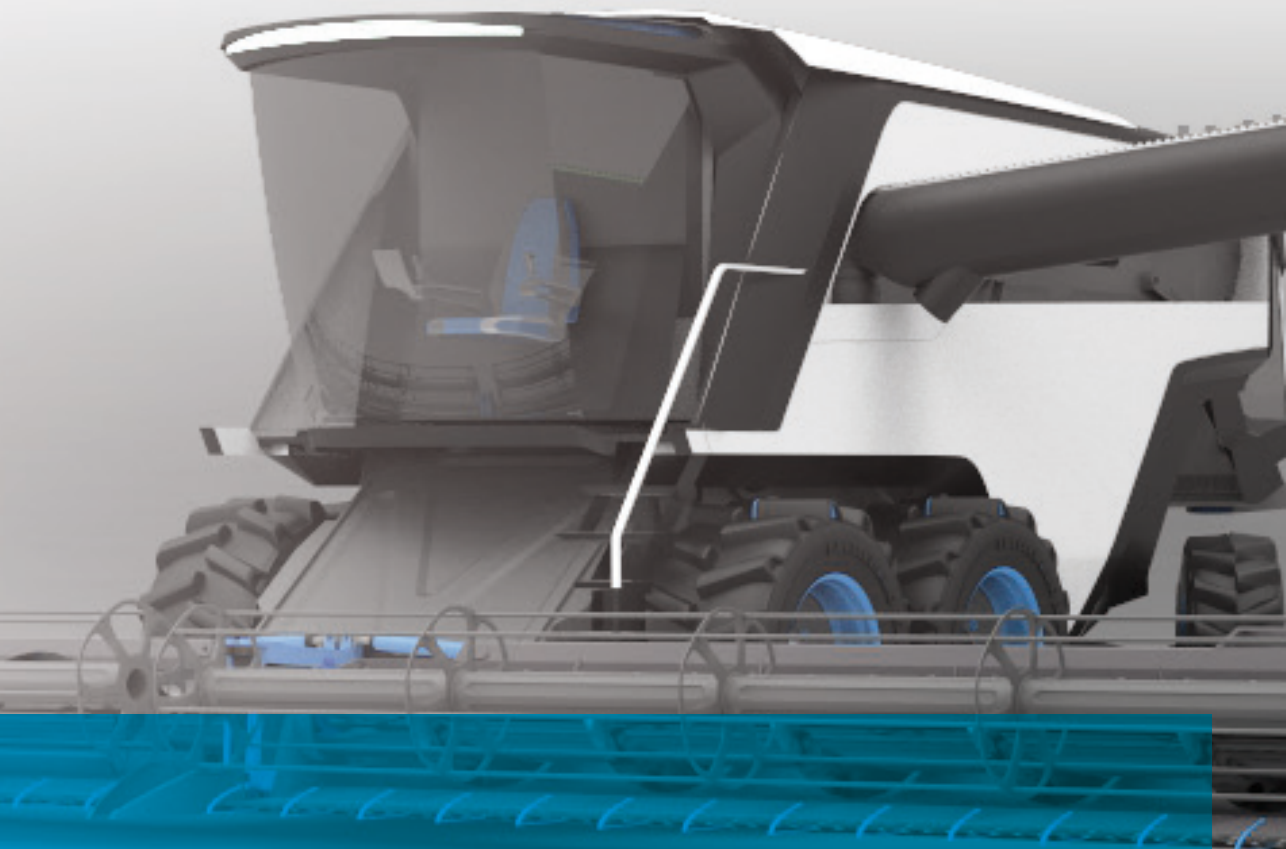


Jens Krzywinski · Mario Linke · Christian Wölfel · Günter Kranke (Hrsg.)

ENTWERFEN ENTWICKELN ERLEBEN 2014

Beiträge zum Technischen Design



Jens Krzywinski · Mario Linke · Christian Wölfel · Günter Kranke (Hrsg.)
ENTWERFEN ENTWICKELN **ERLEBEN** 2014 · Beiträge zum Technischen Design

Jens Krzywinski · Mario Linke · Christian Wölfel · Günter Kranke (Hrsg.)

ENTWERFEN ENTWICKELN ERLEBEN 2014

Beiträge zum Technischen Design

Dresden · 26.–27. Juni 2014

Programmkomitee Design

Jun.-Prof. Dr. Jens Krzywinski, TU Dresden

Prof. Dr. Claudia Eckert, Open University Milton Keynes

Prof. Dr. Marc Hassenzahl, Folkwang Universität

Prof. Michael Lanz, FH Joanneum Graz, Designaffairs München

Mario Linke, Audi Design Ingolstadt

Prof. Dr. Thomas Maier, Universität Stuttgart

TUD*press* | **TECHNISCHES DESIGN** | 9

Entwickeln – Entwerfen – Erleben 2014.

Beiträge zum Technischen Design

Herausgeber:

Jens Krzywinski, Mario Linke, Christian Wölfel und Günter Kranke

Reihe Technisches Design Nr. 9

reihe.technischesdesign.org

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

Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek
The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche
Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the
Internet at <http://dnb.d-nb.de>.

ISBN 978-3-944331-66-9

© 2014 TUDpress

Verlag der Wissenschaften GmbH

Bergstr. 70 | D-01069 Dresden

Tel.: 0351/47 96 97 20 | Fax: 0351/47 96 08 19

<http://www.tudpress.de>

Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

Layout und Satz: Technische Universität Dresden.

Umschlaggestaltung: TU Dresden, Illustration © 2014 TU Dresden

Printed in Germany.

Erscheint zugleich auf QUCOSA der SLUB Dresden

<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa-144950>

ma design



THEEGARTEN^{PAC}_{TEC}
smarter packaging



TEDATA

REISS

INVEST IN THE 40 BEST

HIGHTECH VENTURES OF THE EAST.

+
INNOVATIONSWERKSTATT
KAPITAL

LAST CALL FOR SPONSORS

Werden Sie als kompetenter Partner bei
nationalen und internationalen Investoren sowie
jungen Hightech-Unternehmen sichtbar.

40 AUSGEWÄHLTE INNOVATIVE WACHSTUMSUNTERNEHMEN, START-UPS UND GRÜNDUNGS-
PROJEKTE AUS DEN NEUEN BUNDESLÄNDERN PRÄSENTIEREN SICH ÜBER 60 NATIONALEN
UND INTERNATIONALEN INVESTOREN (Business Angels, Institutionelle Investoren, Venture
Capital und Private EquityInvestoren, Investierender Mittelstand).

Zeigen Sie Ihr Engagement für Innovation im Umfeld führender Kapitalgeber und innovativer Unternehmen.

14. & 15. OKTOBER 2014
DRESDEN



THOMAS SCHULZ
Netzwerkmanager
HighTech Startbahn Netzwerk

Tel.: + 49 351 463 42704
Fax: + 49 351 463 42729

Erfahren Sie mehr unter:
www.innovationswerkstatt-kapital.de

schulz@hightech-startbahn.de
www.hightech-startbahn-netzwerk.de

Inhalt

Das Futur II Innovationskonzept zur Optimierung schienengebundener Fahrzeuge Christian Scholz	11
Eco Design Tool – Qualitative Entscheidungsunterstützung in der Produktgestaltung Georg Dwalischwili, Malte Koslowski und Nikolaus Marbach	27
Innovationsstudien als Treiber anwendungsorientierter Forschung – Beispiele aus dem Agrarbereich Christoph Philipp Schreiber, Thomas Herlitzius und Jens Krzywinski	43
Produktentwicklung von Bekleidung und technischen Textilien – 3D-Design/Konstruktion für biegeweiche Materialien Sybille Krzywinski, Ellen Wendt, Jana Siegmund und Lina Girdauskaite	57
Design Thinking: Allgemeingültiger Innovationsprozess? Gavin Melles und Rebekka Fuge	69
Neue Industrial Design Prozesse für die Produktentwicklung – Die Überarbeitung der VDI/VDE-Richtlinie 2424 Gerhard Reichert, Robert Watty und Christian Zimmermann	77
UXX Enterprise oder: Über den Sinn und Unsinn von Entwerfen, User Experience und Modellbau im Spannungsfeld zwischen Design Thinking und User Centered Design Oliver Gerstheimer	87
Anwenderorientierte strategische Ausrichtung von Design bei technologiegeprägten Unternehmen Frank Thomas Gärtner	103
Partizipative Softwareentwicklung am Beispiel der Findung eines Interaktionskonzeptes Ingmar S. Franke und Frank Peter	115
Die Konzeptvisualisierung als frühe Entscheidungsunterstützung im Rahmen komplexer Produktentwicklungen Frank Mühlbauer und Jens Krzywinski	129

Qualitätsmanagement im Designprozess Matthias Richter	145
Der Raum als unterstützendes Werkzeug im Designprozess. Wie wirkt sich das Design der Arbeitsumgebung auf kreative Teamarbeit aus? Danjela Hüsam, Claudia Nicolai, Dora Panayotova und Ulrich Weinberg	155
Entwickeln mit Mindcards – mehr Interaktion in kreativen Prozessen Stefan Boës, Moritz Mussgnug, Dominik Noli, Bastian Leutenecker und Mirko Meboldt	169
Learning in Action als mannigfaltige Methode zum Erlernen, Erleben und Problem Reframing Andrea Augsten	181
Potenziale und Herausforderungen für das Design in der Konzeptionsphase von soziotechnischen Systemen Jennifer Müller, Christophe Kunze und Madeleine Berger	195
Einsatz von mobilen Eye Tracking Technologien in der nutzerorientierten Produktentwicklung Moritz Mussgnug, Quentin Lohmeyer und Mirko Meboldt	209
Methode zur nutzergerechten Interfacegestaltung auf der Basis eines idealen Informationsablaufs zwischen funktionalen und formalen Anforderungen Markus Schmid	219
Multimodale HMI – Untersuchungen zur Erweiterung der Arbeitsgedächtniskapazität durch visuell-taktile Anzeiger Matti Schwalk und Thomas Maier	233
Assistenzsysteme im industriellen Kontext – Interviews und Kontextanalyse Anja Knöfel, Ralph Stelzer, Rainer Groh und Jens Krzywinski	243
Design im Bereich der Sicherheitstechnik Christian Fritz	255

Gestaltungsprinzipien für herstellerproprietäre, mobilfunkbasierte Arbeitsmittel Applikationen – Die Zielgruppenbefragung Friedrich Niehaus und Tobias Kehrein	263
Optimierung gestalterischer Faktoren für die altersgerechte Mensch- Produkt-Schnittstelle durch Greifkraftmessung Benedikt Janny, Matthias Haug und Thomas Maier	279
Iteratives Design in der Produktentstehung Gerhard Glatzel	291
Streaming alternativer Inhalte ermöglicht Barrierefreiheit für einige – und Mehrwerte für viele Zuschauer Mathias Knigge und Jörn Erkau	303
Kein schales Schimmern – Die Goldene Regel im Designkontext Heike Raap	309
Möbelentwicklung im Wandel Tony Gauser	319
Solarkraft in der Produktentwicklung – Anwendungen für Westafrika Jörg Reiff-Stephan	327
Universal Design – Möglichkeiten und Grenzen Susanne Trabant, Linda Geißler und Stefan Schmidt	341
Wahrnehmungsgerechtigkeit als Gestaltungsaufgabe im Produktdesign Thomas Gatzky	351

Das Futur II Innovationskonzept zur Optimierung schienengebundener Fahrzeuge

Christian Scholz

Abstract

Gegenstand der Arbeit ist die Ausarbeitung eines Futur II Innovationskonzeptes zur Optimierung schienengebundener Fahrzeuge für das Jahr 2035. Es soll geprüft werden wie viel Inhalt eine Innovationsstudie transportieren kann und wie die Methoden der Zukunftsforschung den Designprozess ergänzen können. Durch die Beachtung aller gestaltungsrelevanten Faktoren (Kontextbildung) soll eine möglichst präzise operationelle Ausgestaltung von Ideen mit hohem Realitätsgehalt ermöglicht werden. Ziel ist ein detailliert ausgestaltetes Fahrzeugkonzept, welches es dem Betrachter ermöglicht, die Verkettung der Optimierungen sowie das Reiseerlebnis aus unterschiedlichen Nutzer-Perspektiven zu beurteilen.

1 Stand der Ausarbeitung

Der hier vorgestellte Artikel ist die erste Veröffentlichung zu diesem Forschungsvorhaben und soll als Forschungsskizze verstanden werden. Das gewählte Themengebiet und dessen Ausarbeitung sind noch grob umrissen und werden sich weiter spezialisieren um tragbare Aussagen zu den Forschungsfragen erarbeiten zu können. Designforscher und Spezialisten aus den angrenzenden Forschungsbereichen sind herzlich zum Austausch und zur Kritik eingeladen.

2 Einleitung (Eingruppierung, Problembeschreibung, Relevanz)

Ein Wert der Designdisziplin ist es Neues zu erschaffen. Jeder neue Entwurf ist zunächst unreal, unscharf und spekulativ. Der Designer ist dafür ausgebildet Innovationsvisionen zu entwickeln, doch wie verhält sich der Designprozess wenn sich der Zeithorizont ausdehnt? Es ist anzunehmen, das sich das Vorgehen für einen Entwurf der fernen Zukunft (+ 20 Jahre) von einem Entwurf der nahen Zukunft (+ 2 Jahre) unterscheidet.

„Für die Zukunft lässt sich prognostizieren, dass das Design- und das Produktkonzept durch eine immer komplexer werdende Umwelt und eine weiterhin zunehmende Informationsmenge noch zusätzliche Bedeutung erhalten werden.“ (Gausemeier et al. 2001, zit. nach Krzywinski 2012)

Das Forschungsvorhaben soll Antworten darauf geben wie weit das Design- und Produktkonzept mit den Methoden der Zukunftsforschung angereichert werden kann, um als Futur II Innovationskonzept den Realitätsgehalt durch eine möglichst präzise Kontextbildung zu erhöhen.



Abbildung 1: Realität (links) und Entwurf (rechts), Stadler NSB Flirt (NOSE)

Die Design-Praxis hat die Designprozesse für zukunftsnahe Entwürfe soweit gefestigt, das wenig Abweichung vom Entwurf zum realisierten Produkt möglich ist. Das Praxisbeispiel des STADLER RAIL, NSB Flirt (Abbildung 1, NOSE) zeigt den virtuellen Entwurf und das umgesetzte Produkt. Der Autor war an diesem Projekt im Entwurf und dessen Realisierung beteiligt und konnte beobachten das eine präzise Auseinandersetzung mit dem Kunden (STADLER RAIL) und dem Betreiber (NSB=Norwegische Staatsbahn) zu einem realitätsnahen und präzise begründbaren Entwurf führte. Das erarbeitete Wissen über die gestaltungsrelevanten Faktoren (Material, Technik, Auflagen, Vorgaben, Umsetzbarkeit, Entwicklungszeit, Wirtschaftlichkeit, Ergonomie u.a.) ermöglichte eine nahezu direkte Umsetzbarkeit des Entwurfs.

Ein anderes Praxisbeispiel beschreibt eine Innovationsstudie (n.n.) aus dem Bereich der Schienenfahrzeuge. Hier wurde die Designagentur damit beauftragt die zukünftigen Bedürfnisse der Reisenden zu analysieren und entsprechende umsetzbare Lösungsansätze zu präsentieren. Aus diesem Fundus der realitätsnahen Konzepte hat der Auftraggeber eine Auswahl getroffen welche für die nächsten Ausschreibungsunterlagen unter dem Punkt Innovationen von den Industriepartnern umgesetzt werden sollten.

Hier zeichnete sich ein zu erwartendes Problem ab, Innovationskonzepte benötigen in vielen Fällen komplette Neuentwicklungen, welche Potential aber auch Risiken mit sich bringen. Im Bereich der komplexen Schienenfahrzeuge sind die Auflagen der Betreiber so hoch dass von möglichst vielen Risiken Abstand genommen wird. Dies hat zur Folge das nur kleine risikoarme Veränderungen möglich sind. Ein weiteres Problem hat sich durch die Verteilung der Hersteller von Einzelkomponenten kristallisiert. Diese haben selten die Bereitschaft und Reserven für zeitnahe Neuentwicklungen. In Gesprächen und auf Fachmessen erkennt man ein durchaus großes Interesse an Produktverbesserungen und neuen Aufgabenbereichen, nur fehlt es vielen an einem Leitbild. Was wird das Reisebedürfnis im Zukünftigen Schienenverkehr sein? Wie sehen Lösungen dazu aus? Welche Langzeitentwicklungen können angegangen werden, um zukünftige Fahrzeugkonzepte möglich zu machen?

Die Hersteller von Schienenfahrzeugen konzentrieren sich auf den aktuellen Markt und auf das was der Betreiber fordert. Das Thema der Innovationsstudien wird eher als Marketingwerkzeug verstanden (Abbildung 2, Giugiaro) und dementsprechend hülsenartig sind die Skizzen der Schienenfahrzeuge der Zukunft. Sie sind selten ganzheitlich durchdacht und daher auch nicht glaubwürdig dargestellt. Sie transportieren Styling-Elemente und bedienen sich großer Freiheitsgrade, da scheinbar in Zukunft alles möglich ist (Abbildung 3, priestmangoode). Ihre Aufgabe ist es das jeweilige Unternehmen möglichst innovativ erscheinen zu lassen, was sicher auch daran liegt, das Innovation nicht immer sichtbar gemacht werden kann. Ein weiteres Phänomen der Verbildlichung von Zukunft ist, das der Betrachter sehr schnell eine Meinung oder Haltung bildet oder ein Urteil darüber fällt, da er glaubt, das Gesehene beurteilen zu können. Es wird aus diesem Grund auch davon gesprochen, dass Zukunftsstudien polarisieren und aufgrund von persönlichen Empfinden bewertet werden. Betrachtet man die Studie zur Mobilität Zürich 2025 (Abbildung 4, ZhDK 2013) der Zürcher Hochschule der Künste wird das Problem der Glaubwürdigkeit wahrnehmbar. Wie realitätsnah bewertet der Betrachter die 11 Jahre entfernte Studie zur neunen Mobilität in Zürich? Die Studie wird bewertet ohne die Hintergründe zu kennen, es bleibt das Abbild einer Zukunftsvision dessen bildhafter Wert sehr beliebig erscheint. Mit dem Forschungsvorhaben soll ebenfalls geprüft werden ob ein realitätsnaher und detailliert dargestellter Entwurf dieses Phänomen verringert.

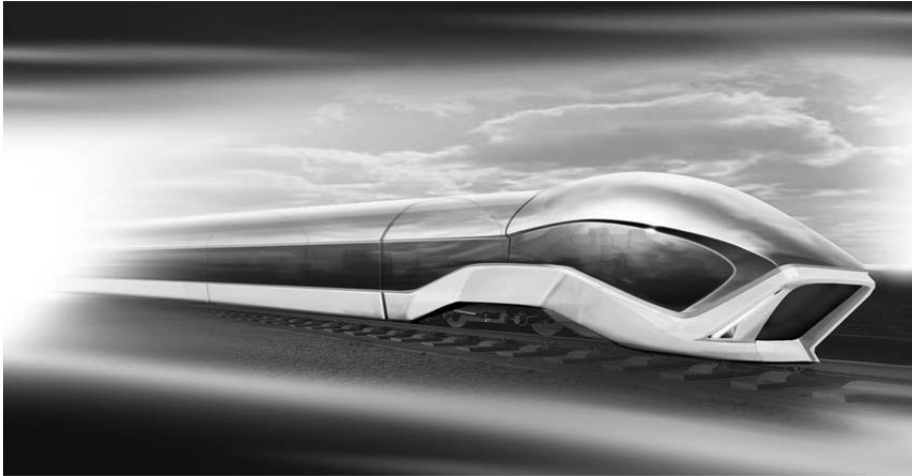


Abbildung 2: Zukunftsstudie gezeigt auf der Railway Interior Expo 2013 (Giugiaro 2013)

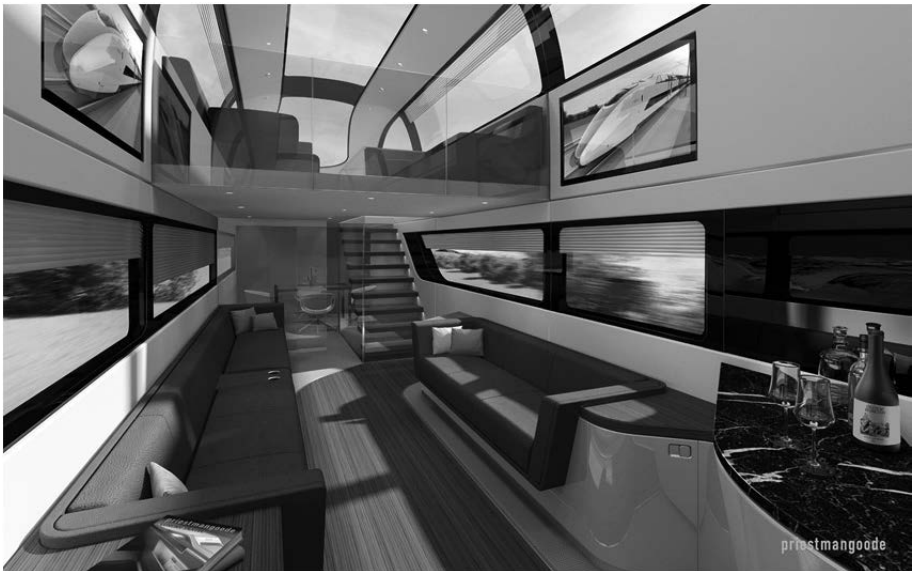


Abbildung 3: Mercury Luxury Train (priestmangoode)



Abbildung 4: *Mobilität Zürich 2025 (master.design.zhdk.ch)*



Abbildung 5: *Next Generation Train (DLR)*

Eine Ausnahme vor diesem Hintergrund ist der Next Generation Train (Abbildung: 3, DLR) des Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Er hat den Anspruch der Realitätsnähe innerhalb der technischen Teilgebiete. Jedoch ist auch am Beispiel NGT sichtbar das weite Bereiche des Fahrzeugkonzeptes fragmentarisch behandelt wurden und somit die Realitätsnähe des gesamten Schienenfahrzeuges in Frage gestellt wird.

