

Pierre T. Kirisci und Klaus-Dieter Thoben

Vergleich von Methoden für die Gestaltung Mobiler Endgeräte

A Comparison of Methods for the Design of Mobile Devices

Mobile Endgeräte_Gestaltungsmethoden_Kontextinformationen

Zusammenfassung. Es existieren diverse Methoden, Werkzeuge und Entwicklungsumgebungen für die Realisierung von Software Benutzungsschnittstellen. Andererseits gibt es bislang nur wenige Ansätze, um die Gestaltung mobiler Endgeräte systematisch zu unterstützen. In diesem Beitrag werden vielversprechende Gestaltungsmethoden aus dem HCI-Umfeld identifiziert, die aus kontextueller Sicht für die Umsetzung mobiler Endgeräte herangezogen werden können. Wir gehen der Frage nach, inwiefern diese Methoden für den konzeptionellen Entwurf zukünftiger Generationen mobiler Hardware-Komponenten geeignet sind. Es werden notwendige Kriterien für eine angemessene Gestaltungsmethode abgeleitet, und zur Klassifizierung der betrachteten Methoden herangezogen. Dieser Beitrag hat zum Ziel, die wesentlichen Merkmale zu erarbeiten, die eine Methode besitzen muss, um den Gestaltungsprozess mobiler Endgeräte systematisch zu unterstützen.

Summary. Diverse methods, tools and frameworks exist for designing software-based user interfaces. Then again only limited efforts have been spent so far in advancing methods for systematically designing mobile devices. In this paper we identify promising methods from the HCI domain, suitable for the design of mobile devices. Our intention is to investigate up to which extent these methods are applicable for supporting the design of the future generation of mobile devices. Necessary criteria shall be derived for an appropriate design methodology, and applied for classifying the identified methods. The aim of this paper is to elaborate the necessary properties that a method should possess in order to support the design of mobile devices in a systematic way.

1. Einleitung

Während der letzten zwei Jahrzehnte wurde viel Methodenforschung zur Unterstützung der Realisierung von Software Benutzungsschnittstellen unternommen. Ungeachtet zahlreicher Beiträge auf diesem Gebiet, wurde vergleichsweise wenig Aufwand bzgl. der Erforschung von Methoden investiert, die die Gestaltung¹ von

Hardwareplattformen, wie etwa mobiler Endgeräte, in den Vordergrund stellen. Als mobiles Endgerät bezeichnen wir jede mobile Hardware-Komponente, die zur Eingabe, Ausgabe oder Verarbeitung von Informationen genutzt wird. Gleichzeitig erfordert die zunehmende Integration eingebetteter IKT-Komponenten (z. B. Sensoren, RFID Chips und Mikrosysteme) und Informationen in Alltagsgegenständen, maßgeschneiderte mobile Endgeräte, die über die Fähigkeiten heutiger Endgeräte weit hinausgehen. Damit sich mobile Endgeräte durch eine höchstmögliche Gebrauchstauglichkeit auszeichnen, wird es immer wichtiger, die Aspekte der aktuellen Situation des Anwenders vollständig im Gestaltungsprozess mobiler Endgeräte zu berücksichtigen (Luyten, Vandervelpen und Coninx 2005). Dabei werden die Aspekte der aktuellen Situati-

on des Anwenders als Kontext oder Kontextinformationen bezeichnet. Die Schlussfolgerung daraus ist, dass eine angemessene Gestaltungsmethode Techniken bereitstellen muss, die sicherstellen, dass die Spezifikation der angestrebten mobilen Endgeräte, bezüglich ihrer Fähigkeiten, Eigenschaften und Formfaktoren im Einklang mit den jeweiligen Kontextinformationen ermittelt werden. Um das Ziel dieses Beitrages zu erreichen, werden klassische und neuere Methoden der Gestaltung aus dem HCI-Umfeld identifiziert, und im Hinblick auf ihre Eignung für den Entwurf zukünftiger Generationen mobiler Endgeräte analysiert. Durch die Annahme einer übergeordneten Anforderung, leiten wir notwendige Kriterien ab, die eine angemessene Gestaltungsmethode aufweisen sollten. Diese Kriterien werden wiederum mit Hilfe existieren-

DOI 10.1524/icom.2009.0009

¹ Der Ausdruck „Gestaltung“ ist hier gleichbedeutend mit dem engl. Ausdruck „Design“. Als „Methode zur Gestaltung“ oder als „Gestaltungsmethode“ mobiler Endgeräte wird der Vorgang bzw. der Prozess der Spezifizierung der Hardware-Komponenten, sowie der funktionellen Eigenschaften mobiler Endgeräte bezeichnet. Alternative Ausdrücke zu „Gestaltung“, die in diesem Beitrag verwendet werden, sind „Entwurf“ und „Konzeption“.

der Ansätze der Kategorisierung von Methoden zur Gestaltung mobiler Endgeräte ergänzt. Zur Unterstützung der in diesem Beitrag durchgeführten Analyse, stellen wir die gegenseitigen Abhängigkeiten der betrachteten Methoden dar, und Gruppieren diese in Methodenkategorien. Dadurch wird vor allem die Komplexität herunter gebrochen, indem ähnliche Merkmale unterschiedlicher Methoden hervorgehoben werden. Desweiteren wird eine strukturierte Übersicht über die betrachteten Methoden zur Verfügung gestellt, was den Vergleich der Methoden vereinfacht. Das Ergebnis dieses Beitrages liegt in der Ableitung grundlegender Eigenschaften, die zur Entwicklung einer Methode zur Gestaltung mobiler Endgeräte herangezogen werden sollten. In Bild 1 werden die Vorgehensweise und die Zielsetzung des Beitrages verdeutlicht.

2. Relevante Ansätze

Grundsätzlich existieren verschiedene Methoden für den Entwurf mobiler Endgeräte. Methoden kann man hier als planmäßige Verfahren verstehen, zur Erreichung eines bestimmten Ziels innerhalb des Gestaltungsprozesses. Bild 2 zeigt die kategorische Einordnung verschiedener Methoden bezüglich ihrer spezifischen Ausprägung: physisch, analytisch, fokussiert und umfassend (Kiljan-der 1997).

