hudson, W. *Metaphor in user interface design: a view from the trenches*. Erreichbar unter <http://www.syntagm.co.uk/design/articles/muid01.pdf>, 2003

Hutchins, E.: *Metaphors for interface design*. In M. M. Taylor, F. Neel and D.G. Bouwhuis (Eds.), *The structure of multimodal dialogue* (pp. 11-28). Amsterdam: Elsevier Science Publisher. 1989.

Lakoff, G.; Johnson, M.: *Metaphors We Live By*. University of Chicago Press, Chicago. 1980

Marcus, A. *Managing metaphors for advanced user interfaces*. In *Proceedings of the Workshop on Advanced Visual Interfaces: AVI'94* (pp. 12-18). New York: Association of Computing Machinery 1994.

Neale D. C.; Carroll, J. M.: *The Role of Metaphors in User Interface Design*. In: *Handbook of Human-Computer Interaction*, M. Helander, T.K. Landauer, P. Prabhu (eds.), 2. edition, 1997.

Peschke, J.; Göbel, F.; Gründer, T.; Mandy Keck; Kammer, D.; Groh, R.: *DepthTouch: An Elastic Surface for Tangible Computing*, AVI 2012 - *Advanced Visual Interfaces*, Capri Palace Hotel, Capri Island, Italy, 2012

Svanaes, D.; Verplank, W.: *In search of metaphors for tangible user interfaces*. In *Proceedings of DARE 2000 on Designing augmented reality environments (DARE '00)*. ACM, New York, NY, USA, 2000. S. 121-129

Danksagung:

Wir danken den Teilnehmern der Workshops »Explore Table« und »Explore Room«. Seitens Thomas Gründer und Mandy Keck wurden Teile dieser Arbeit von der Europäischen Union und dem Freistaat Sachsen aus Mitteln des Europäischen Sozialfonds (ESF) gefördert.



1



2



3

1 Prof. Dr.-Ing. habil. Rainer Groh lehrt Medien- und Interaktionsgestaltung im Studiengang Medieninformatik an der Fakultät Informatik der TU Dresden. Er betreibt Forschung zur Theorie und Methodik interaktiver Bilder und leitet das Forschungsgebiet Technische Visualistik.
rainer.groh@tu-dresden.de
<http://mg.inf.tu-dresden.de/mitarbeiter/rainer-groh>

2. Dipl. Medieninf. Thomas Gründer ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Fakultät Informatik der TU Dresden, wo er sich im Rahmen des Forschungsprojektes Cognitive Interface Technology(CogITo) mit der Entwicklung, Bewertung und den Entwicklungsmethoden von Interaktionsschnittstellen beschäftigt.
thomas.gruender@tu-dresden.de
<http://mg.inf.tu-dresden.de/mitarbeiter/thomas-gruender>

3. Dipl. Medieninf. Mandy Keck ist Wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Fakultät Informatik der TU Dresden. Ihre Forschungsinteressen liegen in der Begreifbaren Interaktion und der Datenvisualisierung mit dem Schwerpunkt der Informationssuche.
mandy.keck@tu-dresden.de
<http://mg.inf.tu-dresden.de/mitarbeiter/mandy-keck>