Durch die beschriebene Problemlage und den aufgeführten Beispielen zeichnet sich eine Relevanz des Forschungsvorhabens ab.

3 Begriffsklärung

Futur II

Der Begriff „FUTURZWEI“ wurde von *Welzer* und *Rammler* (2012) in dem Buchtitel: *“Der FUTURZWEI-Zukunftsalmanach 2013: Geschichten vom guten Umgang mit der Welt“* verwendet.“

Mit dem Ausdruck Futur II soll ein Entwurf beschrieben werden, der in ferner Zukunft (+20 Jahre) umgesetzt werden könnte. Der Futur II Entwurf beabsichtigt eine Leitbildfunktion und verkörpert eine Summe von Lösungsansätzen zu einem schlüssigem Gesamtbild.

Futur II Innovationskonzept

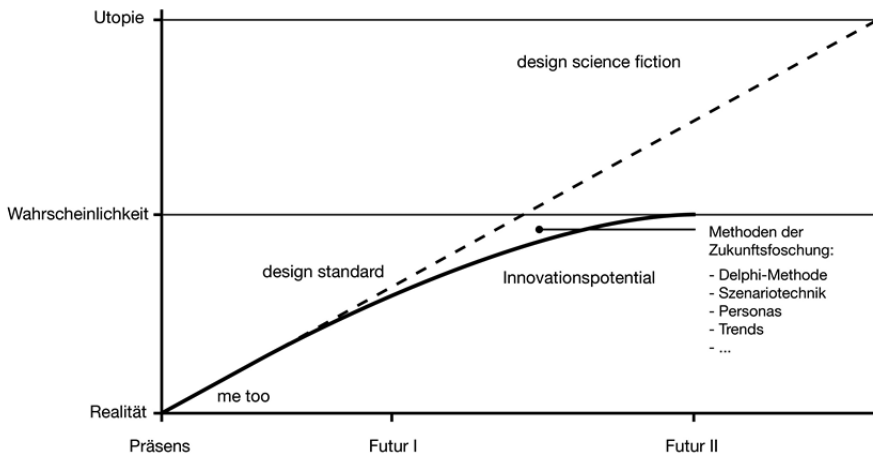


Abbildung 6: Schematische Darstellung des Futur II Innovationskonzept (Scholz 2014)

Die Skizze des Futur II Innovationskonzepts (Abbildung 6: Scholz) beschreibt das angestrebte Verhältnis zwischen Zeit und Realitätsnähe. Es soll zum Ausdruck gebracht werden das die Methoden der Zukunftsforschung dazu beitragen den Futur II Entwurf in der Umgebung der Wahrscheinlichkeit zu platzieren. Es wird vermutet, dass das Innovationspotential am Größten ist, wenn der Entwurf zeitlich fassbar ist und nicht über die Bedeutung der Wahrscheinlichkeit hinaus geht. Wird der Bereich der Wahrscheinlichkeit überschritten, so werden die Entwürfe als unreal eingestuft (design science fiction). Die gestaltende Praxis bewegt sich im Bereich der „design standards“. Diese Entwürfe sind in der Regel zeitnah zu realisieren und teilweise innovativ. Im unteren Bereich stehen die „me too“-Produkte (die Kopie eines am Markt funktionierende Produktes), sie sind umgehend realisierbar und wenig innovativ.

Gestaltungsrelevante Faktoren

Gestaltungsrelevante Faktoren sind alle Einflüsse die für den Entwurf kontextbildend sind. (Zeit, Energie, Aufgabe, Normen, Sicherheit, Ergonomie, Nutzbarkeit, Mobilitätsverhalten, Reismotive, Infrastruktur u.a.).

Human Factors

Der Begriff human factors (menschliche Faktoren) soll als Metabegriff für die Bereiche der Ergonomie, der Usability (Nutzbarkeit) sowie des Nutzererlebens stehen.

Innovation

Das Verständnis von Innovation ist geprägt von Schumpeter (1912) und Brown (2009). Für die vorgestellte Arbeit: „Das Futur II Innovationskonzept zur Optimierung schienengebundener Fahrzeuge“ erscheint die Definition gemäß Duden als passend (Duden.de 2014). Aus Sicht des Autors steht der Begriff nicht im Widerspruch da er als „Innovations-Konzept“ verwendet wird und die Absicht ankündigt eine Innovation als Folge auszulösen.

Optimierung

Die Optimierung sagt aus, dass auf ein bestimmtes System oder einer Lösung aufgebaut wird. Eine Optimierung kann daher keine vollständig neue Lösung sein, sondern nur eine Erweiterung, Verbesserung oder Ergänzung einer vorhandenen Lösung. Der Begriff Optimierung steht im Widerspruch zum Innovationsgedanke der den Anspruch auf neue Lösungen hat. Vor dem Hintergrund der Realitätsnähe erscheinen die Begriffe als sinnvoll.

Realitätsnähe

Die Realitätsnähe für einen Futur II Entwurf ist dann gegeben, wenn eine Gruppe aus Experten in Ihrer Mehrheit der Aussage zustimmt.

Mit der Aussage der Realitätsnähe wird eine erhöhte Wahrscheinlichkeit zum Ausdruck gebracht welche gegebenenfalls als Entscheidungsgrundlage für zukünftige Entwicklungen hinzugezogen werden kann.

Visualisiertes Briefing

Unter dem Begriff visualisiertes Briefing soll die Verbildlichung von Kontextinformation verstanden werden. Einige Beispiele hierzu sind: Eine Skizze der Mindestmaße für ein Rollstuhlgängiges WC, ein gezeichneter Fahrzeuggrundriss mit der Darstellung der gewünschten Sitzplatzanzahl sowie eine 3D Skizze der vom Lokführer Sitzplatz ausgehenden Sichtfelder zur Wahrnehmung der Betriebssignale. Wird dieser Gedanke weiter geführt, könnte man auch annehmen, dass ein Designkonzept ein visualisiertes Briefing ist.

Zukünftiges Mobilitätsverhalten

Das Mobilitätsverhalten entwickelt sich zu einem Mietmodell (pay per use), es wird gemietet was gerade für eine bestimmte Zeit benötigt wird. Dadurch wird das multimodale und intermodale Mobilitätsverhalten immer weiter ausgeprägt. Die Reisegeschwindigkeit ist dabei weniger relevant, wichtiger erscheint der lückenlose Ablauf (seamless travel) und die Zuverlässigkeit der mobilisierenden Einheit. Für den Reisenden stellt sich die Frage, wie man die Zeit während der Reise am Sinnvollsten nutzen kann. Das Mobilitätsverhalten kann aus zwei Perspektiven betrachtet und beurteilt werden:

- Aus der Sicht des reinen Transportweges von A nach B und dessen funktionalen Elementen und Abläufen.
- Aus der Sicht des Reisenden und seinen Bedürfnissen.

Die Fahrgäste arbeiten, pflegen ihre digitalen Netzwerke, lesen oder schlafen. Reisen wir in Zukunft weiterhin in zwei Klassen oder reisen wir in Funktionszonen? Aus welchen Reisekriterien wird mir ein Sitzplatz angeboten? Fahre ich Langstrecke, möchte ich arbeiten, was macht eine gute Reise aus? Was sind die Reisebedürfnisse im Jahr 2035?

4 Stand der Forschung

Der Stand der Forschung liefert Ergebnisse auf Teilgebieten, jedoch keine bildhafte Zusammenführung des Forschungsstandes, dass als Leitbild oder Leitgedanke dienen könnte. Aktuell können drei Forschungsarbeiten genannt werden, die mit dem Vorhaben in Verbindung gebracht werden können: Der *Next Generation Train des DLR (2014)* als wissenschaftspraktische Beispielarbeit. Das Forschungsvorhaben von *Lossau (2014)* als wissenschaftstheoretische Arbeit zum Thema Design und Zukunft sowie die Dissertationsschrift von *Krzywinski (2012)* als wissenschaftliche Grundlage im Bereich Designkonzept.

Der Next Generation Train (NGT) des Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Der Next Generation Train (NGT) der Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) ist ein Versuchsaufbau aus technisch orientierten Forschungsgruppen die einzelne Themen des Schienenfahrzeuges behandeln und darauf abzielen das Fahrzeug als solches schneller und effizienter zu machen. Am Beispiel des NGT ist sichtbar das weite Bereiche des Fahrzeugkonzeptes fragmentarisch behandelt wurden und somit die Realitätsnähe des Gesamten Schienenfahrzeuges in Frage gestellt wird. Das Forschungsvorhaben knüpft an den NGT an, wird in Teilbereichen deckungsgleich sein und sich dennoch im Motiv ausreichend abgrenzen.

*„Als Hauptziel soll die zugelassene Höchstgeschwindigkeit um 25 Prozent erhöht werden, ohne die bestehenden Sicherheitsstandards zu verletzen. Zugleich wird eine Halbierung des spezifischen Energieverbrauchs angestrebt“
(DLR 2013).*

„Analyse zum Wechselbezug von Design und Zukunft und Beschreibung einer designökologonomischen Designstrategie.“ (Lossau)

Das Themenfeld Design und Zukunft wird aktuell am Institut für Transportation Design der Hochschule für Bildende Künste Braunschweig durch das Promotionsvorhaben von *Lossau* behandelt. Thema der Dissertation ist die Auseinandersetzung mit der Zukunftsforschung und dem Fokus auf die ökologische/ökonomische Rolle des Gestalters. Ziel seiner Arbeit ist „die Beschreibung eines Designdenkens, das ökologische und ökonomische Gesichtspunkte aktiv mit einbezieht und in Marktchancen denkt“ (Lossau 2014). Die Nähe zum eigenem Forschungsvorhaben entsteht in der gemeinsamen Fragestellung:

„Lassen sich Methoden der Zukunftsforschung mit einsetzen, um nachhaltiger entwerfen zu können?“ (Lossau 2014)

Das Designkonzept im Transportation Design. Einordnung, Analyse und zukünftige Anwendung (Krzywinski 2012)

Die Dissertationsschrift von *Krzywinski (2012)* behandelt die Untersuchung des Designkonzepts als ganzheitlich erlebbare Wesensbestimmung innerhalb der Disziplin Transportation Design. Es werden die für ein Designkonzept notwendigen Werkzeuge aus anderen Fachdisziplinen analysiert und in Bezug zu designeigenen Werkzeugen gesetzt.

„Die zur Erstellung eines Designkonzeptes verwendeten Werkzeuge wie Personas und Szenarien entstammen anderen Fachdisziplinen, werden aber mit den designeigenen Werkzeugen der Zeichnung und Illustration verarbeitet und verdichtet“ (Krzywinski 2012).

Das Forschungsvorhaben wird mit einer ähnlichen Vorgehensstruktur designeigene Werkzeuge mit den Methoden der Zukunftsforschung und Innovationsforschung in Verbindung bringen und ermöglicht so die Vergleichbarkeit von „angereicherten“ Design- und Innovationskonzepten.

Die Forschungsarbeit kann an die Untersuchungen zum Designkonzept von *Krzywinski* anknüpfen und diese mit den Erkenntnissen aus dem eigenem Versuchsaufbau des Futur II Innovationskonzept in Verbindung bringen.

„Die Ergebnisse der Untersuchungen bestätigen die Existenz von Designkonzepten und geben eine umfassende Beschreibung von Merkmalen, Inhalten, Funktionen sowie ihrer Erstellung“ (Krzywinski 2012).

5 Wissenschaftliche Fragestellung

Ziel der Arbeit ist es zu erforschen was der tatsächlich bewertbare Gehalt einer Futur II Innovationsstudie ist und wie weit eine Transferleistung der gebildeten Theorien möglich ist.

Die Forschungsarbeit soll sich dabei auf folgende Fragestellungen konzentrieren:

1. Welchen Einfluss hat die Kontextbildung auf einen Futur II Entwurf?
2. Welche Auswirkungen haben die Methoden der Zukunftsforschung auf den Designprozess eines Futur II Entwurfs?

3. Welchen Einfluss hat ein realitätsnaher Darstellungsgrad auf die Glaubwürdigkeit eines Futur II Entwurfs?
4. Ist das Futur II Innovationskonzept transferfähig?

Aus den Fragestellungen können folgende Thesen für die Untersuchungsdurchführung abgeleitet werden:

- Die Ausgangslage unterscheidet sich bei Futur I- und Futur II Entwürfen.
- Eine detaillierte Kontextbildung erhöht die Realitätsnähe und unterstützt die Argumentation für einen Futur II Entwurf.
- Die Verbildlichung der gestaltungsrelevanten (kontextbildenden) Faktoren reduziert die Komplexität und ermöglicht dessen Beurteilung.
- Ein realitätsnaher Futur II Entwurf benötigt die Methoden der Zukunftsforschung.
- Die Wahrscheinlichkeit einer Lösung wird maßgebend durch die ständige partizipative Beurteilung beeinflusst.
- Die realitätsnahe Visualisierung eines Futur II Entwurfs hat Einfluss auf die Glaubwürdigkeit und verbessert die Beurteilbarkeit.

6 Entwurf der Untersuchung

Die Untersuchungsdurchführung kann anhand des Prozessablaufs (Abbildung:7, Scholz) veranschaulicht werden.

In den ersten beiden Phasen wird zusammen mit dem Industriepartner die Aufgabe präzise ausformuliert und der Zielzeitpunkt definiert. Es folgt die detaillierte Kontextbildung, sie ist eine von vier Phasen die maßgebend für die Realitätsnähe ist. In dieser Phase wird versucht möglichst viele gestaltungsrelevante Faktoren zu definieren, diese zu verbildlichen und in einer Voruntersuchung auf Ihre Relevanz und Realitätsnähe auszuwerten. Die bereinigte Kontextbildung wird zusammengefasst und als visualisiertes Briefing für den weiteren Prozessablauf aufgearbeitet. Es folgt die Auswahl, Anwendung und Beurteilung der kontextbezogenen Untersuchungsmethoden. Die Ergebnisse und Erfahrungen sollen einen iterativen Prozess durchlaufen um die Qualität der Phasen zu prüfen und dessen Wirkungsweisen zu beobachten. Der Entwurf als praxisorientierter Wissenschaftsteil wird in seiner finalen Darstellung möglichst realitätsnah ausgearbeitet. In der Hauptuntersuchung soll der Entwurf durch Experten beurteilt und deren Erkenntnisse berücksichtigt werden. Soll ein Produkt in dieser Komplexität optimiert werden, bedarf es einer ständigen Beobachtung der technischen, menschlichen und kausalen Einflussfaktoren. Die Auseinandersetzung mit Komplexität kann aus zwei Perspektiven betrachtet werden. Als eine große

Belastung für den Kreativprozess der fast zur Gestaltungsunfähigkeit führen kann oder als eine Punktwolke die dem Entwurf die notwendige Begründung für dessen Ausformulierung liefert.

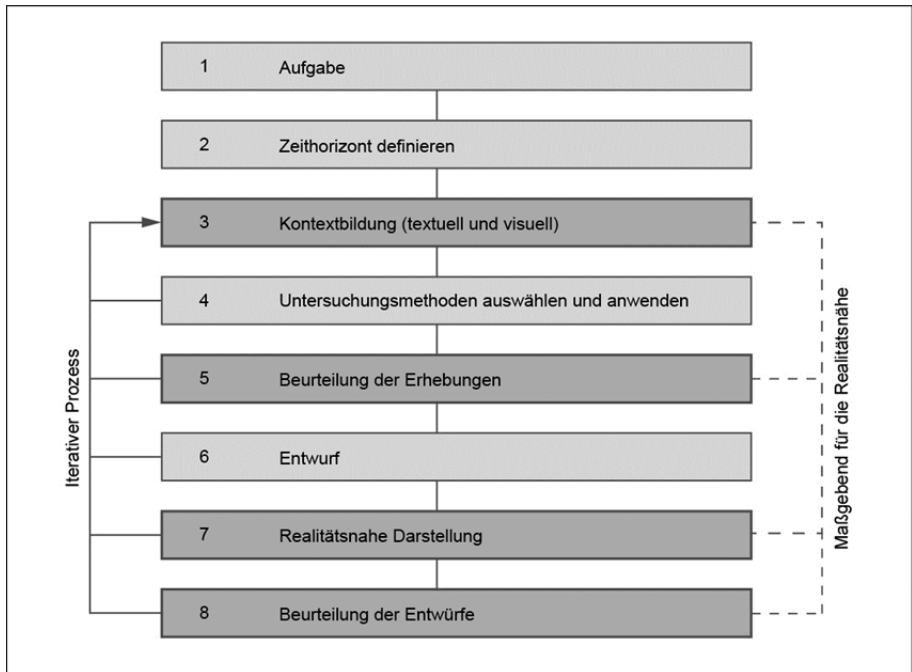


Abbildung 7: Prozessablauf für ein realitätsnahes Innovationskonzept (Scholz 2013)

7 Untersuchungsmethoden

Das Forschungsvorhaben platziert sich in der Schnittmenge von Designforschung, Zukunftsforschung und Innovationsforschung. Dementsprechend soll der Designprozess mit den Methoden dieser Disziplinen angereichert werden. Es soll geprüft werden welchen Einfluss die Methoden auf die Realitätsnähe und Innovationskraft haben.

Zu den Methoden der Zukunftsforschung gehören quantitative und qualitative Ansätze. Bekannte etablierte Verfahren sind: die Delphi-Methode, die Szenariotechnik, Personas, Trends und verschiedene Verfahren der partizipativen Zukunftsgestaltung wie etwa die Technologiefolgeabschätzung, Reflexion und Modellentwicklung. Die kontextuell angewendeten Untersuchungsmethoden haben das Ziel der Datengewinnung, Datenanalyse und Evaluation. Innerhalb dieses Artikels erscheint es wenig sinnvoll alle in

Betracht gezogenen Methoden zu beschreiben. Es wird daher nur auf zwei der für das Forschungsvorhaben wichtigsten Methoden eingegangen.

Delphi-Methode

Die Delphi-Methode (Helmer 1963) ist eine strukturierte Befragung einer Expertengruppe mit dem Ziel eine Gruppenmeinung zu erhalten. Das Vorgehen basiert auf einem anonymen Informations- und Wissensaustausch in iterativen Schleifen. Dadurch können die Meinungen nach Informationsaustausch korrigiert werden und es entsteht eine verdichtete Gruppenmeinung.

Für eine Beurteilung von Futur II Entwürfen ist eine verdichtete Expertenmeinung von großem Wert, denn durch sie lassen sich Aussagen zur Wahrscheinlichkeit der vorgestellten Lösung treffen.

Szenario-Technik

Die Szenario-Technik ermöglicht es die Zukunft aus unterschiedlichen Positionen zu beschreiben und verhindert somit eine einseitige Sicht einer Person.

„Unter Szenario-Methode versteht man die Entwicklung möglicher alternativer zukünftiger Situationen und die Beschreibung des Weges zu diesen Szenarien aus der heutigen Situation“ (Otto 1993).

Für das Erreichen der angestrebten Realitätsnähe bilden diese zwei Methoden eine Grundlage aus Perspektivenwechsel und Meinungskonsens zur Beurteilung der vorgeschlagenen Lösungen.

8 Konkretes Entwurfsprojekt: Schienenfahrzeug

Die Wahl eines Schienenfahrzeuges als prüfende Praxis hat folgende Hintergründe:

- Für die Untersuchung der Forschungsfragen ist das System der Schienenfahrzeuge ausreichend komplex. Es bietet genügend Potential und Relevanz um die Forschungsergebnisse anzuwenden.
- Das Forschungsvorhaben benötigt für die detaillierte Kontextbildung detailliertes Wissen über die Gestaltung von Schienenfahrzeugen, die der Autor mit einer siebenjährigen Berufserfahrung vorweisen kann.

- Es besteht eine außergewöhnliche lange Einsatzzeit (ca.30 Jahre) dadurch distanziert sich das Aufgabenfeld von kurzweiligen Styling-Elementen (wie z.B. in der Automobilindustrie).

Die Optimierung der Schienenfahrzeuge kann in zwei Bereiche unterteilt werden:

1. Die technische und gestalterische Weiterentwicklung der Bauteile, Baugruppen und Systeme eines schienengebundenen Fahrzeuges (Fahrzeugkonzept, Wagenkastenquerschnitt, Wandaufbau, Sitzlayout, Einstiegsbereiche).
2. Die Optimierung der menschlichen Faktoren bei der Reise mit einem Schienenfahrzeug (Reiseerlebnis, Service, Fahrgastkommunikation, Barrierefreiheit).