Die Kategorisierung bezieht sich vor allem auf Methoden zur Prototypengenerierung mobiler Endgeräte und sogenannter „intelligenter Produkte“ (Smart Products). In Anbetracht der Komplexität eines Kontextes, der sich aus einem breiten Spektrum von Situationen ergeben kann, müssen geeignete Methoden einen umfassenden Charakter aufweisen. Das bedeutet, eine angemessene Methode muss ein Verfahren bereitstellen, das gewährleistet, dass der gesamte Kontext der Situation und des mobilen Endgerätes vollständig beschrieben ist und somit in den Gestaltungsprozess einfließen kann. Zugleich sind analytische Fähigkeiten wichtig, um die Kontextinformationen logisch in Zusammenhang mit den Fähigkeiten und Eigenschaften mobiler Endgeräte zu bringen. Unter diesen Umständen sind diese beiden Kriterien wichtige Eigenschaften, durch die sich eine Methode auszeichnen muss, um den Gestaltungs-

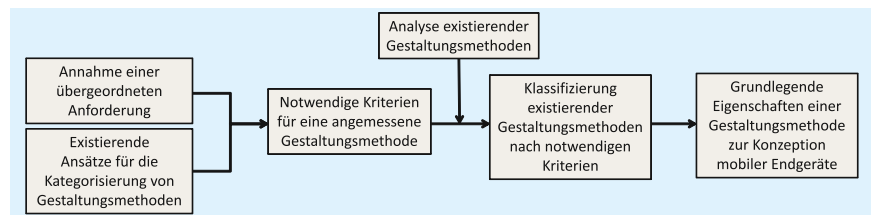


Bild 1: Vorgehensweise und Zielsetzung des Beitrages

herausforderungen moderner mobiler Endgeräte erfolgreich zu begegnen. Vor allem aber sollte sich eine angemessene Entwurfsmethode durch Referenzierbarkeit auszeichnen, wobei Referenzierbarkeit in einem engen Zusammenhang mit Modellen steht. So werden Modelle in der Regel als Referenzkonzepte zur Beschreibung eines realen Sachverhaltes angesehen. In diesem Sinne ist Referenzierbarkeit eine übergeordnete Anforderung von Modellen. In der Literatur werden dabei u. a. drei Kriterien für Referenzmodelle identifiziert: Allgemeingültigkeit, Anwendbarkeit, und Anpassbarkeit (Hars 1994). Ziel der folgenden Analyse in Kapitel 3 ist die Klassifizierung von Methoden laut oben genannten Kriterien.

3. Ein Überblick über Gestaltungsmethoden

Die folgenden Unterkapitel betrachten die aus unserer Sicht relevantesten Me-

thoden für die Gestaltung mobiler Endgeräte, welche wir nach folgendem Schema unterteilt haben:

(1) Methoden für die Gestaltung mobiler Hardware-Komponenten: Methoden, die zur Gestaltung von tragbarer Recheneinheiten, sensorischer Benutzungsschnittstellen und greifbarer Benutzungsschnittstellen eingesetzt werden.

(2) Methoden zur Gestaltung interaktiver Systeme: Methoden, die zur Gestaltung unspezifischer Benutzungsschnittstellen, oder Technologien eingesetzt werden.

(3) Modellbasierte Methoden: Methoden zur Gestaltung kontextorientierter und verteilter Benutzungsschnittstellen mit Hilfe konzeptioneller Modelle.

In (1) werden Methoden betrachtet, die hauptsächlich den Entwurf mobiler Hardware-Komponenten unterstützen. Wohingegen in (2) und (3) auch Methoden herangezogen werden, die für den Entwurf von Software-Benutzungsschnittstellen eingesetzt werden, aber

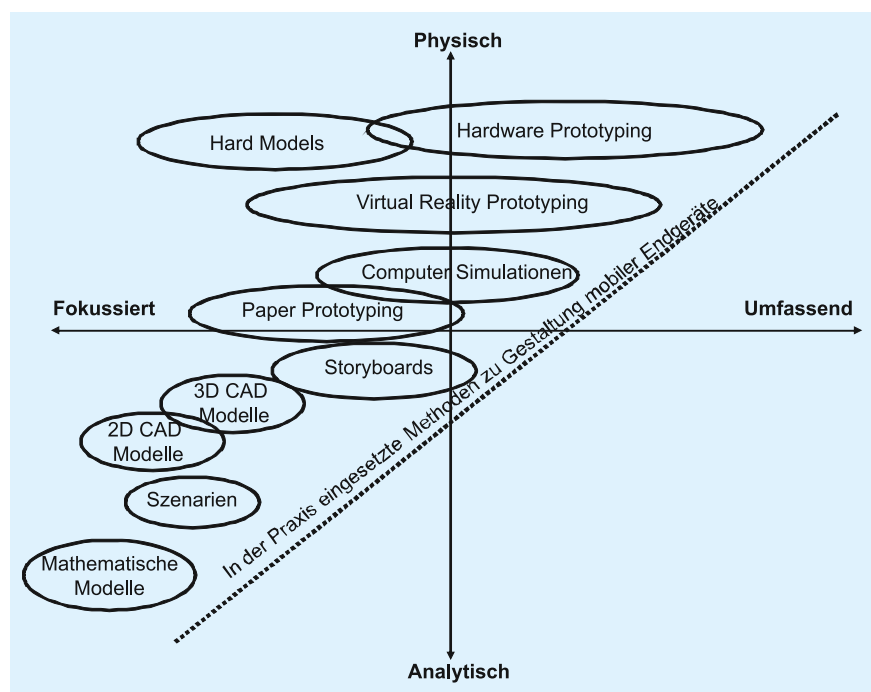


Bild 2: Kategorische Einordnung von Methoden für die Gestaltung mobiler Endgeräte