An diesen zwei Bereichen lassen sich alle Methoden und Entwurfsprozesse exemplarisch abbilden. Weiter ist das heutige Reiseerlebnis für jeden erlebbar und kann auch von jeder Nutzergruppe beurteilt werden. Die Verkettung der einzelnen Produktgruppen und die gegenseitige Abhängigkeit von Interio- und Exterior-Elementen kann ebenfalls präzise dargestellt werden.

Aufgrund des bestehenden Interesses der Öffentlichkeit verspricht sich der Autor eine hohe Anteilnahme und Reflexion auf das Praxisbeispiel.

Literaturverzeichnis

- Brown, T. (2009): Change by design, How design thinking transforms organizations and inspires innovation. New York, NY: Harper Business.
- Dalkey, N. C.; Helmer, O. (1963). An experimental application of the Delphi method to the use of experts. Journal of the Institute of Management Sciences. In: Management Sciences Jg.9: 458-467.
- DLR 2013: Forschen für den Zug der Zukunft.
http://www.dlr.de/dlr/desktopdefault.aspx/tabid-10467/740_read-916/#gallery/2043, zuletzt geändert am 09.10.2013, abgerufen am 10.06.2014.
- Duden 2014: Innovation, Bedeutung 1b.
<http://www.duden.de/rechtschreibung/Innovation#Bedeutung1b>, abgerufen am 10.06.2014.
- Felicidad, R.-T.; Jonas, W. (2010) Positionen zur Designwissenschaft. Kassel: University Press.
- Franke, H.J. (2006): Innovationspotenziale in der Produktentwicklung. Ort: Carl Hauser Verlag GmbH & Co KG..
- Häder, M. (2009): Delphi-Befragungen, Ein Arbeitsbuch. Wiesbaden: VS Verlag.
- Hentsch, N.; Kranke, G.; Wölfel, C. (2009): Innovation durch Design. Dresden: TUDpress Verlag der Wissenschaften GmbH.

- Hof, H. & Wengenroth U. (Hrsg.) 2010: Innovationsforschung, Ansätze, Methoden, Grenzen und Perspektiven. Münster: LIT Verlag.
- Kobuss, J. & Hardt, M. B. 2012: Erfolgreich als Designer, Designzukunft Denken und Gestalten. Basel: Birkhäuser.
- Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel (2010): Eco Rail Innovation – Herausforderungen für das System Bahn 2020. Köln: Innotrans.
- Institut für Transportation Design: Design und Zukunft, Analyse zum Wechselbezug von Design und Zukunft und Beschreibung einer designökologonomischen Designstrategie. Promotionsvorhaben von Matthias Lossau.
http://www.transportation-design.org/cms/front_content.php?idcat=84&idart=158, abgerufen am 10.06.2014
- Krzywinski, J. (2012): Das Designkonzept im Transportation Design, Einordnung, Analyse und zukünftige Anwendung. Dresden: TUDpress Verlag der Wissenschaften GmbH.
- Lienhard, J. H. (2006): How invention begins, Echos of old voices, In the rise of new machines. Ort: Oxford University Press.
- Lindemann, U. (2009): Methodische Entwicklung technischer Produkte, Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden. 3., korrigierte Auflage. Düsseldorf: Springer.
- Komar, R. (2009): Designtheorie 2. Aspekte moderner Designtheorie. 2., Aufl. Oldenburg: dbv Deutscher Buchverlag. (Institut für Designtheorie)
- Otto, R. (1993): Industriedesign und qualitative Trendforschung. München: Akademischer Verlag.
- Ponn, J.; Lindemann, U. (2011): Konzeptentwicklung und Gestaltung technischer Produkte. München: Verlag C.H.Beck oHG.
- Popp, R.; Schüll, E. (Hrsg.) (2009): Zukunftsforschung und Zukunftsgestaltung. Beiträge aus Wissenschaft und Praxis. Berlin Heidelberg: Springer Verlag.
- Popp, R.; Zweck, A. (Hg.) (2013): Zukunftsforschung im Praxistest, Zukunft und Forschung. Wiesbaden: Springer VS.
- Rammler, S. (2010): Die Neuerfindung der Mobilität. Mobilitätspolitik als Weltdesign. Braunschweig: ITD Institut für Transportation Design.
- Reuter, W.; Jonas, W. (Hg.); Rittel, H.(2013): Thinking Design, Transdisziplinäre Konzepte für Planer und Entwerfer. Basel: Birkhäuser.
- Romero-Tejedor, F.; Jonas, W. (2010): Positionen zur Designwissenschaft. Kassel: Kassel University Press.
- Schade, W.; Peters, A.; Doll, C.; Klug, S.; Köhler, J.; Krail, M. (2011): Viver, Vision für nachhaltigen Verkehr in Deutschland. Ort: Fraunhofer ISI. (Working Paper Sustainability and Innovation No. S 3/2011)
- Schumpeter, J. (1934): Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung, Eine Untersuchung über Unternehmerrgewinn, Kapital, Kredit, Zins und den Konjunkturzyklus. Neunte Auflage. Berlin: Duncker & Humblot.
- Schulz, M.; Renn, O. (2009): Das Gruppendelphi, Konzept und Fragebogenkonstruktion. Wiesbaden: VS Verlag.

- Schwedes, O.; Rammler, S. (2012): *Mobile Cities: Dynamiken weltweiter Stadt- und Verkehrsentwicklung*. 2. Auflage, ergänzende und überarbeitete Neuauflage. Münster: Lit Verlag.
- Siegmann, J. (2011): *Neue Technologien und betriebliche Innovationen zu einer Reduktion des Energieverbrauchs im Schienenverkehr*. Berlin: Technische Universität Berlin.
- Steinmüller, K. (1997): *Grundlagen und Methoden der Zukunftsforschung, Szenarien, Delphi, Technikvorausschau*. Gelsenkirchen: SFZ.
- Verworn, B.; Herstatt, C. (2000): *Modelle des Innovationsprozesses*. Arbeitspapier.
- Welzer, H.; Rammler, S. (2012): *Der FUTURZWEI-Zukunftsalmanach 2013: Geschichten vom guten Umgang mit der Welt*. 2. Auflage. Frankfurt: Fischer Taschenbuch.
- Wenneberg, D. (2013): *Multi-Functional Composite Design, Concepts for Rail Vehicle Car Bodies*. Schweden: KTH Engineering Sciences.
- Wilms, F. E.P. (2006): *Szenariotechnik: Vom Umgang mit der Zukunft*. Bern: Haupt Verlag.
- Zierer, M. H.; Zierer, K. (2010): *Zur Zukunft Der Mobilität: Eine multiperspektivische Analyse des Verkehrs zu Beginn des 21. Jahrhunderts*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Kontakt

Dipl.-Des. [FH] Christian Scholz
Designgrad GmbH
Studernheimer Weg 17a
67227 Frankenthal
www.designgrad.de

Eco Design Tool – Qualitative Entscheidungsunterstützung in der Produktgestaltung

Georg Dwalischwili, Malte Koslowski und Nikolaus Marbach

Einleitung

Die Lebensqualität des Individuums, die gesellschaftliche Lebensqualität und die Qualität des Ökosystems Erde sind übergreifende Bereiche die für den Menschen und sein Wohlbefinden essentiell sind. Jeder dieser Bereiche wird in der heutigen Welt durch die von den Menschen gebrauchten und verbrauchten Produkte und Dienstleistungen und ihre Auswirkungen maßgeblich beeinflusst. Die negativen ökologischen Auswirkungen sind hinlänglich bekannt. Die Begrenzung dieser Auswirkungen auf ein ökologisch verträgliches Maß ist die große globale Herausforderung der ersten Hälfte des 21. Jahrhunderts.

In der Gestaltungsphase eines Produkts (Produktstrategie, Produktdefinition, Produktdesign, Konstruktion) werden 80 % der ökologischen Auswirkungen, die das Produkt entlang seines Lebenszyklus verursacht (European Commission), festgelegt. Sie sind später nur mit großem zusätzlichem Aufwand oder gar nicht mehr zu beeinflussen. Das Eco Design greift diese Herausforderung auf und unterstützt Designer, Ingenieure und Führungskräfte, als die wesentlichen Akteure im Gestaltungsprozess, dabei ihrer Verantwortung gerecht zu werden und ihren Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung unserer Gesellschaft und seiner Zukunftsfähigkeit zu leisten. Das Ziel des Eco Design ist die Gestaltung von ökologisch nachhaltigen Produkten. Das Eco Design sensibilisiert alle in den Gestaltungsprozess involvierten Akteure für die ökologischen Auswirkungen ihrer Produkte und fördert eine ganzheitliche Betrachtungs- und Herangehensweise an die Produktgestaltung, die auch die Wechselwirkungen mit sozialen und ökonomischen Aspekten einbezieht. Die Herausforderungen, die sich aus der Vielfalt, Vielschichtigkeit, Komplexität und Dynamik der Ökologie ergeben und mit den anderen Dimensionen des Designs interagieren, werden adressiert. Die aufgezeigten ökologischen Anforderungen an das Design werden in den Prozess der Produktgestaltung integriert, um eine dauerhafte Transformation zu gewähr-

leisten. In diesem Sinne handelt es sich beim Eco Design nicht um eine weitere neue Disziplin innerhalb des Designs sondern um eine Transformation des Designs als solches.

Das ECO DESIGN TOOL unterstützt Designer, Ingenieure und Führungskräfte bei der Anwendung des Eco Design und dessen Integration in ihre Arbeitsprozesse. Mit der Strukturierung des Themas Ökologie durch Kriterien und der Visualisierung ihrer Zusammenhänge eröffnet das Tool Gestaltern und Ingenieuren die kreativen Potenziale der ökologischen Herausforderungen und vereinfacht deren Einbindung in die Produktgestaltung. Entscheider unterstützt das Tool bei der Minimierung von Risiken durch die Identifizierung kritischer Pfade und bei der Vorbereitung fundierter Entscheidungen.



Abbildung 1: Das aufgefächerte ECO DESIGN TOOL

Eco Design und Nachhaltigkeitsstrategien

Die Transformation und dauerhafte Implementierung einer nachhaltigen gesellschaftlichen Entwicklung werfen Probleme auf, die nicht innerhalb der etablierten Disziplinen angesiedelt sind, sondern vielmehr in deren Überschneidungsbereichen liegen. Die Probleme sind durch ihre Komplexität sowie die Unmöglichkeit, sie in isolierbare Teilprobleme zu zerlegen gekennzeichnet (Jahn 2012). Für solche komplexen Probleme gibt es in der Regel keine eindeutigen Lösungen in Form von technologischen Innovationen. Es ist eine holistische und systemorientierte Herangehensweise erforderlich, die die Erzeugung von „Gestaltungswissen“ und dessen unmittelbare Erprobung in der Umsetzung gesellschaftlicher Transformationsstrategien verknüpft und zu übergreifenden Innovationsprozessen verbindet (Krohn 2011). Die Umsetzung dieser Anforderung erfolgt im Eco Design insbesondere durch eine abgestufte Anwendung der Nachhaltigkeitsstrategien Suffizienz, Konsistenz und Effizienz.

Die Suffizienz setzt auf eine Verbesserung der Lebensqualität durch Dienstleistungen und deren Fähigkeit Kundenbedürfnisse ohne die Verwendung physischer Güter zu befriedigen bzw. die Nutzung physischer Güter anders zu organisieren und dadurch den Materialeinsatz zu verringern. Die Implementierung im Eco Design fordert die Akteure der Produktgestaltung dazu auf gesellschaftliche und individuelle Bedürfnisse und die etablierte Form ihrer Befriedigung zu hinterfragen und durch die Entwicklung innovativer nachhaltiger Nutzungsmodelle neu zu gestalten. Die Umsetzung der Suffizienz erfordert Maßnahmen sowohl in der Produktstrategie und dem Produktportfoliomanagement als auch bei der Gestaltung des einzelnen Produktes. Ein interdisziplinäres und bereichsübergreifendes Vorgehen unter Einbeziehung des Marketing und der Unternehmensführung ist insbesondere in großen, stark arbeitsteilig organisierten Unternehmen erforderlich. Konsistenz und Effizienz adressieren die Eigenschaften und Merkmale der physischen Güter. Das Eco Design strebt durch die Anwendung der Konsistenz danach die „richtigen“ Produkte zu gestalten. Dies sind Produkte deren ökologischen Auswirkungen entlang ihres Lebenszyklus innerhalb der Kapazitäten sowohl des globalen als auch der lokalen und regionalen Ökosysteme bleiben. Die Effizienz minimiert den erforderlichen Input (natürliche Ressourcen, Emissionen) entlang des gesamten Produktlebenszyklus relativ zum Output in Form des Nutzens (Stengl 2011).

Das Eco Design eröffnet dem Designer unterschiedliche Ansätze zur Umsetzung seiner ökologischen Ziele durch die Anwendung der Nachhaltigkeitsstrategien Suffizienz, Konsistenz und Effizienz. Es verwendet alle drei Strategien und fördert ein abgestuftes Vorgehen, das zunächst die Suffizienzpotentiale ermittelt und im Lösungsansatz umsetzt. Erst im Anschluss wendet man sich der Gestaltung unter Berücksichtigung der Konsistenz zu, um ökologisch nachhaltige physische Produkte zu gestalten. Die Effizienz wird im Kontext der Konsistenz zur Minimierung der ökologischen Auswirkungen eingesetzt.

Eco Design im Unternehmenskontext

Die Merkmale und Eigenschaften eines Produktes werden in Unternehmen maßgeblich durch die Designer als die Gestalter neuer Produkte bestimmt. Der Designer ist in seiner gestalterischen Tätigkeit jedoch selten frei, sondern meistens den Anforderungen verschiedener Stakeholder ausgesetzt, die mit seinen Anspruch umweltgerechte Produkte zu erstellen kollidieren und zu Zielkonflikten führen können.



Abbildung 2: Zielkonflikte bei der Umsetzung des Eco Design im unternehmerischen Kontext

Der Designer will seinen eigenen Designanspruch verwirklichen und im Rahmen des Eco Design die ökologische Anforderungen in das Produkt integrieren. Er sieht sich zugleich mit den Kundenanforderungen konfrontiert, muss die unternehmerischen Vorgaben (z. B. Kosten, Zielgruppen, Anwendungsgebiete u. a.) berücksichtigen und gesellschaftliche Rahmenbedingungen und Ansprüche beachten.

Die Stärke und Ausprägung dieses Spannungsfeldes definiert maßgeblich den Freiraum, der dem Designer für das Eco Design zur Verfügung steht. Das Spannungsfeld ist jedoch nicht statisch. Der Designer kann allein oder in Zusammenarbeit mit anderen Akteuren die Gestaltungsfreiheit für die Umsetzung des Eco Design durch Aufklärungs- und Überzeugungsarbeit erweitern. Eine wichtige Rolle spielt hierbei die Kooperation mit Stakeholdern, die ähnliche Ziele verfolgen.

Das ECO DESIGN TOOL

Das Eco Design verfolgt bisher vielfach eine reine Effizienzstrategie und fokussiert sich auf die Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz. Dieser quantitativ geprägte Ansatz vernachlässigt die Potenziale der Suffizienz- und der Konsistenzstrategie, die eine qualitative oder semi-quantitative Herangehensweise erfordern.

Das ECO DESIGN TOOL greift diese Potenziale auf, versteht sie als kreative Potenziale, und macht sie zum Ausgangspunkt von Innovation. Das Tool

vereint Elemente der Suffizienz-, Konsistenz- und Effizienzstrategie auf qualitativer Ebene mit dem Ziel den Spielraum der Akteure im Gestaltungsprozess zu erweitern und neu zu justieren.

Das Tool repräsentiert 40 ökologische Kriterien und ihre Wechselwirkungen. Es adressiert die wesentlichen Aspekte des Eco Design. Die in den Gestaltungsprozess involvierten Akteure, Designer, Ingenieure und Führungskräfte können durch die Analyse und Berücksichtigung verschiedener Kriterien aus den Bereichen Material, Realisation und Nutzen ökologisch nachhaltige Produkte und Dienstleistungen gestalten und das Eco Design in ihre Tätigkeit integrieren. Die zwischen vielen Kriterien bestehenden Abhängigkeiten und Spannungsfelder werden aufgezeigt und sollen bei der Gestaltung berücksichtigt werden.

Aufbau des Tools

Das ECO DESIGN TOOL repräsentiert die 40 ökologischen Kriterien durch jeweils eine Karte. Auf jeder Karte sind die Kontexte, in denen das Kriterium relevant sein kann, durch Stichworte beschrieben. Das Kriterium wird in seiner Breite, Tiefe und Vielfalt dadurch besser erfahrbar. Bilder auf der Rückseite jeder Karte bieten durch Inspirationen aus der Natur einen alternativen assoziativen Zugang zum jeweiligen Kriterium.

Die Kriterien werden einem der Begriffe Nutzen, Material und Realisation zugeordnet, die die drei Kapitel des Tools bilden und das Thema Ökologie strukturieren. Jedem Kapitel ist eine Index-Karte vorangestellt, die alle zugehörigen Kriterien auflistet. Innerhalb der Kapitel dienen Kategorien der zusätzlichen Strukturierung.

Verknüpfungen zwischen den Karten visualisieren die inhaltlichen Zusammenhänge zwischen den Kriterien und ermöglichen eine mehrdimensionale Betrachtung. Verknüpfte Karten sind inhaltlich verwandt, ergänzen sich oder eröffnen ein Spannungsfeld. Die Markierungen am unteren Rand jeder Karte implementieren die Verknüpfungen. Die 40 Kriterien und ihre Zuordnung zu Kapiteln und Kategorien werden in Tabelle 1 dargestellt.

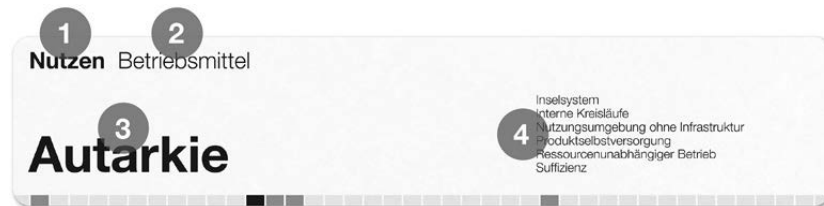


Abbildung 3: Struktur der Karten: Kapitel (1), Kategorie (2), Kriterium (3), Kontextvokabeln (4) und Verknüpfungen (unterer Rand).

Tabelle 1: Die Kriterien und ihre Strukturierung.

Kapitel	Kategorie	Kriterium	
Nutzen	Funktionsprinzip	Vereinfachung	
		Zusatzfunktion	
		Modularität	
		Fortschritt	
	Nutzungsphase	Nutzungsmodell	
		Nutzungsdauer	
		Langlebigkeit	
		Umnutzung	
		Instandhaltung	
		Verschleiß	
		Rücknahmesystem	
	Betriebsmittel	Autarkie	
		Verbrauch	
		Wirkungsgrad	
Material	Eigenschaften	Lebensdauer	
		Recyclingmaterial	
		erneuerbare Rohstoffe	
		toxische Bestandteile	
	Beschaffung	Ressourcenpotential	
		Gewinnungsaufwand	
		Kreislauf	
		lokale Verfügbarkeit	
		Ausschuss und Abfälle	
Realisation	Bauteile	Teileanzahl	
		Materialvielfalt	
		Materialkennzeichnung	
		Dimensionierung	
		Belastbarkeit	
		Trennbarkeit	
		Reparierbarkeit	
		Oberfläche	
		Verfahren	Komplexität
			Beherrschbarkeit
	Materialeffizienz		
	Energieeffektivität und -effizienz		
	Maschinen, Werkzeuge und Formen		
	Betriebs- und Hilfsmittel		
	Distribution		Stückzahl
		Verpackung	
		Logistik	

Strukturierung der Inhalte – Nutzen, Material, Realisation

Die drei Nachhaltigkeitsstrategien werden durch das Tool adressiert und die Aspekte Nutzen, Material und Realisation dienen bei der Umsetzung dieser Strategien als Leitplanken, die dem Designer einen Reflexionsrahmen bieten.

Die ökologischen Auswirkungen von Nutzenkonzept, Materialwahl und Realisation werden durch verschiedene Kriterien thematisiert und in den Kontext der vorherrschenden ökonomischen Mechanismen gestellt. Die Kriterien beleuchten Herausforderungen innerhalb des jeweiligen Kapitels, zeigen durch die Verknüpfungen aber auch Wechselwirkungen, Abhängigkeiten und Spannungsfelder zu Kriterien aus den anderen Kapiteln auf. Die Reihenfolge von Nutzen, Material und Realisation folgt zwar einer inneren Logik aber im Allgemeinen ist ein iteratives Vorgehen, das beliebig zwischen den verschiedenen Kapiteln wechselt zielführender als eine serielle Abarbeitung. Dies wird im nachfolgenden Kapitel *Methoden* genauer dargestellt.

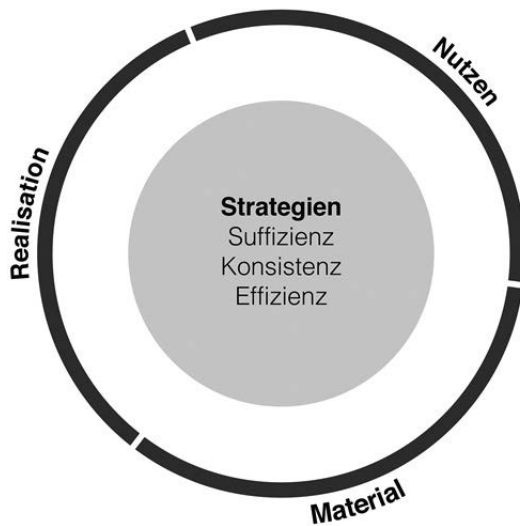


Abbildung 4: Umsetzung der Nachhaltigkeitsstrategien im ECO DESIGN TOOL

Nutzen

Das Kapitel Nutzen adressiert die beiden in diesem Kontext relevanten Bedeutungen des Wortes *Nutzen*, *Der Nutzen* und *Das Nutzen*. '*Der Nutzen*' beschreibt die Fähigkeit eines Produktes oder einer Dienstleistung ein Bedürfnis zu befriedigen und ist eng mit der Suffizienzstrategie

verbunden. Die Kriterien *Nutzungsmodell*, *Nutzungsdauer*, *Umnutzung*, *Fortschritt* und *Vereinfachung* adressieren diesen Aspekt in dem sie den Designer dazu animieren über Bedürfnisse und ihre Entstehung und Befriedigung zu reflektieren.

- Welche Rolle spielen neue Produkte und deren Vermarktung bei der Entstehung von Bedürfnissen?
- Wie ist die aktive Generierung von Bedürfnissen im ökologischen Kontext zu bewerten?
- Welche materiellen und immateriellen Möglichkeiten der Bedürfnisbefriedigung sind vorstellbar?
- Welche Rolle spielen technische, funktionale und psychologische Obsoleszenz im Kontext von Bedürfnisentstehung und -befriedigung?

Das Nutzen beschreibt die Anwendung eines Produkts oder die Inanspruchnahme einer Dienstleistung und entspricht der 'Nutzenphase' im Produktlebenszyklus. Die ökologischen Auswirkungen der Produkte in der Nutzenphase (z. B. Energieverbrauch, Ressourcenverbrauch, Emissionen, Gesundheitsschäden) werden bereits bei der Gestaltung des Produkts maßgeblich bestimmt. Die Kriterien *Verbrauch*, *Wirkungsgrad*, *Lebensdauer*, *Verschleiß* und *Reparierbarkeit* weisen den Designer auf diese Auswirkungen hin und ermöglichen es ihm mittels Kriterien und deren intelligenten Verknüpfungen die Auswirkungen in seinem Design zu minimieren oder ganz zu vermeiden.

Material

Das Kapitel Material wird durch die ökologischen Grenzen der Quellen und Senken der globalen wie auch der regionalen und lokalen Ökosysteme bestimmt. Die Begrenztheit der Quellen beruht auf der Endlichkeit der Ressourcen, die die Basis für alle Materialien bilden. Es handelt sich hierbei sowohl um unbelebte Ressourcen wie Erze, Wasser und fossile Rohstoffe als auch um biologische Ressourcen wie den Boden und die Vielfalt der Arten. Die Kriterien *Ressourcenpotential*, *erneuerbare Rohstoffe*, *Recyclingmaterial* und *Kreislauf* adressieren insbesondere die Begrenztheit der Quellen und zeigen Lösungsmöglichkeiten auf. Die endliche Kapazität der Ökosysteme in sie eingebrachte (Schad-) Stoffe zu verarbeiten und umzuwandeln (z. B. in die Atmosphäre eingebrachte Klimagase, in den Boden eingebrachte Schwermetalle) definiert die Grenzen der Senken und wird durch die Kriterien *toxische Bestandteile*, *Ressourcenpotential* und *Ausschuss und Abfälle* aufgezeigt. Ein besonderes Augenmerk gilt den nicht offensichtlichen Auswirkungen der Materialauswahl, die sich im virtuellen

Wasser und dem ökologischen Rucksack eines Produktes manifestieren und durch das Kriterium *Gewinnungsaufwand* aufgezeigt werden.

Realisation

Das Kapitel Realisation betrachtet die ökologischen Auswirkungen der Konstruktion und Herstellung eines Produkts und seine Distribution zum Nutzer. Die Umsetzung einer Produktidee in ein herstellbares Produkt durch Detaildesign und Konstruktion ist eng mit Kriterien des Kapitels Nutzen verknüpft, da es die Voraussetzungen zu deren Umsetzung schaffen muss. Die Kriterien *Materialvielfalt*, *Materialkennzeichnung* und *Reparierbarkeit* adressieren diese Herausforderung. Ein weiterer Fokus liegt auf der Umsetzung der Effizienzpotentiale durch die Berücksichtigung der Kriterien *Dimensionierung*, *Oberfläche* und *Teileanzahl*. Die Kriterien aus der Kategorie *Verfahren* zeigen die relevanten Aspekte auf, die die ökologischen Auswirkungen der Realisationsverfahren zur Herstellung der Produkte bestimmen. Diese sind bei der Auswahl der Verfahren und der Prozessführung in den Verfahren aber auch bei der Materialwahl zu berücksichtigen. Die Kriterien *Stückzahl*, *Verpackung* und *Logistik* zeigen dem Designer seine Verantwortung für über das eigentliche Produkt hinausgehende Aspekte auf. Insbesondere die Verpackungsthematik ist aus ökologischer Sicht sehr relevant, da bei ihr eine nur kurze Nutzung oft mit einem hohen Aufwand und gravierenden ökologischen Folgen verbunden ist.

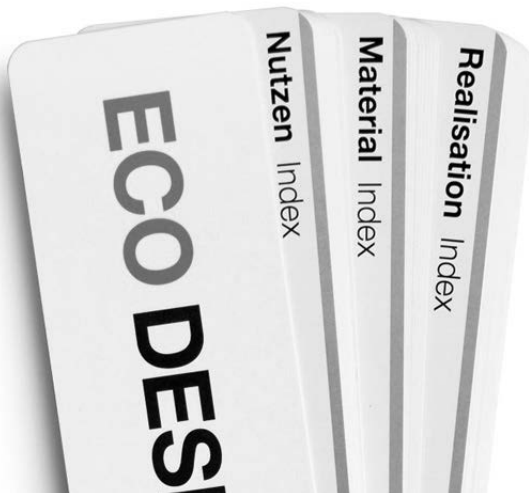


Abbildung 5: Umsetzung der drei Leitplanken Material, Realisation und Nutzen im ECO DESIGN TOOL

Langlebigkeit als primärer Aspekt von Qualität und seine Wechselwirkungen – Ein Beispiel

Im dargestellten Beispiel identifiziert ein Designer im Bereich Nutzen das Kriterium *Langlebigkeit* als den primären Aspekt um die Qualität voranzutreiben. Die Leitplanken Material, Realisation und Nutzen weisen ihn daraufhin Wechselwirkungen und Spannungsfelder der Langlebigkeit mit Kriterien aus den Bereichen Material und Realisation zu identifizieren und diese in den Gestaltungsprozess miteinzubeziehen. In der Realisation steht die Langlebigkeit in Beziehung zu den Kriterien *Belastbarkeit* des Produkts, sowie *Reparierbarkeit* und *Komplexität* des Herstellungsverfahrens. Die Berücksichtigung des *Ressourcenpotentials* der zu verwendenden Materialien in Relation zur Langlebigkeit spiegelt ein Spannungsfeld wieder, das sich aus der Auseinandersetzung mit der Dimension Material ergibt. Die Verknüpfung der Langlebigkeit mit dem Kriterium *Umnutzung* zeigt, dass auch Wechselwirkungen zwischen den Kriterien innerhalb eines Bereichs, hier Nutzen, bestehen.

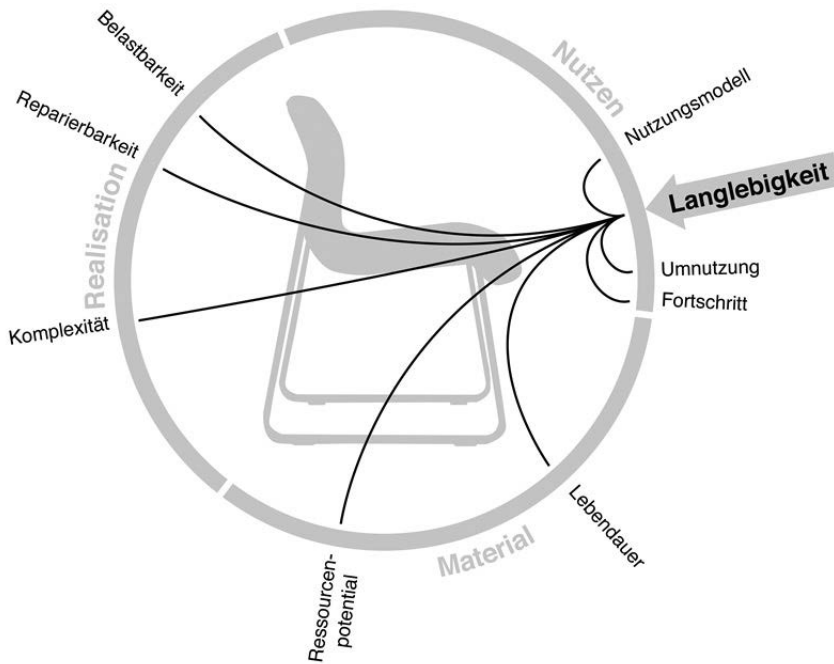


Abbildung 6: Darstellung der Wechselwirkungen zwischen Kriterien für das primäre Kriterium Langlebigkeit.

Methoden

Das ECO DESIGN TOOL kann zwar als reines Nachschlagewerk genutzt werden doch sein Wert geht weit darüber hinaus. Die Nutzung der Potenziale des vernetzten Inhalts bildet einen Mehrwert, der die Integration in den Gestaltungsprozess ermöglicht und durch verschiedene Herangehensweisen noch erweitert wird. Die verschiedenen Herangehensweisen werden im Folgenden durch Methoden formalisiert, die ein prozessorientiertes, ein kreativ-zielorientiertes oder ein bewertendes Vorgehen beschreiben.

Mapping Methode

Die Mapping-Methode beschreibt eine prozessorientierte Vorgehensweise. Sie unterstützt den Designer in der Auswahl der relevanten Kriterien für sein Projekt und dient ihm als individuelle Entscheidungsgrundlage im Gestaltungsprozess. Die Methode liefert Gedankenanstöße und Impulse, die ökologischen Potenziale aufzudecken aus denen sich Aktionen ableiten lassen.

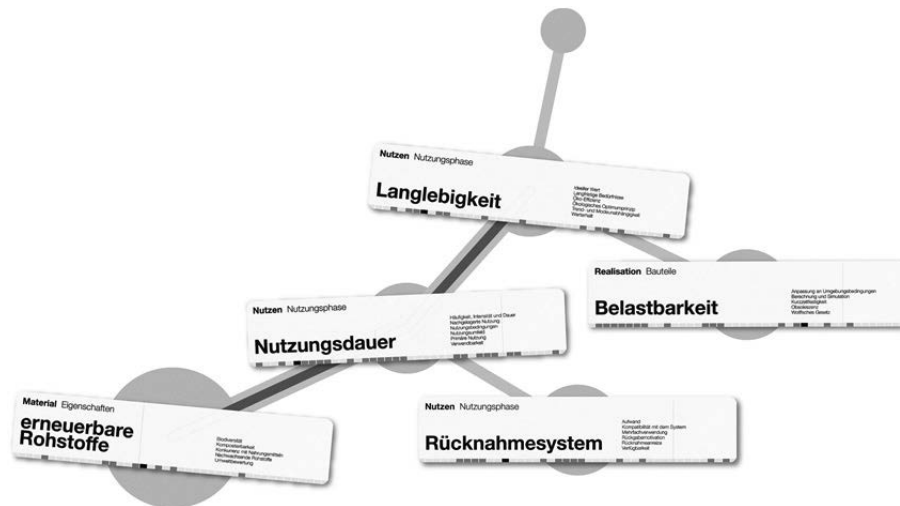


Abbildung 7: Die Mapping-Methode – Vereinfachte Darstellung.

Die Methode folgt in einem iterativen Verfahren drei Schritten, beginnend mit der Auswahl einer individuellen Startkarte, die das primäre ökologische Ziel des Gestaltungsprojekts reflektiert. Im nächsten Schritt werden die mit der Startkarte verknüpften Karten identifiziert und aus diesen die für das Projekt relevanten Karten ausgewählt. Die ausgewählten Karten dienen als

neue Startkarten, so dass in einem iterativen Prozess über mehrere Ebenen der Verknüpfung ein verzweigtes Mapping entsteht mit dem der projektbezogene Handlungsrahmen abgesteckt wird. Die Verknüpfungen zeigen Synergien in Bezug zum Entwurf auf, unterstützen ökologische Herangehensweisen und führen zu neuen Lösungsansätzen.

Spinnennetz-Methode

In der Konzeptionsphase sind viele Teile des Designs noch vage und es stehen unterschiedliche Szenarien im Raum. Es gilt ohne den Zugriff auf quantifizierte Verbrauchszahlen und Materialangaben durch Gewichtungen und Bewertungen Arbeitsfelder zu bestimmen und Gestaltungspotenziale zu visualisieren. Die Spinnennetz-Methode greift diese Anforderungen auf, stellt Kriterien gegenüber und ermöglicht es mittels interner und/oder externer Gewichtungen und Bewertungen Potenziale zu untersuchen und das weitere Vorgehen zu priorisieren.

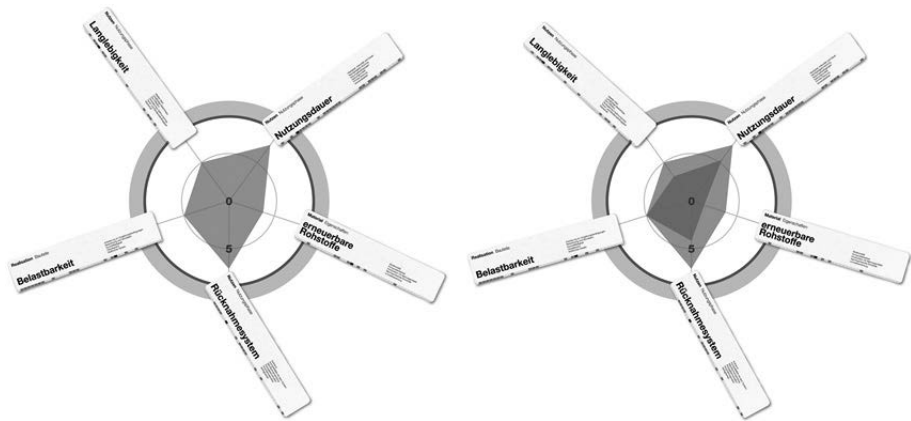


Abbildung 8: Die Spinnennetz-Methode für Design und Re-Design.

Die Methode kann sowohl für das Design neuer Produkte als auch für das Re-Design eingesetzt werden. Sie gewichtet und bewertet bis zu 10 Kriterien die von besonderer Relevanz für die Umsetzung der ökologischen Ziele des Projekts sind. Anschließend werden der Ist-Zustand (nur für das Re-Design) und der gewünschte Soll-Zustand für jedes Kriterium separat auf einer Skala von 0 bis 10 bewertet. Eine Bewertung von 0 bedeutet, dass das Kriterium gar nicht erfüllt ist und ein Wert von 10 bedeutet, dass es zu 100 % umgesetzt wurde. Die Definition der 100 %-Marke kann entweder individuell erfolgen oder sich an der Best-Practice, also der besten bisher erreichten Umsetzung des Kriteriums, orientieren. Anschließend werden

Soll-Ausprägungen verifiziert, indem paarweise die Zusammenhänge zwischen den Kriterien untersucht und so angepasst werden, dass sie widerspruchsfrei sind. Die Bewertungen werden dann in ein Spinnennetz-Diagramm eingetragen um die ökologischen Ziele zu visualisieren, Aktionen abzuleiten und diese zu priorisieren.

Das Eco Design Tool im Unternehmenskontext

Das Eco Design Tool wendet sich sowohl an die direkten Akteure im Gestaltungsprozess wie Designer und Konstrukteure als auch an Produktmanager und Führungskräfte. Es unterstützt die ganzheitliche Herangehensweise an die Gestaltungsaufgabe, die heute ein Schlüsselkriterium nicht nur für ein nachhaltiges Produkt sondern auch für den wirtschaftlichen Erfolg ist. Gleichzeitig ermöglicht das Tool auch die detaillierte Betrachtung einzelner Kriterien und ihrer Wechselwirkungen.

Das ECO DESIGN TOOL unterstützt Designer und Führungskräfte dabei ökologische Ansprüche zu konkretisieren und zu priorisieren und diese gegenüber Stakeholdern zu kommunizieren. Darüber hinaus kann das Tool die ökologischen Auswirkungen rein ökonomisch basierter Entscheidungen aufzeigen und zur gemeinsamen Lösungsfindung in Stakeholder-Dialogen beitragen. Es ermöglicht durch seine mehrdimensionale Betrachtungsebene schnellere und bessere Entscheidungen und diese gegenüber Stakeholdern nachvollziehbar zu begründen. Es stärkt dadurch die Position des Designers im Verhandlungsprozess mit Kunden und Entscheidern.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Verbreitung und Anwendung des Eco Design ist essentiell für eine erfolgreiche Transformation der Gesellschaft zu einer nachhaltigen Entwicklung. Aufgrund seines mächtigen Hebels am Startpunkt der Produktentstehung kann es den Weg für neue Nutzenmodelle, eine neue Generation modularer Produkte, beherrschbare Prozesse und den ressourceneffizienten Umgang mit Material ebnen.

Vor dem Hintergrund der nächsten sich anbahnenden industriellen Revolution, die heute als *Internet der Dinge* und *Industrie 4.0* firmiert, ist ein Design das die ökologischen Grenzen erkennt und sein Handeln daran ausrichtet relevanter denn je. Die zunehmende Verknüpfung unterschiedlicher Technologien eröffnet neue Möglichkeiten zur Standardisierung von Bauteilen und der Umsetzung modularer Systeme und der damit einhergehenden Potenziale zur Verbesserung der Ressourceneffizienz. Kritisch zu hinterfragen ist, ob der Aufwand zur Implementierung dieser neuen Revolution nicht seine Einsparungen überkompensieren wird.

In diesem Spannungsfeld, das durch die Verbreitung von Open-Source Hardware und additive Herstellungsverfahren noch um zwei zusätzliche Dimensionen erweitert wird, ist das ECO DESIGN TOOL auch in Zukunft aufgrund seines qualitativen Ansatzes ein relevantes Werkzeug.

Die weitere Entwicklung des ECO DESIGN TOOL wird in zwei Richtungen erfolgen. Die bisherige Fokussierung auf ökologische Aspekte wird durch eine Betrachtung der drei Nachhaltigkeitsaspekte erweitert und es werden die soziale und die ökonomische Komponente in das Tool integriert werden. Außerdem werden die qualitativen Kriterien um quantitative Elemente ergänzt. Dies erfolgt im Rahmen des Übergangs von einem physischen Tool zu einer Software, die auch auf qualitativer Ebene neue Nutzungsmöglichkeiten eröffnet.

Literaturverzeichnis

European Commission: Eco-design of Energy-Related Products.

http://ec.europa.eu/energy/efficiency/ecodesign/eco_design_en.htm, abgerufen am 1.2.2012

Jahn, T. 2012: Theorie(n) der Nachhaltigkeit? Überlegungen zum Grundverständnis einer „Nachhaltigkeitswissenschaft“. In: Enders J., Remig, M. (Hrsg): Perspektiven nachhaltiger Entwicklung. Theorien am Scheideweg. Marburg: Metropolis. 47–64.

Krohn, W. 2011: Künstlerische und wissenschaftliche Forschung in transdisziplinären Projekten. In: Tröndle M., Warmers J. (Hrsg): Kunstforschung als ästhetische Wissenschaft. Beiträge zur transdisziplinären Hybridisierung von Wissenschaft und Kunst. Bielefeld: transcript. 1–20.

Stengl, O. 2011: Suffizienz, Die Konsumgesellschaft in der ökologischen Krise. München: oekom. 127-157

Kontakt

Dipl.-Des. Georg Dwalischwili
KDID Koslowski & Dwalischwili GbR
Alfredstr. 4
10365 Berlin
www.ecodesigntool.com

Dipl.-Des. Malte Koslowski
KDID Koslowski & Dwalischwili GbR
Alfredstr. 4
10365 Berlin
www.ecodesigntool.com

Dr. rer. nat. Dipl.-Physiker Nikolaus Marbach
Unternehmensberater Nachhaltige Produktgestaltung &
Produkt Lebenszyklus Management
Elsa-Brändström-Str. 3
13189 Berlin
nikolaus.marbach@posteo.de

Innovationsstudien als Treiber anwendungsorientierter Forschung – Beispiele aus dem Agrarbereich

Christoph Philipp Schreiber, Thomas Herlitzius und Jens Krzywinski

1 Status Quo in der Landwirtschaft

Die Landwirtschaft bietet auf Grund ihrer großen Maschinen Diversität, der funktionalen Vielfalt und des hohen Mechanisierungsgrades ein breites Aufgabenfeld in der Gestaltung nutzerzentrierter Maschinen. Hierbei beschränken sich die Möglichkeiten nicht nur auf die Gestaltung der direkten Steuerung (HMI Schnittstelle) und Eingabegeräte, sondern ermöglicht die konzeptionelle Überarbeitung des Gesamtsystems. Der stetig steigende Kostendruck durch die Verteuerung von Rohstoffen auf global gehandelten und die Forderung nach steigenden Renditen Börsen gehandelter Erzeugnisse stellen die Landwirtschaft vor immer neue Herausforderungen. Im Spannungsfeld stark schwankender Ernteerlöse, Wetter abhängiger Ernteerträge und stetig steigender Maschinenkosten agieren die Landwirte stärker den Je als Ökonomen mit dem Fokus auf die Wirtschaftlichkeit des Gesamtprozesses. Immer expliziter werden die Informationen über die Ländereien und den Bestand erhoben, verarbeitet und Prozesse geplant. Vom Precision-Farming geht der Fokus nun zum Smart-Farming (AGRITECHNICA Special 2015), bei dem der gesamte Betrieb digital verwaltet wird und Abläufe geplant werden. Maschinen werden additiv mit den technologischen Neuerungen aufgerüstet aber in ihrer konventionellen Form belassen. Weshalb keine ganzheitliche Verbesserung erreicht werden kann. Der bisher eindimensionale Weg die Effizienzsteigerung der Arbeitsmaschinen durch Leistungserhöhung und Vergrößerung Maschinenabmessungen zu erreichen führt die Hersteller heute an die gesetzlichen Grenzen (StVZO). Ohne einen weitreichenden Eingriff in die konventionellen Maschinenkonzepte fallen zukünftige Verbesserungen immer geringer aus.