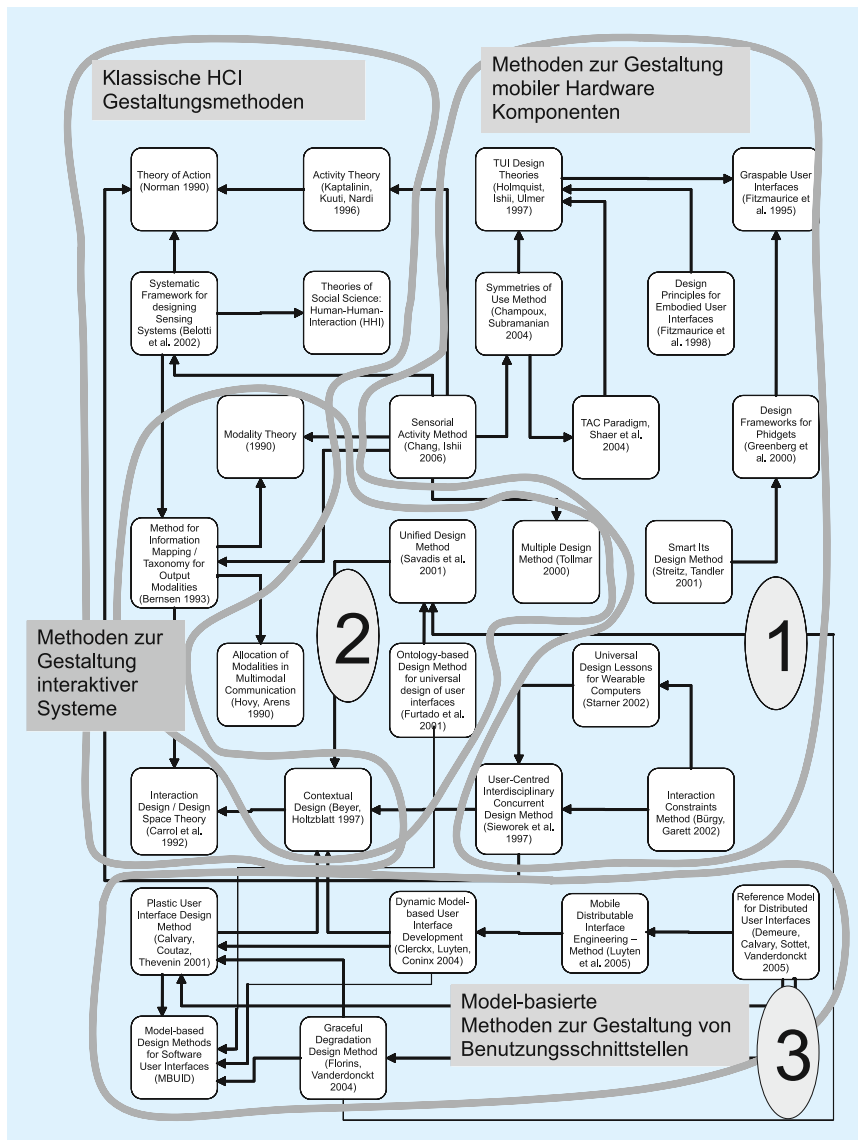


Bild 3: Gruppierung der betrachteten Gestaltungsmethoden

aufgrund bestimmter Eigenschaften auch für die Gestaltung mobiler Endgeräte in Frage kommen können.

In Bild 3 wird ein Überblick über die zu analysierenden Gestaltungsmethoden vermittelt. Diese wurden laut des obigen Schemas gruppiert und ihre Abhängigkeiten hervorgehoben. Die Pfeile → drücken aus, dass die Methode entweder durch die darauf zeigende inspiriert oder beeinflusst ist, bzw. auf deren Grundlagen aufbaut. Demnach lässt sich erkennen, dass es Schnittstellen zwischen den jeweiligen Methodengruppen gibt. Neben den drei betrachteten Methoden-gruppen, sind auch die klassischen HCI-Gestaltungsmethoden dargestellt. Ein inter-essanter Aspekt ist, dass viele der neueren Methoden sich auf die klassischen HCI-Methoden zurückführen lassen.

3.1 Methoden für die Gestaltung mobiler Hardware-Komponenten

In diesem Kapitel werden exemplarisch drei Methoden aus der Kategorie (1) Methoden für die Gestaltung mobiler Hardware-Komponenten betrachtet und im Hinblick auf die unter Kapitel 2 abgeleiteten notwendigen Kriterien analysiert. Laut der Unterteilung in Bild 3, sind die Methoden, die auf die Gestaltung tragbarer Recheneinheiten, Methoden zum Entwurf sensorischer Benutzungsschnittstellen, und Methoden greifbarer Benutzungsschnittstellen zielen, in einer gemeinsamen Kategorie zusammenfasst. Die folgenden Unterkapitel betrachten Methoden aus diesen drei Unterkategorien.

schnittstellen zielen, in einer gemeinsamen Kategorie zusammenfasst. Die folgenden Unterkapitel betrachten Methoden aus diesen drei Unterkategorien.

Methoden für die Gestaltung tragbarer Recheneinheiten

Eine bekannte Methode für die Entwicklung tragbarer Recheneinheiten (Wearable Computer) ist die „User-Centred Interdisciplinary Concurrent System Design Methodology“ – kurz: UICSM. Diese Methode wurde Mitte der neunziger Jahre innerhalb des Engineering Design Research Center der Universität Carnegie Mellon, USA entwickelt. Wie in Bild 4 zu erkennen ist, erfordert der Gestaltungsprozess von UICSM eine Durchlaufphase von mindestens vier Monaten, um einen Prototypen eines tragbaren Rechners zu entwickeln bzw. anzupassen. Die Methode setzt voraus, dass eine bereits existierende Hardware-Plattform an die Anforderungen des Anwenders angepasst wird. Hinsichtlich der durchzuführenden Techniken basiert die Methode auf der Durchführung von Interviews und iterativer Testläufe mit einer tragbaren Recheneinheit, der aus einer Vorläufergeneration stammt. Das Prinzip, Wissen aus Vorläufermodellen zu nutzen, lässt sich auf die Ideen von Norman zurückführen (Norman 1990). Dieser Prozess wird solange fortgesetzt, bis das endgültige Produkt entstanden ist. Ein Nachteil von UICSM ist, dass nicht sichergestellt ist, ob alle identifizierten Kontextinformationen kontinuierlich in den Entwicklungsprozess mit einfließen (Sieworek, Smailagic 2003). Auch fehlt es dieser Methode an analytischen Eigenschaften, weil nicht berücksichtigt wird, wie Kontextinformationen und Eigenschaften verknüpft werden.

Ein anderer Ansatz zur Spezifizierung tragbarer Recheneinheiten wurde von Bürgy entwickelt (Bürgy, Garret 2002). Der Ansatz basiert auf der Umsetzung eines sogenannten Interaktions-Modells (Interaction Constraints Model), welches in sich verschiedene konzeptionelle Modelle verknüpft. Der Entwurfsprozess beinhaltet die Definition einer Arbeitsum-

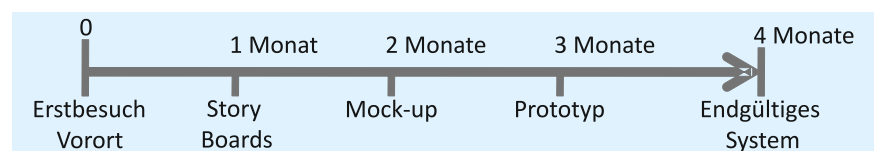


Bild 4: Der viermonatige Gestaltungsprozess der UICSM

gebung und Aktivitäten des Anwenders mit Hilfe eines Modellierungswerkzeuges. Bei dem Einsatz des Modellierungswerkzeuges werden Arbeitssituationen geschaffen, die verschiedene Einschränkungen enthalten. Der Ansatz hinter dieser Methode ist, dass durch Analyse der Ergebnisse relevanter Forschungsprojekte aus dem Umfeld tragbarer Recheneinheiten, erfolgreich implementierte Hardware-Komponenten identifiziert und empfohlen werden. Durch eine Verknüpfung der Modelle und der Einbeziehung von Arbeitssituationen kann man auf analytische Eigenschaften schließen. Jedoch kann die Methode nur für vordefinierte Lösungen tragbarer Recheneinheiten genutzt werden.

Im folgenden Kapitel betrachten wir Methoden zur Konzeption von Hardware-Komponenten, die als Hardware-Benutzungsschnittstellen zum Einsatz kommen. Es ist anzumerken, dass diese Methoden auf einer anderen Ebene stehen, als die beiden Vorangegangenen. Während bei obigen Methoden eine konkrete Vorgehensweise definiert ist, sind die nachfolgenden Methoden deklarativ, d.h. es werden die Prozessschritte der Methoden lediglich benannt, aber es wird keine Auskunft darüber gegeben, nach welchen Verfahren diese durchzuführen sind.

Methoden für die Gestaltung greifbarer Benutzungsschnittstellen

Im Jahre 1997 wurde das Paradigma greifbarer Benutzungsschnittstellen (Tangible User Interfaces) durch Ishii und Ullmer bekannt gemacht (Ishii, Ullmer 1997). Die Idee hinter diesen neuen Benutzungsschnittstellen war die Überführung von Icons graphischer Benutzungsschnittstellen in komplementäre Hardware-Komponenten, wie etwa physikalischer Eingabegeräte und Aktuatoren. Im Laufe der letzten Jahre sind zur Umsetzung greifbarer Benutzungsschnittstellen diverse Software-Werkzeuge und Entwicklungsumgebungen entstanden. Im Jahre 2004 hat Champoux eine Gestaltungsmethode für greifbare Benutzungsschnittstellen vorgestellt (Champoux, Subramanian 2004). Dabei stellt er die Schaffung einer nahtlosen Koexistenz zwischen Form und Kontext in dem Vordergrund (Symetries-of-Use). Champoux bietet eine aus acht Fragen bestehende Methode an, die sich auf drei Phasen be-

Definition der Grenzen	Orientierung der Komponenten	Anpassung der Komponenten
1. Was sind die Erfahrungen des Anwenders	5. Welche Art von Interaktion bei den Unteraufgaben	7. Beziehungen zwischen Objekten und Aufgaben
2. Was sind die Aufgaben des Anwenders	6. Benötigt die Unteraufgabe eine zugehörige Interaktion	8. Reihenfolge der Aufgaben bei Verwendung des Objektes
3. Was repräsentiert / was kontrolliert das Objekt		
4. Was sind die Konventionen		

Bild 5: Die Symmetries-of-Use Methode bestehend aus acht Fragen

zieht, und in Bild 5 dargestellt ist. Dieser Mechanismus kann als eine Sammlung klarer und zusammenhängender Entscheidungen während des Gestaltungsprozesses betrachtet werden.

Das nächste Kapitel geht verstärkt auf die Fähigkeit der Nutzung mehrere Kommunikationskanäle (Multimodalität) zukünftiger mobiler Endgeräte ein und greift damit den sehr vielversprechenden Ansatz auf, sich im Entwurfsprozess auf Interaktionskonzepte zu konzentrieren, als auf bestimmte mobile Endgeräte.

Methoden für die Gestaltung Sensorischer Benutzungsschnittstellen

Chang und Ishii haben im Jahre 1996 eine Methode für die Gestaltung sensorischer und multi-sensorischer Verknüpfungen (Sensorial Mappings und Multi Sensorial Mappings) vorgeschlagen (Chang, Ishii 2006). Es handelt sich dabei um eine Methode für die Einbeziehung sensorischer Aspekte durch die Gestaltung physikalischer und digitaler Interaktionen. Vor diesem Hintergrund wurde die „Sensorial Activity Theory“ eingeführt. Chang und Ishii behaupten, dass der Gestaltungsprozess sensorischer Benutzungsschnittstellen auf drei Überlegungen beruht: (1) Verständnis der Sinne; (2) Verständnis der physikalischen Semantik eines Objekts; (3) Verständnis der Nutzungsgewohnheiten des Anwenders. Die Methode wurde von anderen Methoden beeinflusst, wie etwa Belotti's „Design Approach of Creating Sensing Systems“ (Belotti et. al. 2002). Belotti überarbeitete das bekannte Aktionstheorem von Norman und fokussiert dabei auf den kommunikativen Aspekt, der mit sozialwissenschaftlichen Ansätzen ver-

knüpft wird. Er schlägt einen systematischen Ansatz für den Entwurf sensorischer Systeme vor, der auf fünf grundlegenden Fragen basiert: (1) Adressierung: Ansprechen eines oder mehrere Geräte; (2) Aufmerksamkeit: Wissen, dass das Gerät bereit ist und auf Benutzereingabe wartet; (3) Handlung: Durchführen einer bedeutsamen Aktion, Kontrolle deren Auswirkung und möglicherweise Spezifikation eines oder mehrerer Zielnutzer; (4) Verifikation: Wissen, dass das Gerät das richtige getan hat; (5) Vermeiden von Fehlern. Hier können wir anmerken, dass die Taxonomie für sensorische Verknüpfungen von Ishii und Chang sehr ähnlich der Taxonomie für Ausgabemodalitäten von Bernsen aus den frühen Neunzigern ist. Neben der Ausarbeitung einer allgemeinen Taxonomie für Ausgabemodalitäten, schlägt Bernsen eine Methode für die Verwendung von Informationsverknüpfungen vor (Bernsen 1994). Dieser Ansatz basiert auf der Anwendung der Ergebnisse der „Modality Theory“, die von Hovy und Arens 1990 vorgeschlagen wurde (Hovy, Arens 1990). Die folgenden Kapitel behandeln Methoden, die einen universellen Charakter haben. Die Zielplattform wird hier als ein interaktives System bezeichnet, was eine Software-Anwendung oder ein mobiles Hardware-Endgerät sein kann.