2 Innovationskonzepte des Technischen Designs in der Landtechnik am Beispiel des Mähdreschers

Studien im Bereich der Landmaschinen bilden den Großteil der Entwürfe mobiler Arbeitsmaschinen der Juniorprofessur Technisches Design und entstehen in einer engen Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik der TU Dresden. Entgegen einzelner alleinstehender Entwürfe zu zukünftigen Landmaschinenstudien beschreitet das Technische Design den Weg ein möglichst großes Lösungsfeld aufzuspannen, in dem nicht nur ein singulärer Entwurf die mögliche Zukunft abbildet. Im Bereich der Mähdrescherstudien wurde ausgehend von drei grundlegend verschiedenen Maschinenkonzepten ein Lösungsraum aufgetan, in dessen Grenzen sich das Optimum befinden wird. Der Bereich deckt eine Vielzahl von Entwürfen ab, ohne den Anspruch zu erheben mit einem einzelnen Entwurf „die richtige Zukunftslösung“ zu erhalten. Bei der Komplexität und Vielfalt der Einsatzbedingungen von Mähdreschern ist davon auszugehen, dass je nach Einsatzfall verschiedene Lösungsmöglichkeiten existieren. Auf Grundlage der entstandenen Studien können simulierte Vergleiche untereinander erfolgen.

Auf Basis unterschiedlicher Anwendungsszenarien in variierenden Realisierungszeiträumen entstanden in drei Studentenarbeiten Entwürfe zu zukünftigen Mähdrescherlösungen die den genannten Lösungsraum aufspannen (siehe Abbildung1).

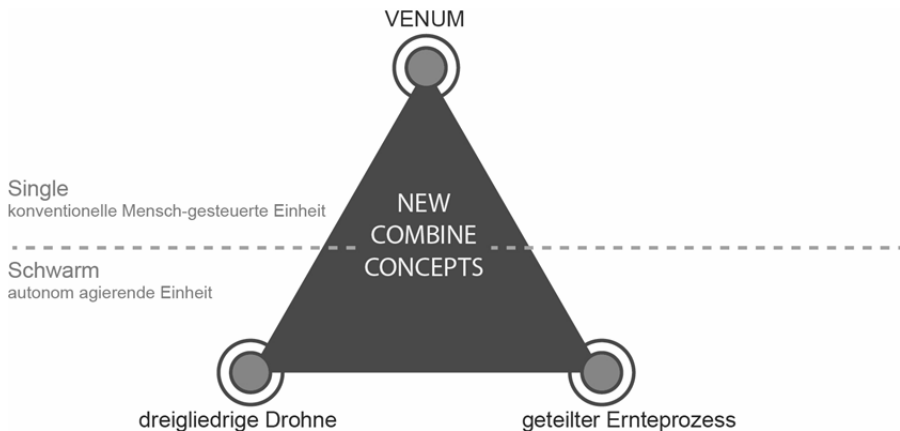


Abbildung 1: Dreigliedrige Serie von Mähdrescherkonzepten der Zukunft der TU Dresden (Schreiber)

Die gemeinsame Herausforderung an alle drei Konzepte bestand darin einen alternativen Weg für kommende Mähreschergenerationen aufzuzeigen. Zurzeit sehen sich die Hersteller von Mähreschern bei der Entwicklung immer leistungsfähigerer Maschinen (siehe Abbildung 2) mit engen gesetzlichen Vorgaben konfrontiert sehen. Neben den für den Straßentransport festgelegten maximalen Abmessungen von Fahrzeugverbänden auf öffentlichen Wegen, wird derzeit auch über ein Gesetz zur Bodenschonung verhandelt. Mit dem die maximal zulässigen Achslasten von Maschinen und Geräten auf dem Acker limitiert werden sollen. Neben dem Gedanken der nachhaltigen Landwirtschaft stehen diese Gesetzesvorgaben den bisherigen Maschinentrends gegenüber und fordern zum Umdenken auf. Gefragt werden nun ganzheitliche Konzepte und keine kleingliedrigen Teillösungen. Die Im Folgenden erwähnten Schneidwerksbreiten pro Transporteinheit beziehen sich auf die vom Gesetzgeber in der StVZO vorgegebenen Abmessungen der Zugeinheit. Die in § 70 StVZO festgelegten Werte geben einen Bauraum von 18m Länge, 3m Breite und 4m Höhe vor. Sofern der Zug (Zugmaschine mit gekoppeltem Schneidwerk) diesen Bauraum nicht überschreitet kann er, unter Berücksichtigung lokaler Einschränkungen, ungehindert auf öffentlichen deutschen Straßen bewegt werden. Mit Überschreitung der Maße folgen Auflagen zur Routenwahl und Fahrzeit, was während der kurzen Erntezeit (im Durchschnitt 25 Tage pro Jahr) wirtschaftliche Verluste zur Folge hat.

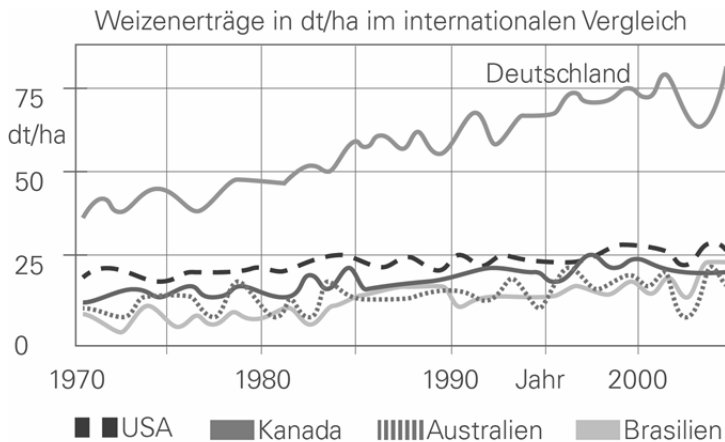


Abbildung 2: Leistungsentwicklung der Mährescher bei Claas (Harms/Meyer)

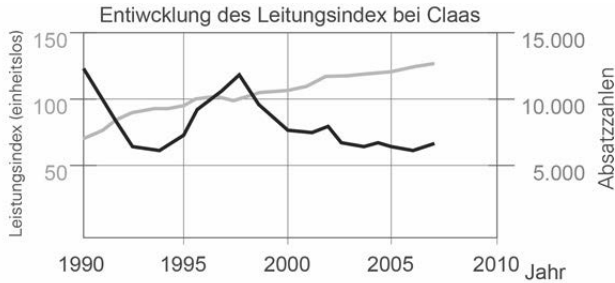


Abbildung 3: Übersicht der Weizenerträge im weltweiten Durchschnitt (Isermeyer)

Die ungleichen Weizenerträge pro Hektar Erntefläche können (siehe Abbildung 3) im weltweiten Vergleich um bis zu 50 dt/ha variieren. Auch deutschlandweit schwanken die Erträge von 50 bis 100 dt/ha. Im Durchschnitt liegen sie bei 80 dt/ha (Statistisches Bundesamt 2013). Weil zur Kompensation der Schwankungen ein erhöhter Durchsatz in der Maschine nicht durch die Steigerung der Erntegeschwindigkeit erreicht werden kann (kritische Schneidgeschwindigkeit beträgt ca. 8km/h danach erfolgt kein Schneiden sondern das Ausreißen der Pflanze), ist die Auslastung des Dreschsystems allein durch die Erhöhung der effektiven Schneidwerksbreite möglich. Somit ist das Schneidwerk der limitierende Faktor für die Durchsatz der Maschine und somit für deren Wirtschaftlichkeit.

2.1 Der zweigeteilte Ernteprozess

Die Studie zu einer Modulare Prozesslösung (Wolf 2011) markierte den ersten der drei Punkte. Grundlegend für den Entwurf war die Gestaltung ohne Rücksicht auf die bisherige physische Gestalt. Der Entwicklung lag die einfache Funktionsstruktur des Dreschprozesses (siehe Abbildung 4) von Getreide zu Grunde und gab kein technisches Package vor.

Aus einer offenen Aufgabenstellung entstand ein Entwurf der sich funktional sehr weit von heutigen Dreschprozessen entfernt. Mit der Auftrennung von Schnitt und Drusch in zwei separate Maschinen, arbeitet das System ähnlich getrennt wie vor ca. 130 Jahren, als Mähbinder das Getreide schnitten und zu Garben zusammenbanden um es dann auf einem zentralen Platz von stationären Dreschwagen trennen zu lassen. Somit wurde das seit über 100 Jahren währende (Kühnstetter 2014) zusammengeführte Maschinensystem aufgetrennt und neu gedacht. Durch den möglichen Einsatz heutiger Automatisierungstechnik und von eigenständigen Navigationslösungen ist das System sehr viel effektiver als noch vor 100 Jahren, weil es von der systembegrenzenden menschlichen Arbeitsleitung entkoppelt funktioniert.

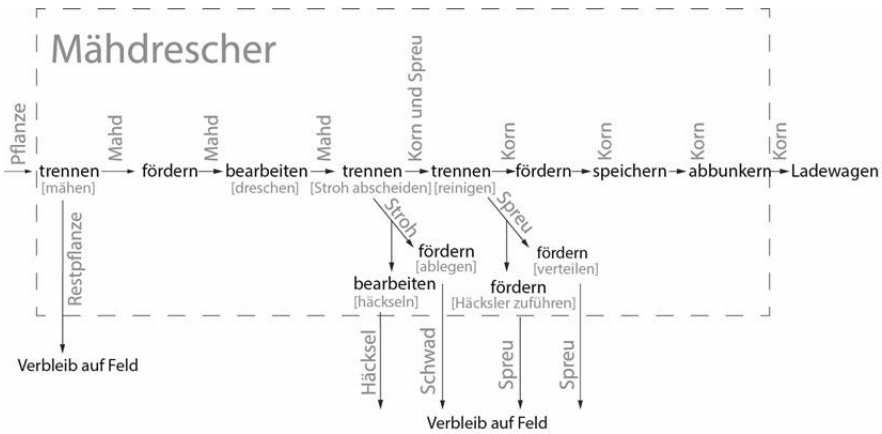


Abbildung 4: Funktionsstruktur eines konventionellen Mähdreschers (Wolf 2011)

Durch die Teilung des Prozesses verringert sich die Komplexität der Maschine und führt zur Minimierung der zu bewegenden Maschinenmasse auf dem Feld. Der damit einhergehende Nutzen, die Verringerung von schadhafter Bodenbelastung des Ackers, ist eine Grundlegende Forderung der nachhaltigen Landwirtschaft.



Abbildung 5: Autonomer Mähbalken arbeitend auf dem Feld mit am Feldrand befindlicher Drescheinheit (Wolf 2011)

Das aus einem Dreschwerk und drei 12m breiten selbstfahrenden Mähbalken bestehende System hat eine kumulierte Schneidbreite von 36m und kann für den Straßentransport auf zwei Transporteinheiten verladen werden. Somit übertrifft die Studie die derzeit möglichen 12m Schneidbreite pro Transporteinheit (Schneidwerk gezogen hinter der Maschine) und trägt zum effizienteren Straßentransport bei (Wolf 2011).

Ein wesentlicher Vorzug des stationären Dreschwerks besteht in der kontinuierlichen Zuführung von zu dreschendem Gut. Somit kann es stetig an der Leistungsgrenze betrieben werden ohne durch einen unterbrochenen Gutstrom an Leistung zu verlieren und große Lastspitzen ausgleichen zu müssen. Der Dreschprozess im Selbstfahrer hingegen ist auf Grund des inhomogenen Bestandes auf dem Feld stetigen Lastwechseln unterworfen und kann auf keinen gleichbleibenden Arbeitsprozess eingeregelt werden.

2.2 Dreigliedriger Drohnenmähdrescher

Ähnlich dem Prozess der autonom agierenden Erntemodule bewegen sich die Mähdrescherdrohnen aus dem Entwurf von Wittig unbemannt über das Feld. In dieser Studie entschied sich der Entwickler gegen den anhaltenden Trend des kontinuierlichen Größenwachstums der. Er entwarf einen Schwarmverband aus drei Schwarmeinheiten mit jeweils 6m Schneidbreite. Die Drohnen werden mit einem Tieflader StVZO konform zum Feld gefahren, entfalten dort vor Ort ihr Schneidwerk und agieren Zentralrechner gesteuert auf dem Feld.



Abbildung 6: Dreiteiliges Drohnensystem im Erntemodus (Wittig 2011)

Ausgestattet mit konventioneller Trenntechnik (bestehend aus tangentialer Dreschtrommel und Schüttler) und einem neuartigen Klappschneidwerk, besteht der augenscheinlichste Unterschied im Fehlen der verglasten Fahrerkabine. Ein klappbarer Notbedienstand ersetzt die Kabine und ermöglicht im Falle einer Havarie die manuelle Steuerung der Einheit, sowie die Verladung auf dem Tieflader.

Mit einer Schneidwerksbreite von 18m pro Straßentransporteinheit erfolgt der Transfer ebenso effektiv wie der des vorangegangenen Konzeptes. Die Planung und Überwachung des Erntevorgangs von drei oder mehr Drohnen auf einem Feld wird von einem Leitstand überwacht und senkt somit den Bedarf an Bedienpersonal (Wittig 2011).

Mit der Aufteilung eines Großmähreschers in 3 kleine Mährescherdrohnen steigt der Grad der materiellen Aufwendung für die Ausstattung, ermöglicht jedoch die Verteilung der Gesamtmasse auf mehrere Achsen. Somit führt der Einsatz der Drohnen zu einer Reduzierung der schadhafte Bodenbelastung während der Ernte auf dem Feld.

2.3 Großmährescher mit Wendekabine

Der VENUM ist der aktuellste Entwurf der dreigliedrigen Reihe und verfolgt die Vorgabe der zeitnahen Umsetzbarkeit. In einem Zielzeitraum von fünf Jahren soll der Konzeptentwurf in eine Serienmaschine überführbar sein ohne die Maschinenstruktur ganzheitlich neu entwickeln zu müssen (Schreiber 2013).



Abbildung 7: Darstellung des VENUM Mährescherkonzepts in Ernte- und Transportposition (Schreiber 2013)

Grundlegend verfolgt der VENUM das gleiche Konzept großer Hersteller, die Erhöhung der Wirtschaftlichkeit durch Leistungssteigerung und Vergrößerung der Schneidwerksbreite. Die Drescheinheit selbst wurde hierbei in der Grundfunktion eines hybriden sowie leistungsfähigen Abscheidesystems (APS System des CLAAS Lexion 780) belassen und diente als feststehendes funktionales Package des Entwurfs. Die technologische Herausforderung bestand bei der Konzeption darin die gleichen 18 m Schneidbreite pro Transporteinheit zu erreichen wie die zwei vorangegangenen Studien, jedoch mit dem konventionellen bemannten System. Bisher ermöglicht die StVZO das trailern von Schneidwerken bis zu 10 m effektiver Breite, darüber hinaus wird ein zusätzliches Transportfahrzeug (Traktor o. ä.) benötigt. Weil die fixe Länge der selbstfahrenden Dreschmaschine nicht reduziert werden kann, ermöglicht allein eine neuartige Schneidwerkslösung die avisierten 18m Schneidwerksbreite.

Die entstandene Studie zeigt einen denkbaren Lösungsweg für die gesetzlichen Herausforderungen der Hersteller auf. Mit 17,6 m effektiver Schneidbreite und einer Transportlänge von 18m ist es dem Landwirt möglich auf Flächen mit geringen Erträgen wirtschaftlich zu ernten sowie sich ohne Einschränkungen von einem zum anderen Schlag zu bewegen.

Das entwickelte Klappschneidwerk bildet den innovativen Kern der Studie. Zum einen verkürzt es sich durch das Einklappen der beiden Schneidwerkshälften auf eine Transportlänge von 9m, zum anderen wird die Last des Schneidwerks (ca. 5t) von schneidwerkseigenen Fahrwerken getragen. Bisher wurde die Last auf die am stärksten belastete und getriebene Vorderachse der Maschine übertragen. In Kombination mit dem gewählten Tandemfahrwerk steigt die Zahl der tragenden Achsen von Zwei auf Vier. Mit der Verdopplung der Räderpaare wird auch bei vollem Korntank eine signifikante Abschwächung der Lastspitzen in den sich ausbildenden Druckzwiebeln der Aufstandsfläche erreicht (Stenzel). Die damit einhergehende Verringerung der schadhafte Bodenverfestigung trägt zu einer nachhaltigen und intensiven Bewirtschaftung der Böden bei.

Der dauerhafte Verbleib des Schneidwerks an einer Fahrzeugseite und der Einsatz einer zweiten, für den Transport optimierten Kabine, verkürzen die Rüstzeiten am Feldrand um 8min.

Die Transportkabine ermöglicht die Differenzierung der Arbeitsplatzausstattung. Das vom Gesetzgeber geforderte Lenkrad wird allein in der Transportkabine verbaut. In der Erntekabine hingegen kann auf das bisher im Sichtbereich befindliche Lenkrad verzichtet werden und via zweiten Joystick (steer-by-wire) manövriert werden. Für die optimale Raumnutzung wird die Transportkabine beweglich gelagert, um sie für die Straßenfahrt in dem vom

Package freigegebenen Raum des Strohhäckslers herabzulassen. Für die Ernteformation gibt sie den Häcksler frei und wird ausgehoben.

Die Umsetzung des Gesamtsystems erfolgt additiv und greift nicht in den Dreschprozess (prototypisches Package des Claas Lexion 780) ein. Diese Lösungsvariante ermöglicht somit die Zielsetzung der zeitnahen Überführung des Konzepts in einem realen Prototyp.

2.4 Gegenüberstellung der Mähdrescherkonzepte

Mit der unterschiedlichen Ausprägung der Entwürfe bilden sie einen sehr weiten Lösungsraum für alternative Mähdrescherkonzepte der Zukunft. Alle gemeinsam erfüllen rechnerisch die Zielstellung, die Flächenleistung bei gleichbleibender Erntegeschwindigkeit und somit die Effizienz der Erntemaschinen zu steigern (siehe hierfür Abbildung 9).

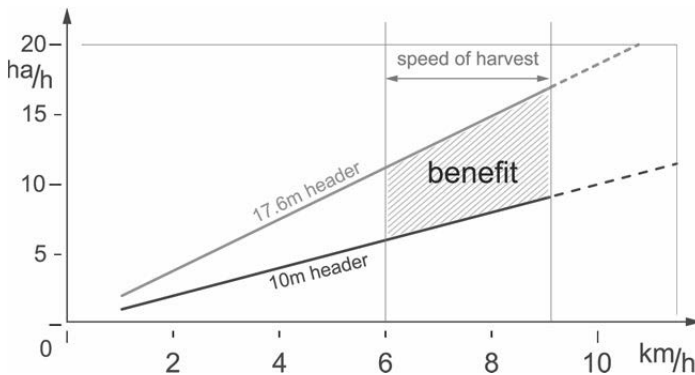


Abbildung 8: Steigerung der Flächenleistung des VENUM im Vergleich zu bisher verwendeten Schneidwerken (Schreiber 2013)

Im Detail ergeben sich eine Vielzahl von unbedachten Problemen, die in einer angeschlossenen Iterationsschleife festgestellt, analysiert und gelöst werden müssen um die Güte und Marktchancen der vorgeschlagenen Lösungen bewerten zu können.

Alle dargestellten Varianten bilden des Weiteren nur einen Teil der von Schneidwerken abbildbaren Fruchternte ab. Allein die Ernte von Getreidearten wie Weizen/Roggen/Gerste u. ä. lag den Konzeptentwicklungen zu Grunde. Schneidwerkshersteller hingen unterscheiden in deren Produktportfolios auch in Vorsätze für bodennahe Hülsenfrüchte (Erbsen u. ä.) und Pflücker (für Sonnenblumen und Mais) (Schreiber 2013). Vor allem die Maisernte (nicht für Silage und Energieerzeugung) bildet einen großen Anteil

der Einsatzzeit pro Jahr und wird nicht mit herkömmlichen Universal-schneidwerken durchgeführt sondern mit Maispflückvorsätzen. Die Maispflücker unterscheiden sich grundsätzlich im Aufbau und Prozess von denen für Weizen (Kunze 1987). Im Vergleich zum Weizenvorsatz wird das Stroh der Maispflanze nicht durch den Dreschprozess geführt, sondern direkt am Vorsatz vom Kolben getrennt und an der Unterseite des Pflückers durch rotierende Messer gehäckselt. Durch den Häcksel-/Pflückaufwand am Vorsatzgerät, besteht eine sehr viel höherer Leistungsbedarf als am Weizenschneidwerk und erfordert eine steifer ausgeführte Rahmenstruktur.