3.2 Methoden für die Gestaltung interaktiver Systeme

Eine technologiegetriebene und nutzerorientierte Methode, um die Realisierung innovativer, interaktiver Technologie zu unterstützen, wie etwa mobile Technologien, stellt die Transfer Scenarios Methode dar. Die Methode basiert auf der Einbeziehung sorgfältig ausgewählter Grup-

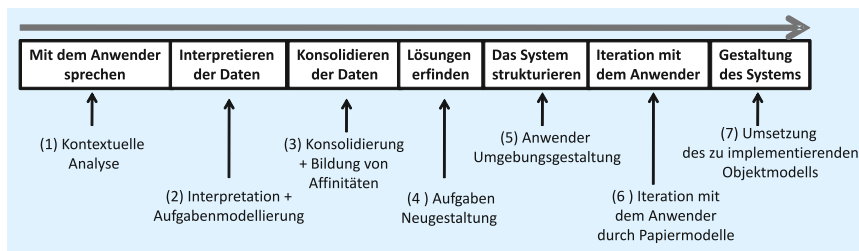


Bild 6: Der Prozess der Kontextuellen Gestaltungsmethode

pen von Individuen, die zueinander ähnliche Tätigkeiten (marginale Tätigkeiten) ausüben. Die Transfer Scenarios Methode beinhaltet folgende Vorgehensweise: (1) Technologie erlernen; (2) Anpassen der Technologie an marginale Praktiken; (3) Untersuchen von Bedürfnissen und Interaktionen; (4) Analysieren und transferieren von Daten zum tatsächlichen Entwurf; (5) Detaillierte Entwurf- und Technologieentwicklung. Aufgrund der starken Nutzerorientierung muss der Kontext bekannt sein und in den Gestaltungsprozess einfließen, was durch den Punkt (3) gewährleistet wird. Für die Berücksichtigung von Kontext im Entwurfsprozess sind insbesondere Beyer und Holtzblatt bekannt. Beyer und Holtzblatt haben die „Kontextuelle Gestaltungsmethode“ (Contextual Design Method) im HCI eingeführt. Nach dieser Methode sind Daten, die vom Endanwender gesammelt werden, der Ausgangspunkt für die Realisierung eines interaktiven Systems (Beyer, Holtzblatt 1998). Die Kontextuelle Gestaltungsmethode erfordert eine Vorgehensweise, wie ergänzend in Bild 6 dargestellt ist. Während der Gestaltung eines Systems werden nur die Techniken durchgeführt, die im Prozess benötigt werden. Es ist anzumerken, dass die empfohlenen Techniken keine neuen Techniken darstellen, sondern klassische HCI Techniken, die zu bestimmten Phasen des Prozesses eingesetzt werden können.

Ein anderer Ansatz, bei dem Benutzungsschnittstellen interaktiver Anwendungen für eine breite Gruppe von Nutzern für verschiedene Anwendungsbereiche entwickelt werden, ist die „Verallgemeinerte Gestaltungsmethode“ (Unified Design Method) von Savadis und Stefanidis (Savadis, Akoumianakis und Stefanidis 2001). Die Methode basiert auf einem Ansatz, bei dem die Aspekte der Gestaltung zunehmend analysiert, und in Unterprobleme systematisch herunter

gebrochen werden. In diesem Sinne haben Furtado et al. ebenfalls eine Methode für die universelle Gestaltung von Benutzungsschnittstellen entwickelt (Furtado et al. 2001). Die Grundlage dieser Methode besteht aus dem Aufbau von drei Schichten: (1) Konzeptschicht: Definition einer Ontologie von Konzepten, Beziehungen und Attributen; (2) Logische Schicht: Spezifikation multipler Modelle auf den vorher definierten Ontologien; (3) Physikalische Schicht: Entwickler Ableitung multipler Benutzungsschnittstellen von den vorher spezifizierten Modellen. Als solches strukturiert der Gestaltungsprozess, der als „User Interface Design Process“ bezeichnet wird, drei Ebenen der Abstraktion. Vor dem Hintergrund des Potenzials von Modellen im Gestaltungsprozess mobiler Endgeräte, fokussiert das nächste Kapitel auf Gestaltungsmethoden, die auf Grundlage konzeptioneller Modelle aufbauen.

3.3 Modellbasierte Gestaltungsmethoden

Der Einsatz von Methoden, die bei der Gestaltung von Benutzungsschnittstellen Modelle hinzuziehen, bzw. diese auf Modelle aufbauen, ist ein bewährter Ansatz in der Softwareentwicklung. Diese Methoden werden als modellbasierte Gestaltungsmethoden (Model-Based Design Methods) bezeichnet. Bei der Konzeption oder Spezifikation mobiler Endgeräte wird die Unterstützung des Gestaltungsprozesses mit Hilfe modellbasierter Methoden kaum praktiziert.

Luyten et al. haben statische, modellbasierte Ansätze untersucht, die aus dem Gebiet des grafischen Benutzungsschnittstellen-Gestaltung bekannt sind. Diese wurden auf kontextorientierte Benutzungsschnittstellen angepasst und in intelligenten Umgebungen (Ambient Intelligence Environments) angewendet. Dabei versteht man unter kontextorientierten Benutzungsschnittstellen solche, die

in der Lage sind, sich dem Kontext der Umgebung anzupassen. Der zugrunde liegende Gestaltungsprozess besteht aus sechs Schritten, die durch den sogenannten „Dynamic Model-Based User Interface Development Process“ (Dynamo-Aid) durchgeführt werden (Clerckx, Winters und Coninx 2005): (1) Spezifikation eines kontextorientierten Aufgabenmodells; (2) Spezifikation eines Kontextmodells; (3) Erstellung kontextspezifischer Dialogmodelle; (4) Erstellung kontextorientierter Dialogmodelle (5) Erstellung der Präsentationsmodelle; (6) Erstellung des kontextorientierten Benutzungsschnittstellenmodells. Die sechs Schritte führen zu einer Modell-Spezifikation, welche in eine Laufzeitumgebung eingespeist wird. In Bild 7 wird verdeutlicht, dass anschließend der Prototyp der Benutzungsschnittstelle entsteht, der wiederum mit Hilfe der sechs Modellierungsschritte evaluiert wird. Dieser Prozess dauert solange an, bis die Benutzungsschnittstelle schließlich auf die angestrebte Zielplattform implementiert wird.