Ein weiteres Funktionsmerkmal, welches über die Güte des Gesamtprozesses entscheidet, ist die gleichmäßige Verteilung von gehäckselt Stroh über die abgeerntete Fläche. Sofern das Stroh nicht im Schwad gelegt und zu Ballen gepresst wird, ist es eine Nährstoffgrundlage für die Folgefrucht (Antony). Erfolgt keine gleichmäßige Verteilung hat dies ein inhomogenes Pflanzenwachstum der Folgefrucht zur Folge. Die Verteilung über eine Schneidwerksbreite von 6m ist auch bei Seitenwindeinfluss realisierbar (Zacharias, 2005), die homogene Spreu- und Häckselablage über Arbeitsbreiten bis zu 18m wurden noch nicht untersucht.

Erst wenn sich alle vorgestellten Studien mit der Maiserntefunktion abbilden lassen und eine Lösung für die gleichmäßige Strohablage gefunden wird, kann eine Markt-/Wettbewerbschance untersucht werden.

Ein bisher unbeachteter Gesichtspunkt zur Steigerung der Erntesicherheit aller drei Konzepte ist die Anpassung der Schnitthöhe hin zum Hochschnitt um die Belastung der Dreschorgane zu minimieren und die Kontinuität im Fördervolumen zu verbessern (Mehner). Die Betrachtung hätte unter Umständen eine Auswirkung auf die entwickelten Erntevorsätze und müsste gegebenenfalls ebenfalls untersucht werden.

3. Ausblick

Mit den Entwickelten und dargestellten Funktionen der Zukunftsstudien von Mähdreschern gehen die Ergebnisse für eine folgende Iterationsschleife in die Bearbeitung bei Landmaschinenhersteller und kooperierenden landwirtschaftlichen Forschungseinrichtungen.

Für die Umsetzung einer vergleichbaren Reihe von Zukunftsstudien im Bereich der Landwirtschaft, bieten sich eine Vielzahl Maschinen. Jedoch gibt es keine die in einer größeren Stückzahl produziert wird und deren Einsatz so vielfältig ist wie die des Traktors. Mit einer ersten Studie zu modularen Traktoren (Pahner 2013) wurde begonnen den Traktor in seiner bisherigen Form in Frage zu stellen und neu zu denken (siehe Abbildung 10).

Mit dem Ergebnis eines an den jeweiligen Bedarfsfall anpassbaren Geräte-trägers, welcher durch den Anbau von zusätzlichen Powermodulen als kraftvolle Zugmaschine agiert oder allein mit reduzierter Leistung leichtem Gerät Arbeitsaufgaben erfüllt.



Abbildung 9: Modulare Traktorkonfiguration zur Leistungsanpassung der Maschine an die jeweilige Arbeitsanforderung (Pahner 2013)

Eine in der frühen Entwurfsphase befindliche Studie behandelt die Verlagerung der Leistungsorgane auf die jeweiligen Anbaugeräte und ermöglicht somit den Verzicht auf einen schweren Schlepper als Zugmaschine. Bei dem die starke Bodenbelastung durch ein hohes Eigengewicht benötigt wird um die Zugkraft auf den Boden zu übertragen. Mit dieser Lösung wären in Zukunft auch kleine Traktoren befähigt mittlere bis Schwere Bodenbearbeitung zu verrichten. Mit einer Arbeitsbreite von 9m können die Arbeitsmodule in beliebiger Anzahl vom Traktor über den Schlag geführt werden und sich zu einer vielfachen kumulierten Gesamtbreite zu ergänzen, ohne von der Leistung des Traktor limitiert zu werden. Auf der Straße bewegen sich die Einheiten um 90° gedreht in Reihe hinter dem Führungstraktor. Diese teilautonome Schwarmstudie bildet die Annäherung an die voll autonomen Feldroboter die in weiter Zukunft unbemannt die Felder bearbeiten, während sie aus Leitwarten zentral gesteuert werden.

Literaturverzeichnis

- Arnold, M., 2009: Claas Typenkompass seit 1936: Motorbuchverlag
- Antony, F.: Claas Wissen-Stroh, S. 12-13
- Chappius, 2003: Tagung Landtechnik in Ackerbaugebieten in Ungarn, Slowakei und Österreich.; URL: <http://www.bl.t.bmlfuw.gv.at/vero/veranst/010/19.pdf> . (14.06.2014) S. 84-85
- Destatis, 2013: Wachstum und Ernte -Feldfrüchte-: URL www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/ErnteFeldfruechte (15.06.2014)

- Isermayer, F., 2013: Deutschland an der Spitze: URL: www.bdp-online.de/de/Pflanzenzuechtung/Kulturarten/Getreide/Weizen (20.04.2014)
- Harms, H., Meier, F., 2009: Jahrbuch Agrartechnik 2009: DLG Verlag
- Harms, H., Meier, F., Metzner, R. 2010: Jahrbuch Agrartechnik 2010: DLG Verlag
- Harms, H., Meier, F., Metzner, R. 2011: Jahrbuch Agrartechnik 2011: DLG Verlag
- Lang, T., Böttinger S., Kaufmann, R. 2013: Jahrbuch Agrartechnik 2013: DLG Verlag, S. 515-522
- Kühnstetter, A., 2014: 180 Jahre Geschichte des Mähdeschers, S. 6-20
- Kunze, F., 1987: Lexikon der Landtechnik: Getreide und Hackfrüchtere: Vogel Buchverlag Würzburg
- Pahner, F., 2013: Diplomarbeit: Studie für ein modulares Maschinensystem aus Traktor und Gerät: TU Dresden
- Schreiber, C. P., 2013. Diplomarbeit: Mähdescher mit Wendekabine: TU Dresden
- Stenzel, 2010. Diplomarbeit, Untersuchungen zu Tandemachsen an Mähdeschern: TU Dresden
- Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO), § 70 (Stand 2012)
- Mehner, C.: Kurze Stoppel kontra lange – kommt jetzt der Hochschnitt?: URL <http://www.feiffer-consult.de/dokumente/Hochschnitt.pdf> (15.05.2014) (S. 9-10)
- Wittig, H., 2009. Diplomarbeit: Studie für ein Schwarm operierendes Maschinensystem für die Getreideernte der Zukunft: TU Dresden
- Wolf, J., 2009: Diplomarbeit: Studie für ein modulares Maschinensystem für die Getreideernte der Zukunft: TU Dresden
- Zacharias, H., 2005: Bachelorarbeit: Untersuchung zu Strohverteilung beim Mähdrusch: TU Dresden

Kontakt

Dipl.-Ing. Christoph Philipp Schreiber
TU Dresden
KTC /Junior Professur Technisches Design
01062 Dresden

Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Herlitzius
TU Dresden
Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik
01062 Dresden

Jun.-Prof. Dr.-Ing. Jens Krzywinski
TU Dresden
KTC /Junior Professur Technisches Design
01062 Dresden

Produktentwicklung von Bekleidung und technischen Textilien – 3D-Design/Konstruktion für biegeweiche Materialien

Sybille Krzywinski, Ellen Wendt, Jana Siegmund und Lina Girdauskaite

1 Einleitung

Mit diesem Beitrag soll gezeigt werden, wie unterschiedlich und doch wieder ähnlich die Entwicklungsaufgaben in der Konfektionstechnik sein können. Nimmt man die Funktionskleidung eines Sprinters, die durch Kompressionswirkung den Sportler in seiner Leistungsfähigkeit unterstützt, oder das Monocoque eines Rennautos aus Faserkunststoffverbund, so lassen sich auf den ersten Blick kaum Ähnlichkeiten erkennen. Beim zweiten Hinschauen fällt auf, dass es sich bei beiden Produkten um die textil- und konfektionstechnische Realisierung von komplexen Geometrien und hohen funktionellen Anforderungen handelt. Diese Produkte müssen aus textilen Halbzeugen passgenau und anforderungsgerecht konstruiert, in Einzelteilen zugeschnitten sowie anschließend aus mehreren Schnittteilen zusammengefügt werden. Dafür werden im Rahmen der Professur für Konfektionstechnik Modellierungs- und Entwicklungsstrategien erforscht, die materialübergreifend angewandt dennoch auf die geforderten Eigenschaftsprofile der gebrauchsfähigen Produkte optimal abgestimmt sind.

2 Konstruktionsmethoden für Produkte aus biegeweichen Materialien

2.1 3D-Konstruktionsmethoden für Bekleidung

2.1.1 Skalierbare statische Menschmodelle, Konstruktion körperferner Bekleidung

Über Jahrzehnte erfolgte die Entwicklung von Produkten der Bekleidung und im Bereich der technischen Textilien mit Hilfe zweidimensionaler Konstruktionsmethoden oder empirisch mit erheblicher experimenteller Unterstützung, da die Kenntnisse über Formgebung und die zu verarbeitenden biegeweichen Materialien nur sehr begrenzt waren.

Inzwischen verfügt die konfektionstechnischen Forschung wie andere auch Branchen über innovative Entwicklungswerkzeuge, die eine völlig neue Herangehensweise ermöglichen, Trial und Error reduzieren können und Produkte zunächst auf virtueller Ebene entstehen lassen, die anhand der Simulations- und Visualisierungsmöglichkeiten eine fachübergreifende Entscheidungsfindung hinsichtlich der zu realisierenden Produktqualität zulassen. Häufig werden die Anforderungen unterschätzt, die mit der Entwicklung von Bekleidung oder Funktionstextilien verbunden sind.

Um verfügbare Softwarelösungen für Design/Konstruktion und Passformsimulation von Bekleidungsprodukten nutzen zu können (z. B. *Design Concept 3D*, *Modaris V7*, *VIDYA*, *V-Stitcher*, *Optitex PDS*), werden zwingend anwendungsspezifisch genaue digitale Menschmodelle benötigt. Anatomische Körper weisen eine extreme Formvielfalt aus und lassen sich als Polygonmodelle oder durch Freiformflächen (Spline- oder NURBS-Flächen) beschreiben.

In den letzten Jahrzehnten wurde eine Vielzahl digitaler Menschmodelle (ca. 150) für unterschiedliche Zielsetzungen und Anwendungsgebiete entwickelt (Mühlstedt 2011). Die beabsichtigten Einsatzgebiete beeinflussen dabei in erheblichem Maße ihre Beschreibungsdimension: Während beispielsweise für ergonomische Erreichbarkeits- und Haltungsanalysen anthropometrische Auswertungen eine entscheidende Rolle spielen, basieren Menschmodelle für Bewegungs- und Belastungsanalysen, z. B. im sportmedizinischen Bereich, hauptsächlich auf Kenntnissen der Biomechanik, um die funktionale Sicht exakt abzubilden und zu gestalten.

Für die textile Produktentwicklung ist neben anthropometrischen und biomechanischen Anforderungen der Detailgrad der Oberflächendarstellung von entscheidender Bedeutung. Die aktuell existierenden digitalen Menschmodelle sind deshalb zur virtuellen Gestaltung von Bekleidungsprodukten nur bedingt geeignet, da entweder die anthropometrischen Grundsätze nicht ausreichend berücksichtigt werden oder die Oberflächendarstellung, speziell bei Bewegung, nicht realitätsnah erfolgt.

Des Weiteren werden die Körpermaße und Klassifizierungen der Bevölkerung in Form von Maßtabellen nur ungenügend beachtet. Eine Anbindung an aufwendig erstellte Datenbanken aus aktuellen Reihenmessungen (Size-GERMANY 2008) wird, wenn überhaupt, vorrangig skelettbezogen unter Beachtung anthropometrischer Variablen vorgenommen. Skalierungen zur Darstellung des 0,5 bis 99,5 Perzents männlicher und weiblicher Modelle erfolgen lediglich nach Körperhöhe und Gewicht. Eine Vielzahl von Körpermaßen, die für textiltechnische Anwendungen wichtig sind, wird nicht einbezogen.

Um den Nachteil einer nicht hinreichend genauen Abbildung der Körperoberfläche zu überwinden, werden in der Forschung für die Bekleidungsindustrie erhebliche Anstrengungen unternommen, die bisher zu digitalen statischen Menschmodellen geführt haben. Die Körperform der jeweiligen Größe wird durch Mittelung einer Vielzahl von Mess-Datensätzen errechnet und dann für definierte Maßstrecken interaktiv an Körpermaßstabellen angepasst. Damit nicht alle größen- und figurtypabhängigen Körper einzeln erstellt werden müssen, muss die Skalierung von Basiskörpern unter Berücksichtigung morphologischer Formveränderungen automatisch möglich sein (Hlaing 2013).

Anerkannte Designer bzw. Modellmacher verwenden nur selten Schnittkonstruktionsmethoden. Sie bevorzugen das Modellieren an der Schneiderbüste, da hier die Zusammenhänge zwischen den zweidimensionalen Schnittteilen und der dreidimensionalen Körperform direkt in den Modellierungsprozess einfließen. Trotz aller Vorteile dieser Arbeitsweise ist der damit verbundene Aufwand bis hin zum Entwickeln produktionsreifer Schnitte für die industrielle Fertigung zu hoch. Somit resultiert die Aufgabe, die vom Designer praktizierte Arbeitsweise anhand der erarbeiteten virtuellen Formkörper computerunterstützt nachzubilden und zu rationalisieren (Krzywinski 2005). Dies geschieht zunächst für Basisschnitte (im Beispiel Hosen).

Da die Konstruktion von körperferner Bekleidung mit einer Weitenzugabe zum Körper erfolgt, wird eine virtuelle „zweite Haut“ mit frei wählbarem Abstand zum Formkörper generiert, um den gewünschten Tragekomfort zu sichern und modischen Ansprüchen zu genügen (Abbildung 1). Diese „zweite Haut“ kann durch definierte Parameter verändert und unter Anwendung von 3D-Konstruktionsalgorithmen auf Basis kommerzieller Softwarelösungen für die Konstruktion unterschiedlicher Modelle genutzt werden. Die Aufgabe des Modellmachers besteht dann darin, auf der „zweiten Haut“ durch Zeichnen von Linien die Schnittteilaufteilung vorzunehmen. Innerhalb der Schnittteilgrenzen wird die Oberfläche durch ein Netz approximiert, welches die Grundlage für die Berechnung der Zuschnitte mittels kinematischer Simulationsmethoden bildet. Die 2D-Schnittteile können automatisch erzeugt und gegebenenfalls modifiziert werden. Nach morphologischen Veränderungen läuft der konzipierte Konstruktionsablauf bis hin zur Zuschnittgenerierung automatisch ab.

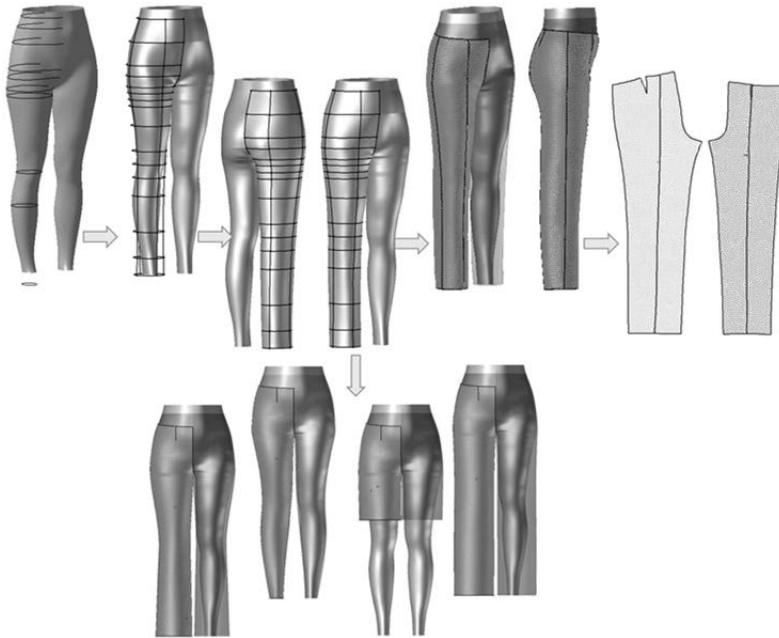


Abbildung 1: Skalierbare Menschmodelle zur Hosenkonstruktion in 3D, automatische Generierung der 2D-Zuschnitte, Modellvariation durch Parameter.

Der Modellmacher hat außerdem die Möglichkeit, die Produktform je nach modischen oder funktionalen Anforderungen durch Parametervariationen zu verändern. Zur Modellierung ist somit keine Neukonstruktion erforderlich, da die Abstände zwischen Formkörper und Bekleidungsprodukt als Parameter hinterlegt sind. Bisher durch empirische Verfahren ermittelte Zusammenhänge zwischen Körperform und Schnittgeometrie sind durch die Konstruktion direkt auf einer körperkonformen Konstruktionshülle während des gesamten Entwicklungsprozesses präsent und können die Produktentwicklungsphase entscheidend rationalisieren.

2.1.2 Kinematische Menschmodelle, Konstruktion körpernaher Bekleidung

Ein großer Nachteil der zurzeit zum Einsatz kommenden digitalen Menschmodelle ist ihre starre Scanhaltung, welche nicht auf die geforderten Konstruktionsaufgaben angepasst werden kann. In vielen Anwendungsgebieten, wie beispielsweise im Bereich der Sportbekleidung, der Schutzbekleidung und für Medizintextilien, ist es unbedingt erforderlich, die Haltung so zu verändern, dass die Schnittteile in anwendungsbezogenen Haltungen konstruiert werden können. Gerade beim Tragen von Funktions- und Sport-

bekleidung weisen die nutzungstypischen Körperpositionen häufig große Abweichungen von den üblichen Scanhaltungen auf.

Wird der Oberkörper nach vorn gebeugt (Hände berühren die Fußspitzen), verlängert sich die definierte Rückenlänge um ca. 15 cm. Bei der Einnahme einer Hockposition kommt es sogar zu Längenänderungen von der Taille bis zum Knöchel (außen entlang des Unterkörpers und des Beines gemessen) von ca. 25 cm. Des Weiteren ändern sich die Körperumfänge und -querschnitte in Folge der Bewegung. Eine dreidimensionale Arbeitsweise hat auch hier den erheblichen Vorteil, dass der Zusammenhang zwischen dem zu „bekleidenden“ Menschen und dem gewünschten Produkt jederzeit gegenwärtig ist. Entscheidungen können dann möglichst frühzeitig, z. B. im direkten Kontakt mit Hochleistungssportlern, auf der Basis von virtuellen Prototypen getroffen und in einer engen Terminkette umgesetzt werden.

Die Abbildung 2 beweist anhand der haltungsabhängigen Unterschiede in den Schnittkonturen die Notwendigkeit der Verwendung derartiger digitaler Menschmodelle. Leider ist das Scannen von Personen in stark gebeugten Haltungen aufgrund der erheblichen Abschattungen nicht effizient, da eine zeitaufwändige Nacharbeit zur Erstellung einer geschlossenen Oberfläche erforderlich ist.

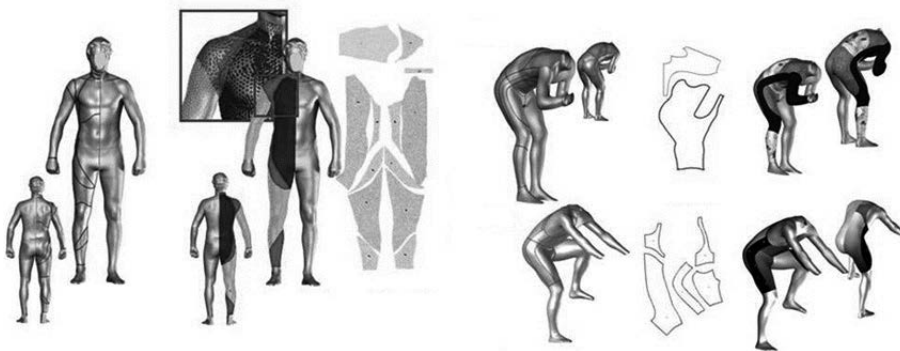


Abbildung 2: 3D-Konstruktion körpernaher Bekleidung
(links: Scanhaltung, rechts: nutzungstypische Position).

Im Rahmen eines Forschungsvorhabens (Krzywinski *et al.* 2014) wurde deshalb eine flexible Verfahrensweise zur Entwicklung kinematischer Menschmodelle, die den anatomischen Körper aus Haut (Oberfläche), Skelett und Muskeln anwendungsspezifisch hinreichend genau widerspiegeln, erarbeitet. Anhand der hinterlegten Modellkinematik lassen sich Bewegungsmuster und nutzungstypische Körperpositionen generieren, die geeig-

net sind, die Konstruktion von Bekleidung zu unterstützen oder in Verknüpfung mit Passformsimulationssoftware die Überprüfung des Tragekomforts zu ermöglichen.

Das kinematische Modell wird unter Nutzung der kommerziellen Software *Autodesk Maya* aus beliebigen Scandaten oder Standardformkörpern aufgebaut. Die Daten müssen dazu in einer stehenden Haltung vorliegen. Zur Generierung des inneren Modells wurde eine Analyse des menschlichen Skeletts mit dem Ziel durchgeführt, die wesentlichen Haltungs- und Bewegungsmerkmale widerzuspiegeln und die Zahl der notwendigen Gelenke und deren Freiheitsgrade auf das angebrachte Minimum zu beschränken. Mit Hilfe von Locatoren, die mit der Modelloberfläche geladen werden, kann die synthetisch erzeugte Skelettstruktur (40 Knochen) per Skript innerhalb des virtuellen Körpers positioniert und unter Beachtung der Variationsbreite der Körpermaße interaktiv nachjustiert werden.

Das erarbeitete innere Modell (Skelett) ist Träger der Modellkinematik und erfüllt eine Gerüstfunktion für die Hautoberfläche und die Muskeln des Menschmodells. In einer umfangreichen Studie wurden die Muskeln identifiziert, die einen Einfluss auf die Verformung der Körperoberfläche haben. Da alle Bewegungen über eine inverse bzw. vorwärts gerichtete Kinematik gesteuert werden, spielen biomechanische Kenngrößen zunächst keine Rolle.

Nach Umsetzung der gewünschten Konstruktionshaltung wird das Polygonmodell mittels Flächenrückführung in ein Spline-Modell überführt und zur Schnittteilkonstruktion in 3D-CAD-Software importiert. Nach der virtuellen Modellgestaltung werden die zugehörigen zweidimensionalen Schnittteile rechentechnisch auf Basis der bereits genannten Algorithmen automatisch erzeugt.

Um den funktionellen Anforderungen zu genügen, stellen die richtige Materialauswahl und die Beachtung der Materialeigenschaften eine zusätzliche Herausforderung in der Schnittkonstruktion dar. Bei körpernaher Bekleidung spielt das Kraft-Dehnungsverhalten der verarbeiteten Maschenwaren oder elastanhaltigen Gewebe eine entscheidende Rolle. Die Schnittteile werden unter Berücksichtigung der Tragebeanspruchung so skaliert, dass die resultierende Materialdehnung beim Tragen den gewünschten Druck auf die Körperoberfläche ausübt. Dieser wird z. B. bei Kompressionsbekleidung im Sport- oder Medizinbereich lokal oder vollflächig gezielt genutzt.

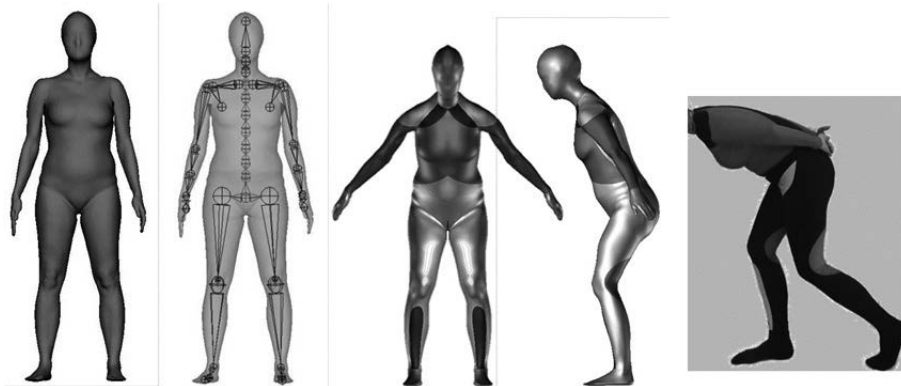


Abbildung 3: Scandaten, kinematisches Modell, Konstruktionshaltung mit Eisschnelllaufanzug, Passformkontrolle in Nutzungshaltung

2.2 3D-Konstruktionsmethoden für technische Textilien (FKV)

Für die Realisierung immer kürzerer Produktentwicklungszyklen ist auch im Bereich der Faserkunststoffverbunde (FKV) der Einsatz rechnergestützter Methoden für die Beurteilung des Entwurfs und dessen konstruktiver Umsetzung durch geeignete ein- oder mehrlagige textile Strukturen aus Hochleistungsfaserstoffen (Glasfaserstoffe – GF, Kohlefaserstoffe – CF), Aramidfaserstoffe – AF) zwingend notwendig. Neben der Generierung von Geometriemodellen zur Beschreibung der Produktform ist die Charakterisierung des Materialverhaltens der textilen Verstärkungshalbzeuge während der Verformung zu komplexen Geometrien erforderlich. Bei FKV-Bauteilen ist neben der Konzipierung einer beanspruchungsgerechten Verstärkung eine faltenfreie Verformung von erheblicher Bedeutung.

Die kommerziell verfügbaren Verstärkungshalbzeuge unterscheiden sich in ihrem Deformationsverhalten (in der textilen Fachliteratur als Drapierverhalten bezeichnet) erheblich, so dass es die Aufgabe des Konstrukteurs ist, das geeignete Material auszuwählen. Dazu werden Kennwerte benötigt, die das Deformationsverhalten beschreiben. Im Gegensatz zu klassischen Textilien, die für die Bekleidung eingesetzt werden, spielt das Kraft-Dehnungsverhalten beim Drapieren von Verstärkungshalbzeugen aus Hochleistungsfaserstoffen nur eine untergeordnete Rolle, da die hierbei wirkenden Kräfte eine vernachlässigbar geringe Dehnung verursachen. Die Verformung wird maßgeblich durch die Scherung der Verstärkungsfäden realisiert. Diese Kenngröße findet in kinematischen Modellierungs- und Simulationsstrategien Berücksichtigung.

Generell werden zwei Varianten für die Formgebung unterschieden. Im ersten Fall wird ein z. B. rechteckiger Zuschnitt des textilen Halbzeugs in ein Werkzeug drapiert, das der gewünschten Bauteilgeometrie entspricht. Dabei treten je nach Krümmung teilweise erhebliche Fadenverschiebungen sowie Flächenscherungen auf, die die gewünschte Fadenlage verändern. In Bereichen, in denen sich Falten bilden, wird die Verstärkungsstruktur eingeschnitten und ohne Fügeprozess großflächig überlappt, was entsprechende Aufdickungen und höhere Bauteilmassen nach sich zieht.

Im zweiten Fall werden konfektionstechnische Verfahren genutzt, um die komplexe Geometrie durch Zerlegung in Teilzuschnitte verzerrungsarm in der Ebene abzubilden. Die Bauteilform soll dabei näherungsweise durch möglichst wenig Teilzuschnitte abgebildet werden, um den Handlings- und Formgebungsaufwand zu minimieren. Durch die Bevorzugung einer geringen Zuschnittanzahl ist eine weitere Drapierung zur Formgebung erforderlich. Winkel- oder Abstandsänderungen der Verstärkungsfäden sind dabei unvermeidbar.

Um die Verstärkungsstrukturen belastungsgerecht und ohne Nacharbeit in die gewünschte 3D-Bauteilform zu bringen, erfolgt die Zuschnittentwicklung direkt auf dem virtuellen Geometriemodell (Girdauskaite *et al.* 2011). Diese Vorgehensweise wird anhand eines industrienahen Monocoques in den Abbildungen 4–6 demonstriert. Die Geometrie des Monocoques ist durch geringe Bauteilradien und häufige Wechsel der Krümmungsrichtung gekennzeichnet, so dass höchste Anforderungen an das Preforming gestellt werden.

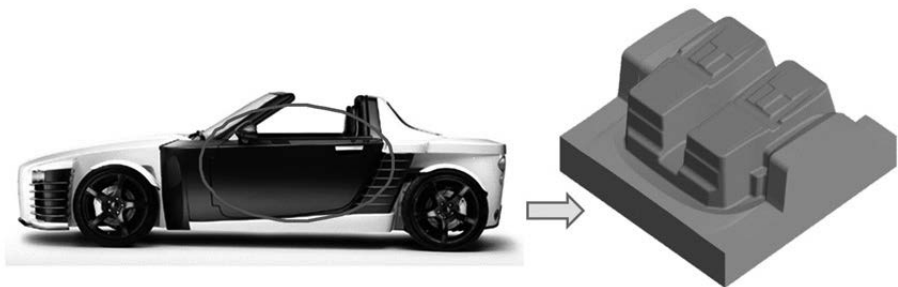


Abbildung 4: Geometriemodell des Monocoques – Formwerkzeug (Diestel *et al.* 2013)

Die beschriebene Komplexität der Geometrie erfordert die Verwendung gut drapierbarer textiler Verstärkungshalbzeuge. Im Untersuchungsfall werden CF-Multiaxialgelege und CF-Gewebe ausgewählt und die in der Simulation benötigten Scherkennwerte experimentell bestimmt.

Die Ableitung der Zuschnittkonturen zur Realisierung der gewünschten Bauteilform erfolgt anhand der 3D-Geometrie mithilfe geeigneter Softwarelösung (u. a. *DesignConcept3D*, *Lectra* oder *FiberSim*, Siemens AG). Dazu werden, wie auch bei körpernaher Bekleidung, die Grenzen der Schnittteile auf der Oberfläche so festgelegt, dass eine verzerrungsarme Abwicklung möglich ist. Ziel ist es, die Bauteilform exakt mit einer minimalen Anzahl von Schnittteilen und einer versetzten Positionierung der Überlappungen innerhalb des Lagenaufbaus abzubilden. Die sich anschließende Triangulierung innerhalb der Schnittteilgrenzen kann je nach Bauteilgestalt und Größe krümmungsabhängig oder uniform erfolgen. Zusätzlich zur Ermittlung der Zuschnittkonturen (Abbildung 5) können Informationen zur Veränderung der Fadenwinkel während der Verformung abgeleitet werden. Die Analyse der Abwicklung weist aus, welche Scherwinkel erforderlich sind, um den Zuschnitt faltenfrei auf das Formwerkzeug zu drapieren. Durch einen Vergleich mit dem experimentell ermittelten kritischen Scherwinkel des Verstärkungshalbzeuges erhält der Konstrukteur die Information, ob die gewählte Zuschnittfestlegung für die zu realisierende Bauteilgeometrie geeignet ist. Momentan bleibt es noch dem Konstrukteur überlassen, zu entscheiden, ob die mit der Scherung verbundenen lokalen Auslenkungen der Verstärkungsfäden für die beanspruchungsgerechte Bauteilauslegung zulässig sind.

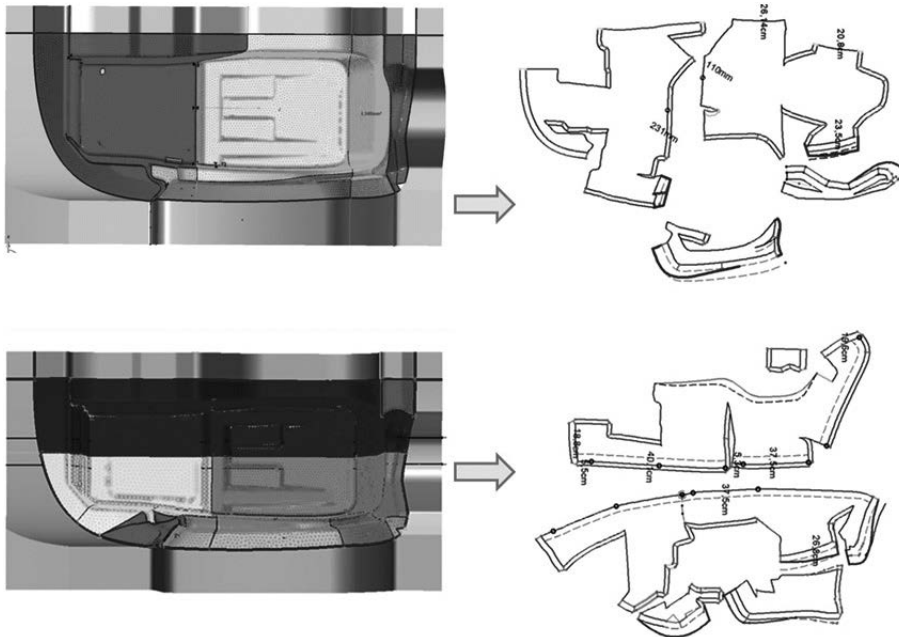


Abbildung 5: Virtuelle Zuschnittgenerierung aus 3D-Daten des Monocoques

Aufgrund der Bauteilkomplexität und der geringen Schnittteilanzahl bei einem dreilagigen Aufbau (vier Schnittteile für Lage 1 und 3; fünf Schnittteile für Lage 2) kann eine geringfügige Nachbearbeitung der Schnittteilkonturen notwendig werden.

Das Zuschneiden der textilen Verstärkungshalbzeuge erfolgt automatisch mittels CNC-Cutter, die Preformdrapierung hingegen häufig noch manuell. An der Automatisierung dieses Prozessschrittes wird gegenwärtig intensiv gearbeitet.

Die Abbildung 6 stellt die aus einem CF-Gewebe drapierte Preform und das daraus konsolidierte Bauteil dar.

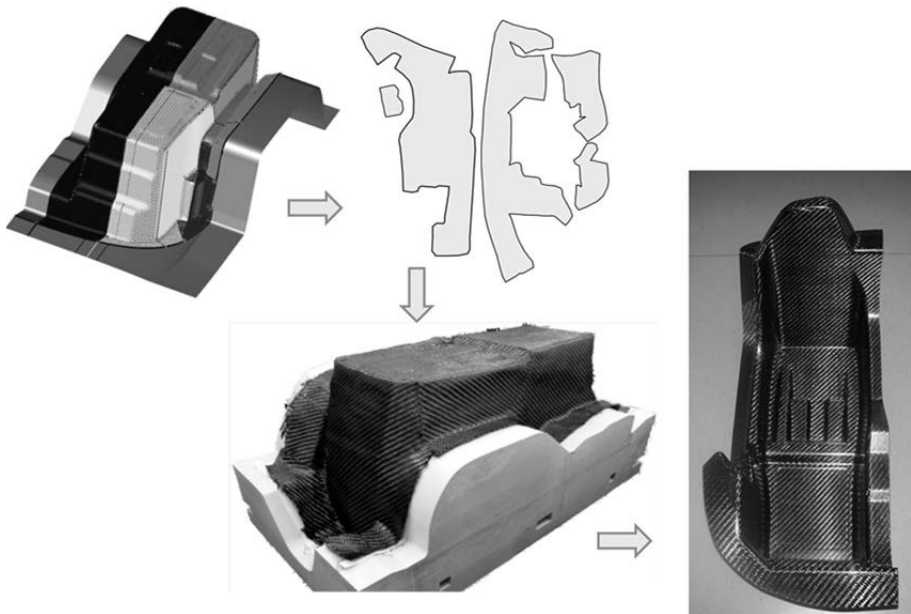


Abbildung 6: Preform des halben Monocoques, FKV-Bauteil

Durch die virtuelle Preformentwicklung konnten zahlreiche Iterationsschritte vermieden werden.

3 Zusammenfassung

Zum einen verdeutlichen die beschriebenen gestalterischen Aufgaben für Bekleidung und technische Textilien die hohen geometrischen Anforderungen, die mit der Freiformflächendarstellung der Produktform und insbesondere mit der Herstellung einer digitalen Verbindung zwischen 3D-

Konstruktion und 2D-Zuschnitten verbunden sind. Zum anderen sind die textilen Materialien anisotrop und in ihren deformationsbestimmenden Kenngrößen Zug, Biegung und Scherung höchst unterschiedlich. Somit wird forschungs- und lehrseitig zunächst ein übergreifender Ansatz zur Entwicklung der Produktform verfolgt, der sich dann in der Art der Modellierung und Simulation der textilen Materialien unterscheidet, um den benötigten funktionalen oder strukturellen Anforderungen zu entsprechen. Ein wesentlicher Schwerpunkt der rechnergestützten Arbeitsweise ist die deutliche Reduzierung der Prototypen- bzw. Musterfertigung und die Umsetzung der vielfältigen Modellvariationen ohne Neukonstruktion.

4 Danksagung

Die IGF-Vorhaben 16808 BR und 17355BG der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V., Reinhardtstr. 12-14, 10117 Berlin wurden über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Literaturverzeichnis

- Jens Mühlstedt: Entwicklung eines Modells dynamisch-muskulärer Arbeitsbeanspruchungen auf Basis digitaler Menschmodelle. Diss. TU Chemnitz 2011.
- SizeGERMANY: Die deutsche Reihenmessung (Die Körpermaße, Messmethodik Bekleidungsmaße). 2008. <https://portal.i-size.net>
- Sybille Krzywinski: Verbindung von Design und Konstruktion in der textilen Konfektion unter Anwendung von CAE. Habilit. Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden 2005.
- Ei Chaw Hlaing: Development of Reproducible Methods of Construction for Loose-fitting Garments on the Basis of 3D Virtual Female Models. Diss. TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen 2013.
- Sybille Krzywinski, Anja Leipner, Ellen Wendt, Angela Mahr-Erhardt, Elfriede Kirhdörfer: Kinematische Menschmodelle zur Produktentwicklung von Bekleidung. IGF-Vorhaben 17355BG. Abschlussbericht TU Dresden, ITM 2014.
- Olaf Diestel, Thomas Weser, Sybille Krzywinski, Lina Girdauskaite: Beschleunigung des Preformaufbaus zur Herstellung faserverstärkter Kunststoffbauteile mittels Vakuuminfusion. IGF-Vorhaben 16808 BR. Abschlussbericht TU Dresden, ITM 2013.
- Lina Girdauskaite, Georg Haasemann, Sybille Krzywinski, 2011: Beitrag in: Chokri Cherif (Hrsg.): Textile Werkstoffe für den Leichtbau, Modellierung und Simulation, 575-638, Heidelberg: Springer

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. habil. Sybille Krzywinski
TU Dresden, Institut für Textilmaschinen und
Textile Hochleistungswerkstofftechnik
01062 Dresden

*[www.tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/
fakultaet_maschinenwesen/itm/](http://www.tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_maschinenwesen/itm/)*

Design Thinking: Allgemeingültiger Innovationsprozess?

Gavin Melles und Rebekka Fuge

Zusammenfassung

Seit gut 20 Jahren hat der Design Thinking Ansatz fachübergreifend an Bedeutung gewonnen. In den unterschiedlichsten Projekten werden Design Thinking Strategien und Methoden eingesetzt, um innovative Produkte und Dienstleistungen zu entwerfen. Befürworter des Ansatzes halten es für möglich, dass Design Thinking die Welt verändern könnte. Sie betrachten Design Thinking als ultimatives, universelles Innovationswerkzeug. Jedoch werden kritische Stimmen immer lauter, die diese Behauptungen für übertrieben halten. Diesen zufolge stelle Gestaltung keine adäquate Grundlage dar, um mit den komplexen multidisziplinären Herausforderungen die in diesem Kontext entstehen umzugehen. In diesem Beitrag wird, anhand der Auswertung einer Zusammenarbeit von Studenten und Firmen in einem Design Thinking Projekt zu kohlenstoffarmem Wohnen, zu diesen Standpunkten Stellung genommen. Ein Semester lang waren die Studenten immer wieder damit konfrontiert, über den Tellerrand ihrer Design Thinking Kompetenzen hinauszuschauen, stoßend dabei oftmals an ihre Grenzen. Ihre Erfahrungen bilden die Grundlage für unser Fazit zum Potenzial des Design Thinking Ansatzes.

Design Thinking: Definition, Ursprünge und Entwicklung

Aufgrund des globalen Ansehens der Innovationsfirma IDEO, der D.School der Stanford University, und nicht zuletzt durch die öffentliche Präsenz David Kelleys und Tim Browns - der Hauptfiguren dieser beiden Institutionen - hat der Begriff Design Thinking in den letzten zwanzig Jahren nicht nur im Design, sondern in den unterschiedlichsten Fachbereichen an Bedeutung gewonnen. Tim Brown (2008) von IDEO beschreibt den Design Thinking Prozess als eine am Menschen orientierte Herangehensweise, die sich ausgehend von einer Einarbeitung in den Kontext durch eine stufenweise Darstellung von Lösungsansätzen verwirklichen lässt. Andere führende

Vertreter, wie z. B. die Stanford D.School gliedern den Prozess in einer ineinandergreifenden Abfolge von fünf Phasen.

Im Laufe der Zeit wurden doch noch weitere Definitionen entwickelt, welche jedoch genauer betrachtet nur rhetorische Unterschiede zu ihren Vorgängern aufweisen. Schlüsselfiguren und Befürworter der Design Thinking Bewegung sind sich jedoch einig, dass sich der Ansatz durch den Fokus beim Ideenfinden und Problemlösen auf eine stufenweise – wenn auch nicht immer linear durchgelaufene – Integration von materiellen und menschlichen Ansprüchen von anderen Wissenschaften unterscheidet (Owen 2007)

In Deutschland vermehren sich bei Hochschulen und Agenturen Befürworter des Ansatzes. Das Hasso-Plattner-Institut der kalifornischen Universität Stanford ist seit 2007 mit der Universität Potsdam verschwistert, wo seitdem Zusatzqualifikationen in Design Thinking erworben werden können (Plattner, Meinen, Leifer 2011). Auf der Institutswebsite bezieht man sich auf David Kelley als „Erfinder“ des Design Thinking und definiert es wie folgt:

„Design Thinking ist eine neuartige Methode zur Entwicklung innovativer Ideen in allen Lebensbereichen. Entwickelt von David Kelley, dem Gründer der weltweit agierenden Design-Agentur IDEO, basiert das Konzept auf der Überzeugung, dass wahre Innovation nur dann geschehen kann, wenn starke multidisziplinäre Gruppen sich zusammenschließen, eine gemeinschaftliche Kultur bilden und die Schnittstellen der unterschiedlichen Meinungen und Perspektiven erforschen.“ (Hasso-Plattner-Institut 2014)

Unserer Ansicht nach lässt von dieser Zusammenfassung zumindest eine Frage ableiten: Ist diese Meinung zur Innovation tatsächlich eine Erfindung von David Kelley?