Luyten et al. haben auch eine Methode für die Gestaltung und die Entwicklung von verteilten Benutzungsschnittstellen (DUI: Distributed User Interfaces), genannt MoDIE (Mobile Distributable Interface Engineering) erarbeitet (Luyten et al. 2005). In diesem Sinne weist er den jeweiligen Aufgaben eine Gruppe von Interaktionsressourcen zu, die auf die Ausübung der Aufgabe beschränkt sind. Der HCI-Gestalter wird dadurch motiviert, eine Anzahl von Entscheidungsregeln zu definieren, um alternative Aufgaben hinsichtlich des Anwendungskontextes auszuwählen. In Ergänzung zu der Verteilung von Benutzungsschnittstellen, schlagen Demeure et. al. ein Referenzmodell für die Klassifizierung verschiedener Typen von verteilten Benutzungsschnittstellen vor (Demeure et al. 2005). Das Referenzmodell ist zusammengesetzt aus digitalen und physikalischen Komponenten, die die Möglichkeit des Schlussfol-

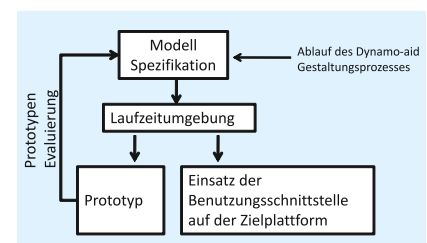


Bild 7: Der Dynamo-Aid Gestaltungsprozess

Tabelle 1: Klassifizierung von Methoden zur Unterstützung der Gestaltung mobiler Endgeräte

Name der Methode	Autoren	Mobile Plattform	Allgemeingültig	Anwendbar	Anpassbar	Analytisch	Umfassend
UICSM	Sieworek, Smailagic	Tragbare Recheneinheiten		X	X		
Interaction Constraints Method	Bürgy, Garret	Tragbare Recheneinheiten		X		X	X
Symmetries of Use	Champoux, Subramanian	Greifbare Benutzungsschnittstellen	X			X	
Sensorial Activity Method	Chang, Ishii	Sensorische Benutzungsschnittstellen	X	X			
Design Approach for Sensing Systems	Belotti et. al.	Sensorische Benutzungsschnittstellen	X	X			
Information Mapping							
Method	Bernsen	Sensorische Benutzungsschnittstellen	X	X			
Transfer Scenarios	Ljungblad, Holmquist	Interaktive Systeme	X		X		
Contextual Design Method	Beyer, Holtzblatt	Interaktive Systeme	X				
Unified Design Method	Savadis, Akoumianakis, und Stephanidis	Kontextorientierte Benutzungsschnittstellen	X			X	
Ontology-Based Design Method	Furtado et. al.	Kontextorientierte Benutzungsschnittstellen	X			X	
Dynamo-Aid	Clerckx, Winters, und Coninx	Kontextorientierte Benutzungsschnittstellen			X	X	X
MoDIE	Luyten et. al.	Verteilte Benutzungsschnittstellen			X	X	X
Reference Model Method	Demeure et. al.	Verteilte Benutzungsschnittstellen			X	X	X
Graceful Degradation	Florins, Vanderdonckt	Verteilte Benutzungsschnittstellen		X	X	X	

gerns über Verteilung repräsentieren. Vor dem Hintergrund der Anpassungsfähigkeit von Benutzungsschnittstellen wird deutlich, dass Konzepte zum Tragen kommen, die auf Calvary et. al. zurückzuführen sind (Calvary, Coutaz und Thevenin 2001). Diese haben einen modellbasierten Gestaltungsprozess für so genannte plastische Benutzungsschnittstellen (Plastic User Interfaces) vorgeschlagen. Plastische Benutzungsschnittstellen werden als Benutzungsschnittstellen beschrieben, die sich Kontextänderungen anpassen können. Anwendungskontexte werden in zwei Klassen unterteilt: (1) Hardware- und Softwareplattformen und (2) Physikalische Umgebung. Die Gestaltungsmethode, die Calvary et al. in ihrer Arbeit vorschlagen, basiert auf der Entwicklung und Verbesserung von Modellen für HCI-Benutzungsschnittstellen (Domänen- und Aufgabenmodell), die sich an die Variationen im Kontext anpassen. Florins und Vanderdonckt haben eine Methode für die Konzeption von Benutzungsschnittstellen für Multiplattformsysteme vorgestellt (Florins, Vanderdonckt 2004). Die Methode basiert auf einer Technik, namens „Design by Graceful Degradation“. Sie identifizieren Transformationsregeln für die Zerlegung von Benutzungsschnittstellen, was stark an das Konzept der hierarchischen Dekomposition von Savadis und Stefanidis erinnert (Savadis, Akoumianakis und Stephanidis 2001). Es ist jedoch anzumerken,

dass der Ansatz hauptsächlich auf die Anpassung optischer Ausgabegeräte (z. B. visuelle Displays) in Bezug auf verschiedene Plattformen fokussiert.

4. Klassifizierung der Methoden

In diesem Kapitel werden die in Kapitel 3 beschriebenen vierzehn Methoden im Hinblick auf fünf notwendige Kriterien analysiert und bewertet. Grundlage für die Klassifizierung der Methoden war eine fundierte Sammlung, Analyse und Auswertung von Informationen (Desktop Research), sowie praktische Erfahrungen bei der Konzeption tragbarer Recheneinheiten für Produktionsumgebungen im Europäischen Forschungsprojekt WearIT@Work (EC IP 004216). In Tabelle 1 ist das Ergebnis der vorangegangenen Analyse als Klassifizierung der betrachteten Gestaltungsmethoden dargestellt. Es wird deutlich, dass es keine Methode gibt, die alle fünf Kriterien gleichzeitig erfüllt. Vielmehr haben die verschiedenen Methoden unterschiedliche Qualitäten bzw. Stärken. Demnach kann argumentiert werden, dass unterschiedliche Methoden zu unterschiedlichen Phasen des Gestaltungsprozesses ergänzend zueinander eingesetzt werden können. Mit dieser Klassifizierung der Methoden sind die Voraussetzungen geschaffen, die zur Ableitung weiterer

Eigenschaften einer angemessenen Gestaltungsmethode führen.

5. Eigenschaften einer Methode zur Gestaltung mobiler Endgeräte

Über die vorhandenen Kriterien aus Tabelle 1 können weiterführende Eigenschaften einer angemessenen Methode zur Gestaltung mobiler Endgeräte abgeleitet werden. Beispielsweise kommen innerhalb der betrachteten Methoden unterschiedliche Techniken zum Einsatz, um eine Verknüpfung zwischen Kontext und Eigenschaften mobiler Endgeräte herzustellen. Andererseits kommen Methoden vor, die das Kriterium der analytischen Fähigkeit nicht erfüllen, aber andere Merkmale aufweisen, die für die Konzeption einer angemessenen Methode erforderlich sind. Denn für die Spezifizierung angemessener mobiler Endgeräte muss eine Methode ebenfalls Vorgehensweisen bereitstellen, die eine Erfassung des Kontextes sicherstellen. Im Anbetracht der Tatsache, dass die Realisierung einer Gestaltungsmethode angestrebt wird, die zukünftige mobile Endgeräte berücksichtigt, ist es naheliegend, dass die Methode erweiterbar im Hinblick auf eine Erweiterung der Beschreibung des mobilen Endgerätes sein sollte. Die Erweiterung im Sinne der Einbindung unterstützender Software-Komponenten,

Tabelle 2: Erweiterte Eigenschaften einer Methode zur Unterstützung der Gestaltung mobiler Endgeräte

Eigenschaften	Methodenkategorie	Beschreibung
Allgemeingültigkeit	Methoden zur Gestaltung interaktiver Systeme	Die Methode sollte berücksichtigen, dass sie für ein möglichst großes Spektrum von Aufgaben gültig ist. Um dies zu gewährleisten, sollten vorhandene Modelle abstrakt beschrieben werden.
Anwenbarkeit	Methoden zur Gestaltung mobiler Hardware-Komponenten	Die Methode muss auf die Spezifizierung von Hardware-Plattformen ausgelegt sein. Es ist darauf zu achten, dass die Methode durch ein Software-Werkzeug unterstützt wird, um eine Benutzbarkeit der Methode sicherzustellen.
Anpassbarkeit	Modelbasierte Methoden	Der Anwender der Methode sollte die Möglichkeit besitzen, Modelle auf die individuellen Aspekte einer vorliegenden Situation anzupassen.
Analysierbarkeit	Modelbasierte Methoden	Bereitstellung und Verknüpfung von Modellen, die die Aspekte des mobilen Endgerätes und der Situation repräsentieren. Die Verknüpfungen unter den Modellen müssen auf ein eindeutiges Regelwerk basieren.
Umfassbarkeit	Klassische HCI Methoden	Alle möglichen Aspekte der zugrunde liegenden Situation, müssen repräsentiert werden, was mit Hilfe entsprechender Modelle erfolgen kann. Hierzu ist es notwendig die richtigen Modelle zu identifizieren und zu beschreiben.
Erfassbarkeit	Methoden zur Gestaltung interaktiver Systeme	Die Erfassung des Kontextes zur Nutzung im Gestaltungsprozess. Dabei sollten sogenannte „Referenzanwender“ identifiziert werden, die sowohl die Tätigkeiten gut kennen als auch eine objektive Sicht auf den Gesamtprozess haben.
Erweiterbarkeit	Modelbasierte Methoden	Die Erweiterung der Methode ist wichtig im Hinblick auf eine Erweiterung einzelner Modelle, aber auch in Sinne der Erweiterung durch unterstützende Software-Werkzeuge und Techniken.
Schlussfolgerbarkeit	Modelbasierte Methoden	Die Schlussfolgerbarkeit besteht darin, aus einem vordefinierten Kontext, auf eine realistische Spezifikation eines mobilen Endgerätes zu schließen. Aus vorhandenem Wissen sollte neues Wissen generiert werden können.

um die Anwendbarkeit der Methode zu verbessern, ist ebenso sinnvoll. In Analogie hierzu beinhalten analytische Fähigkeiten nicht notwendigerweise einen Mechanismus, um richtige Schlussfolgerungen aus den Verknüpfungen der Kontextelemente zu ziehen. Vielmehr ist es wichtig, dass auf Basis eines vorhandenen Wissens auf neues Wissen geschlossen werden kann. Auf Grundlage dieser Überlegungen wurden weiterführende Eigenschaften einer angemessenen Gestaltungsmethode abgeleitet und in Tabelle 2 dargestellt.

6. Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag wurden Methoden zur Gestaltung mobiler Endgeräte analysiert, und im Hinblick auf fünf notwendige Kriterien qualitativ bewertet. Auf dieser Grundlage wurden weiterführende Eigenschaften abgeleitet, die eine Methode zur Gestaltung zukünftiger Generationen mobiler Endgeräte besitzen sollte. Die Klassifizierung der identifizierten Methoden verdeutlicht, dass es derzeit keine Gestaltungsmethode gibt, die sämtliche Kriterien vollständig erfüllt. Die unterschiedlichen Qualitäten und Stärken der Methoden sind bestimmt durch die Vorgehensweisen, die innerhalb der Metho-

den bereitgestellt werden. Dies ist besonders der Fall bei den modelbasierten Methoden, indem etwa die Analysierbarkeit und Umfassbarkeit durch die Beschreibung und Verknüpfung der Aspekte der Situation realisiert wird. Auch bei den Methoden zur Gestaltung interaktiver Systeme können vielversprechende Ansätze identifiziert werden, die die Erfassung eines vorliegenden Kontextes gewährleisten können. Es wurde deutlich, dass vermehrt auf spezielle Typen von Benutzungsschnittstellen, fokussiert wird, als auf Interaktionskonzepte, die von der Art des mobilen Endgerätes unabhängig sind. In Anlehnung an die in Tabelle 2 abgeleiteten Eigenschaften, ist es ein wesentliches Ziel, geeignete Vorgehensweisen aus unterschiedlichen Methodenkategorien zu identifizieren, um diese letztlich in einer Gestaltungsmethode zusammenzuführen. Wichtige Herausforderungen bezüglich dem Aspekt der Modellierung liegen darin, zu identifizieren welche Modeltypen für die Gestaltungsmethode herangezogen werden müssen, nach welchen Kontextinformationen die Modelle zu erstellen sind und nach welchen formalen Regeln die Modelle logisch untereinander zu verknüpfen sind.

Literatur

Belotti, V.; Back, M.; Edwards, W.K.; Grinter, E.; Henderson, A.; Lopes, C.: Making Sense

of Sensing Systems: Five Questions for Designers and Researchers, CHI02. April 20th–25th, Minneapolis Minnesota, USA, ACM, Vol. 1, Issue 1, 2002, p. 415–422.

Beyer, H.; Holtzblatt, K.: Contextual Design: A Customer-Centred Approach to Systems Design (Interactive Technologies). Morgan Kaufman Publishers, Academic Press, (ISBN: 1-55860-411-1), 1998.

Bernsen, N. O.: Modality theory in support of Multimodal Interface Design. In: *Proceedings of the American Association of Artificial Intelligence*, (AAAI). Spring Symposium on Intelligent Multi Media Multi Modal Systems, Stanford, 1994, p. 37–44.

Bürgy, C.; Garrett, J.: Situation-aware Interface Design: An Interaction Constraints Model for Finding the Right Interaction for Mobile and Wearable Computer Systems. International Symposium on Automation and Robotics in Construction, 19th (ISARC). Proceedings. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland. 2002, p. 563–568.

Calvary, G.; Coutaz, J.; Thevenin, D.: *A Unifying Reference Framework for the Development of Plastic User Interfaces*. Springer Berlin / Heidelberg, Volume 2254/2001, (ISBN 978-3-540-43044-5), p. 173–192.

Champoux, B.; Subramanian: A Design Approach for Tangible User Interfaces. *AJIS Special Issue* (2004) 36–39.

Chang, A.; Ishii, H.: *Sensorial Interfaces*. DIS 2006, June 26th–28th. University Park, Pennsylvania, USA, (ACM 1-59593-341-7/06/0006), p. 50–59.

Clerckx, Winters, F.; Coninx, K.: Tool Support for Designing Context Sensitive User Interfaces Using a Model-based Approach. ACM International Conference Proceeding Series; Vol. 127. In: *Proceedings of the 4th international*

workshop on Task models and diagrams. Gdansk, Poland, (ISBN: 1-59593-220-8), 2005, p. 11–17.

Demeure, A.; Calvery, G.; Sottet, J.-S.; Vanderdonckt, J.: A Reference Model for distributed User Interfaces. In: ACM International Conference Proceeding Series. Vol. 127. In: *Proceedings of the 4th international workshop on Task models and diagrams*. Gdansk, Poland, (ISBN 1-59593-220-8), 2005, p. 79–86.

Florins, M.; Vanderdonckt, J.: Graceful Degradation of User Interfaces as a Method for Multiplatform Systems. In: *Proceedings of the IUI04*. Madeira Portugal, ACM 1-58113-815-6/04/0001, 2004, p. 14–147.

Furtado, E.; Furtado, V.; Silva, W.; Rodrigues, D.; Taddeo, L.; Limbourg, Q.; Vanderdonckt, J.: An Ontology-based Method for Universal Design of User Interfaces. In: *Proceedings of the Workshop on Multiple User Interfaces over the Internet: Engineering Applications and Trends*. France, 2001.

Hars, A.: Referenzdatenmodelle – Grundlagen effizienter Datenmodellierung. Wiesbaden, 1994.

Hovy, E.; Arens, Y.: When is a picture worth a thousand words? Allocation of Modalities in Multimedia Comm. AAAI Symposium on Human-Computer-Interfaces, Stanford 1990.

Ishii, H., Ullmer, B.: Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms. In: *Proceedings of Conference on*

Human Factors in Computing Systems (CHI '97), Atlanta, ACM Press, 1997, p. 234–241.

Kiljander, H.: *Evolution and Usability of Mobile Phone Interaction Styles*. Dissertation, (ISBN 951-22-7319-5). Helsinki University of Technology Telecommunications Software and Multimedia Laboratory, Espoo, Finland, p. 33.

Ljungbad, S.; Holmquist, L. E.: Transfer Scenarios: Grounding Innovation with Marginal Practices. In: *CHI2007 Proceedings*. San Jose, California USA, ACM, p. 737–746.

Luyten, K.; Vandervelpen, C.; Coninx, K.: Task modeling for ambient intelligent environments: design support for situated task executions. ACM International Conference Proceeding Series; Vol. 127. In: *Proceedings of the 4th international workshop on Task models and diagrams*. Gdansk, Poland, (ISBN:1-59593-220-8), 2005, p. 87–94.

Norman, D. A.: *The Design of Everyday Things*. New York: B&T, 1990.

Savidis, A.; Akoumianakis, D.; Stephanidis, C.: The Unified User Interface Design Method. User Interfaces for All: Concepts methods, and tools. Chapter 21. Laurence Erlbaum Associates Pub., Mahwah, 2001, p. 417–440.

Sieworek, D.; Smailagic, A.: *User-Centered Interdisciplinary Design of Wearable Computers*. The Human Computer Interaction Handbook. Mahwah, NJ: Erlbaum, 2003, S. 635–655.



1



2

1 Dipl.-Ing. Pierre T. Kirisci, geb. 1970, studierte von 1990–1996 Elektrotechnik an der Universität Bremen. Innerhalb seiner bisherigen beruflichen Laufbahn war er als Produkt-Marketing Ingenieur bei der Siemens AG in München und im europäischen Ausland tätig. Weitere Erfahrungen hat er während seiner Tätigkeit als Service-Ingenieur bei Kilian Tablettierungssysteme GmbH & Co. KG gesammelt. Seit 2000 ist Herr Kirisci in der Abteilung Informations- und kommunikationstechnische Anwendungen in der Produktion des Bremer Instituts für Produktion und Logistik (BIBA GmbH) als wissenschaftlicher Mitarbeiter tätig. Seine Interessen liegen in der Modellierung mobiler Benutzungsschnittstellen, sowie in der Erforschung neuer Interaktionskonzepte für intelligente Umgebungen. Im Rahmen seiner Promotion beschäftigt sich Herr Kirisci mit der Konzeption einer Methode zur Gestaltung mobiler Interaktionsgeräte für intelligente Produktionsumgebungen.

E-Mail: kir@biba.uni-bremen.de

2 Prof. Dr.-Ing. Klaus-Dieter Thoben, geb. 1957, studierte Maschinenbau an der Universität Braunschweig. Im Jahr 2001 habilitierte er sich im Fachgebiet Produktionssystematik/Produktionssysteme und wurde 2002 auf die Professur für „Informationstechnische Anwendungen in der Produktionstechnik“ im Fachbereich Produktionstechnik an der Universität Bremen berufen. Am Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH (BIBA) ist er Leiter des Forschungsbereichs „Informations- und kommunikationstechnische Anwendungen in der Produktion“. Im Rahmen des SFB 570 ist er Teilprojektleiter des Projektes B5. Prof. Klaus-Dieter Thoben ist Autor und Herausgeber von über 20 Monografien und Tagungsbänden. Darüber hinaus ist er Autor bzw. Koautor von über 150 wissenschaftlichen Veröffentlichungen.

E-Mail: tho@biba.uni-bremen.de