In Deutschland lässt augenscheinlich die Begeisterung für Design Thinking nicht nach. Die Süddeutsche Zeitung bestärkt diesen Eindruck in ihrem Artikel „Design Thinking“ in Unternehmen – Labor für Geistesblitze. Demnach sind große Konzerne, wie z. B. Allianz, zunehmend bereit führenden Hochschulen, u. a. der Universität St. Gallen, sechsstelligen Beträge zu bezahlen, um das Innovationspotenzial ihrer Mitarbeiter mittels Design Thinking zu fördern (Zydra 2014). Tatsächlich jedoch hinkt Deutschland mit diesem Trend der US-amerikanischen Bewegung 5–10 Jahre hinterher.

Der Einfluss Design Thinkings außerhalb der Designwelt wird immer größer. Besonders die jüngsten Entwicklungen bestärken diesen Trend: Design Thinking findet u. a. vermehrt Anwendung im Dienstleistungsbereich (Duncan & Breslin 2009), der sozialen Innovation (Brown & Wyatt 2010), und im Management (Martin 2010). Aufgrund dieser Ausbreitung in andere Berei-

che, sowie der allgemeinen Euphorie für den Ansatz, überrascht es kaum, dass Design Thinking Anhänger es für eine schlichtweg universale Innovationsstrategie halten (Leavy 2010). Doch ist diese Behauptung neben anderen Fragezeichnungen gerechtfertigt?

Neben der öffentlichen Euphorie für Design Thinking werden aber kritische Stimmen immer lauter, die aus vielerlei Gründen zur Zurückhaltung mahnen (Kimbell 2011). Johanssen-Skoelburg, Woodilla & Cetinkaya (2013) finden unter Anhängern keine fachübergreifende Bedeutung für den Begriff Design Thinking, sondern fünf „Diskursen“ (Auffassungen), die miteinander von den jeweiligen Autoren nur flüchtig verknüpft werden. Nach Meinung vielen Experten der Branche ist IDEOs Gründeranspruch auf die Grundgedanken sowieso übertrieben. 1969 bereits, gut zwanzig Jahren vor IDEO, proklamierte Herbert Simon (1969) die Gestaltung von „wünschenswerten Zukünften“ als das Hauptziel der angewandten Wissenschaften, wie etwa Maschinenbau, Architektur, oder Management. Demzufolge bietet Design Thinking einen, aber nicht den einzigen Ansatz zur Lösung komplexer Probleme und zur Gestaltung solcher Zukünfte (Rittel & Weber 1973).

Design Thinking in der Praxis: Das Future Designers Program

An der Swinburne University in Melbourne wird Design Thinking seit 2010 im Rahmen verschiedener Bachelorstudiengänge angeboten. Ziel des Design Thinking Kurses ist es, Studenten die Vielfalt an Definitionen und Anwendungsbereichen des Ansatzes nahe zu bringen. Vier der Design Thinking Absolventen bot sich Mitte 2013 die Möglichkeit das Gelernte in die Praxis umzusetzen. Sie nahmen an dem von der Landesregierung Victoria geförderten Future Designers Programm teil, in dem Firmen gemeinsam mit Studenten kreativ an realen Problemen arbeiten sollen. In diesem Fall ging es darum, drei Baufirmen dabei zu unterstützen ihre energieeffizienten Isolierungstechniken effektiver zu vermarkten. Ausgehend von dem ganz praktischen Bedarf ihre Internetpräsenz zu verbessern, wurde bald klar, dass das Projekt wesentlich komplexer als ursprünglich gedacht war. Letztendlich durch die Umsetzung von Design Thinking Methoden entwickelten die Studenten eine holistische Kampagne, um die Öffentlichkeit über die Wichtigkeit von energieeffizientem Bauen aufzuklären. Ein Ergebnis, das weit entfernt von dem ursprünglichen Auftrag lag. Die Probleme, die bei der Umsetzung der Design Thinking Ansätze im Rahmen dieses Projekts auftraten, gaben Anlass die Auffassung Design Thinking sei eine universale Innovationsstrategie kritisch zu hinterfragen.

Design Thinking nicht ganz problemfrei: Interviews mit den Beteiligten des Future Designers Programs

Nach Beendigung des Future Designers Program Projekts wurden alle Beteiligten zu ihren Erfahrungen befragt. Ziel war es unter anderem, welche Rolle Design Thinking in dem Projekt spielte zu evaluieren. Die Interviews fanden sowohl per Telefon, als auch persönlich statt. Sie dauerten zwischen 15 und 25 Minuten.

Sowohl für die Studenten als auch für die drei involvierten Firmen, stellte Design Thinking einen äußerst wichtigen, wenn auch nicht problemfreien Bestandteil des Projekts dar. Design Thinking wurde von den Studenten als Basis für all ihre Entscheidungen beschrieben, als der rote Faden und die Struktur für alle Arbeitsphasen. Ohne Design Thinking hätten sie das Projekt nicht durchführen können, wie eine der Studentinnen anmerkte. Sowohl für die Datenerhebung, die Ideenfindung als auch die Ausarbeitung stellte Design Thinking Methoden und Handlungsstrategien bereit.

Alle Studenten hatten ein, beziehungsweise zwei, Semester vor Beginn des Future Designers Programm Projekts einen Kurs in Design Thinking an der Swinburne University of Technology in Melbourne absolviert. Das Gelernte in der „richtigen Welt“ umzusetzen war für die Studenten eine ertragreiche Übung. Der relativ zeitnahe Übergang von Theorie zu Praxis half ihnen ihr Wissen zu verinnerlichen und zudem zu erkennen, wie wichtig Design Thinking ist: „Wir haben gelernt Design Thinking mehr wertzuschätzen“, so eine der Studentinnen. Es war das erste Mal, dass die Studenten Design Thinking außerhalb eines rein universitären Kontextes anwendeten. Sie empfanden es daher als hilfreich und inspirierend andere Projekte, in denen Design Thinking Prinzipien verwendet wurden, zur Orientierung heranzuziehen.

Schwierigkeiten bereitete den Studenten die konsequente Umsetzung bestimmter Design Thinking Prinzipien in der hektischen Endphase des Projekts. Aufgrund anfänglicher Unklarheiten und der relativ offenen Projektanforderungen wurde viel Zeit darauf verwendet, Probleme und Ansatzpunkte zu identifizieren. Dies führte dazu, die Zeit für die Ausarbeitung ihres Konzeptes sehr knapp war. Die Studenten waren sich bewusst darüber, dass regelmäßige Prototypentests im Design Thinking eine wichtige Rolle spielen, hatten aber am Ende nicht mehr genug Zeit dies wirklich umzusetzen.

Die Studenten waren, wie schon erwähnt, bereits mit dem Konzept Design Thinking vertraut. Für die Repräsentanten der Firmen jedoch waren die Ansätze Neuland und führten anfänglich zu Verwirrung und Skepsis. Beson-

ders vonseiten der Studenten wurde bemängelt, dass die Theorie hinter Design Thinking vor Beginn des Projekts hätte besser erläutert werden sollen. Dies hätte Zeit gespart und die Zusammenarbeit erleichtert, da sich die Firmen nicht im Klaren darüber waren, welche Informationen die Studenten von ihnen benötigen würden, und wichtiger noch, weshalb sie bestimmte Fragen stellten. Da jedoch nicht genug Zeit eingeplant wurde, um die Firmen mit den Design Thinking Ansätzen vertraut zu machen, konnten diese sich nicht adäquat vorbereiten und entwickelten Erwartungshaltungen, die die Studenten im Endeffekt nicht erfüllen konnten.

Die Vertreter der Firmen gingen davon aus von den Studenten ein handfestes Produkt geliefert zu bekommen, dass sie nach Beendigung der Zusammenarbeit sofort implementieren könnten. Die explorative Recherche der Studenten in der Anfangsphase hätte jedoch gezeigt, dass die bestehenden Probleme viel größer und komplexer als gedacht wären. Nicht nur die Firmen, sondern auch die Studenten müssten ihre Erwartungen an die Prozesse und das Endergebnis im Laufe des Projekts an diese Sachlage anpassen. Für die Firmen wäre diese Umstellung anfänglich verwirrend und sie hätten Schwierigkeiten sich voll und ganz auf die Design Thinking Ansätze einzulassen.

Die Studenten wären überwältigt von der Komplexität des Themas und hätten das Gefühl, Zeit damit verloren zu haben, am Anfang sehr breit recherchiert zu haben. Sie könnten sich letztendlich nur auf einen Teil der Problemlage konzentrieren und müssten viele andere Problembereiche verwerfen, mit denen sie sich zuvor beschäftigt hatten. Dies werde einerseits als frustrierend empfunden, andererseits aber auch als Teil Design Thinkings erkannt. Sich dessen bewusst, wären die Studenten stets bemüht darum, den Firmenvertretern die Grundlagen für ihre Entscheidungen zu erklären und rechtfertigen.

Gegen Ende des Projekts hätten die Repräsentanten der drei Firmen zwar ein klareres Bild darüber, was Design Thinking sei und wären weitgehend von dessen Nutzen überzeugt, könnten es jedoch nicht komplett verstehen. Dies schien allerdings kaum ein Problem zu sein, da sie eher an den Ergebnissen, als an der Herangehensweise interessiert wären. Daher ließen sie sich, nach anfänglicher Skepsis, bereitwillig auf die neuen Ansätze ein, in der Hoffnung von ihnen profitieren zu können und überzeugt davon, dass die Studenten „schon wissen, was sie da tun“.

Die Firmen beschrieben Design Thinking als Werkzeug und strukturgebende Strategie zur Lösung von Problemen, die besonders nützlich für Menschen sei, die es nicht gewohnt sind, auf diese Art und Weise zu denken. Sie erkannten, dass Design Thinking ihnen helfen könnte, ihr Nischenprodukt

populärer und attraktiver zu machen. Eines der identifizierten Hauptprobleme aller drei Firmen war die Kommunikation mit der Zielgruppe. Sie hatten Schwierigkeiten potenzielle Kunden von der Wichtigkeit und dem Nutzen ihres Produkts zu überzeugen, da die Ergebnisse weder direkt sichtbar wären, noch unmittelbar identifizierbaren Auswirkungen hätte. Die Firmen verstanden, dass Designmethoden wichtig für eine effektivere und zielgerichtete Kommunikation seien. „Ich bin mir zwar bewusst darüber, dass man mit verschiedenen Zielgruppen unterschiedlich kommunizieren muss, aber wie man das dann wirklich umsetzt weiß ich nicht. Designmethoden sind dafür hilfreich“, so einer der Firmenrepräsentanten. Es sei wichtig, dass die Kunden verstehen, um was es eigentlich geht und warum es von Bedeutung sei, aber genauso wichtig sei die Kunden dazu zu bringen dieser Einsicht Taten folgen zu lassen, meinten Firmenvertreter. Design Thinking wurde von den Firmen als Möglichkeit oder Chance verstanden, diese Hürde zu überwinden.

Die Zusammenarbeit mit Menschen verschiedener Fachdisziplinen wurde zudem von beiden Seiten als positiv empfunden. Die Kombination von Industriedesign- und Kommunikationsdesignstudenten, sowie Vertretern drei verschiedener Firmen brachte unterschiedliche Standpunkte zusammen und bereicherte das Projekt. „Die Zusammenarbeit mit den Designstudenten ermöglichte eine unbefangene Analyse des Problems. Sie brachten eine neue Perspektive ein“, so einer der Firmenrepräsentanten. Alle Beteiligten schienen dies wertzuschätzen und waren offen für Ideen und Einwände der anderen.

Es wurde jedoch bemängelt, dass die drei Treffen von Firmen und Studenten nicht ausreichend wären und es besser gewesen wäre, sich regelmäßiger zu treffen. Die Firmenvertreter hatten das Gefühl nicht auf dem neusten Stand der Dinge zu sein, was die Arbeit der Studenten angehe, und die Studenten hätten sich mehr Feedback gewünscht, um zielgerichteter arbeiten zu können. Auf die Frage hin, ob sie eine Zukunft für Designansätze in ihren Firmen sehen könnten, war man zwar positiv, gleichzeitig aber auch zurückhaltend: „Jede Methodik, die dabei hilft Ideen und Lösungen zu finden ist für und hilfreich.“

Unklar blieb zudem was nach der Abschlusspräsentation mit dem von den Studenten entwickelten Konzept geschehen würde. Die Firmen zeigten sich zwar positiv überrascht und schienen überzeugt von der Arbeit der Studenten, verstanden aber auch, dass dies erst der Anfang eines größeren Projekts sein würde. Die Studenten waren ebenfalls zufrieden mit ihrem Ergebnis, hatten aber das Gefühl, zu keinem richtigen Abschluss gekommen zu

sein. Das gewohnte Hochgefühl nach Beendigung eines Projekts blieb aus. Dennoch hatten beide Parteien das Gefühl, viel dazugelernt zu haben.

Fazit

Liedtka & Ogilvie (2011) halten die Unterscheidung von Design Thinking und Designerly Thinking für sinnvoll, indem sich Designerly Thinking außerhalb Gestaltung in Unternehmen bei Strategieentwicklung verwenden lässt. Dieser Haltung schließen wir uns an. In dem zuvor erläuterten Projekt erlebten Studenten den Übergang von Design Thinking zum Designerly Thinking mit. Ausgehend von der Erwartung ein handfestes Produkt zu entwickeln, wurden Studenten und Firmenvertretern durchlaufend mit strategischen Problemen größeren Umfangs konfrontiert. Unserer Ansicht nach wurden die Studenten offensichtlich mit diesen Fragen überfordert. Die Ergebnisse warfen offenbar aber andere Fragen zur Umsetzung der Methode auf. Hätten wir gemeinsam etwa den Umfang und das Ziel des Projekts von Anfang an deutlicher festlegen sollen? Seitens der Studenten und Firmenvertreter deutet das Projekt wenigstens auf die Notwendigkeit hin, eine umfangreichere Vorbereitung für den Umgang mit strategischen Fragen zu treffen, sonst fällt es allen Beteiligten schwer, den Übergang von Design Thinking zu Designerly Thinking zu gelingen.

Literaturverzeichnis

- Brown, T. 2008: Design thinking. In: Harvard Business Review, 86(6), 84–92, 141.
- Brown, T., & Wyatt, J. 2010: Design Thinking for Social Innovation. In: Stanford Social Innovation Review, Winter, 30–35.
- Duncan, A. K., & Breslin, M. A. 2009: Innovating health care delivery: the design of health services. In: Journal of Business Strategy, 30(2/3), 13–20.
- Holloway, M. 2009: How tangible is your strategy? How design thinking can turn your strategy into reality. In: Journal of Business Strategy, 30(2/3), 50–56.
doi:10.1108/02756660910942463
- Johansson-Sköldberg, U., Woodilla, J., & Çetinkaya, M. 2013: Design Thinking: Past, Present and Possible Futures. Creativity and Innovation Management, 22(2), 121–146.
- Kimbell, L. 2011: Rethinking Design Thinking: Part I. In: Design and Culture, 3(3), 285–306.
- Leavy, B. 2010: Design thinking – a new mental model of value innovation. In: Strategy & Leadership, 38(3), 5–14.
- Liedtka, J., & Ogilvie, T. 2011: The Why and How of Design Thinking. In Designing for Growth: a design thinking toolkit for managers (pp. 1–37). New York, USA: Columbia Business School.
- Owen, C. 2007: Design Thinking: Notes on its Nature and Use. In: Design Research Quarterly, 2(1), 16–27.

- Plattner, H., Meinel, C., & Leifer, L. (Hrsg) 2011: Design Thinking: Understand-Improve-Apply. (Vol. 36, p. ii). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Rittel, H. W. J., & Webber, M. M. 1973: Dilemmas in a general theory of planning. In: Policy Sciences, 4(2), 155–169.
- Simon, H. 1969: The sciences of the artificial. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Zydra 2014: <http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/design-thinking-in-unternehmen-labor-fuer-geistesblitze-1.18568491>. Abgerufen 13/04/14.

Kontakt

Dr Gavin Melles
School of Design, Swinburne University
Prahran, VIC 3181 Australia
gmelles@swin.edu.au

Rebeka Fuge
School of Design, Swinburne University
Rebekka.fuge@googlemail.com

Neue Industrial Design Prozesse für die Produktentwicklung – Die Überarbeitung der VDI/VDE-Richtlinie 2424

Gerhard Reichert, Robert Watty und Christian Zimmermann

Der 1856 gegründete technisch-wissenschaftliche Verein Deutscher Ingenieure (VDI) e. V. entwickelt seit Ende des vorletzten Jahrhunderts technisch-wissenschaftliche Richtlinien und Normierungen. Bis heute hat der VDI ein technisches Regelwerk mit ca. 2000 Richtlinien erarbeitet und etabliert, welche die vielfältigen Bereiche der Technik weitgehend abdecken. Sie geben Orientierung, fundierte Entscheidungshilfen und Handlungsvorgaben und schärfen somit die Qualität für korrektes technisches Vorgehen (vgl. (Kaiser & König 2006; Lenhart 2013)).

In den 1980er Jahren wurde so auch eine VDI/VDE-Richtlinie 2424 «Industrial Design – Grundlagen, Begriffe, Wirkungsweise» zusammen mit dem VDE (Verband der Elektrotechnik) erstellt, um die Zusammenarbeit von Ingenieuren und Industrial Designern bei der Produktentwicklung zu unterstützen und verbessern. Diese Richtlinie wird aktuell überarbeitet und um die Erkenntnisse zu neuen Methoden, Werkzeugen und Prozessen der letzten 30 Jahre erweitert.

Der Beitrag beschreibt zunächst einige Aspekte zur historischen Entwicklung der Tätigkeit von Ingenieuren und Designern sowie ihre heutzutage wieder stärker zusammenwachsenden Aufgaben im Rahmen der Produktentwicklung. Danach wird der aktuelle Stand zum *Industrial Design* in benachbarten VDI-Richtlinien dargelegt. Abschließend werden die angestrebten Änderungen und die Zielsetzungen der Überarbeitung der VDI/VDE-Richtlinie 2424 dargestellt und ein Ausblick auf das weitere Vorgehen gegeben.

1 Herkunft und Entwicklung des Tätigkeitsfeldes – Historischer Abriss

Im Zuge der Industrialisierung seit dem späten 18. Jahrhundert entwickelte sich mit dem Beginn des bürgerlichen Zeitalters ein neuer Berufsstand. Die «mechanischen Künste» bestanden zunächst noch in der unzertrennlichen Einheit von ästhetischer und technischer Kompetenz, gemäß dem universalen Bildungsanspruch eines «Künstler-Ingenieurs» (Selle 2007). Erst die Zurichtung sowohl der Objektwelt massenproduzierter Güter als auch der Individuen als Konsumenten führte zu einer Trennung primär technischer und primär ästhetischer Kompetenz, wie sie auch in der Differenzierung des Berufsbildes des Baumeisters hin zum Architekten und Bauingenieurs ablesbar wird. Im Bereich der Warenproduktion führte dies im Historismus des späten 19. Jahrhundert zu teils kaum noch nutzbaren Produkten: die Dominanz des Dekors verhinderte sinnvolle konstruktive Lösungen ebenso wie die Produkte ihre Handhabbarkeit einbüßten. Seit dieser Zeit gibt es vielfältige Bewegungen, die beide Kompetenzen wieder zusammenführen wollen (Arts and Crafts Movement, Lebensreformbewegung, Bauhaus, etc.).

Spätestens seit der Benennung von Peter Behrens als «Künstlerischen Beirat» der AEG 1907 und der Gründung des Staatlichen Bauhauses in Weimar 1919 begann die Bedeutung des Designs bei der Entwicklung von Produkten zu steigen. Diese Entwicklung setzte sich nach dem 2. Weltkrieg mit der Hochschule für Gestaltung (HfG) in Ulm fort.

2 Zum Begriff «Design»

2a Was ist Design?

Der Begriff «Design» stammt etymologisch von lateinisches Wort «designare» (bestimmen) ab. Aus dem französischen «dessein» (Muster, Zeichnung) und dem englischen Wort *design* wurde Anfang des 19. Jahrhunderts der Begriff *Design* im deutschen Sprachgebrauch für das Gestalten von Formen übernommen. Das Wort *Design* wird laut Bürdek zum ersten Mal im Jahre 1588 schriftlich verwendet, als ein von «Menschen erdachter Plan oder ein Schema von etwas», das realisiert werden soll (Bürdek 2004, p.13; Schneider 2008, p.195). In angelsächsischen Ländern bezieht sich der Begriff Design dementsprechend nicht nur singular auf die Gestaltung bzw. den kreativen Aspekt, sondern umfasst zudem auch planende, entwerfende und konstruktive Prozesse der Produktentwicklung.

Seit dieser Zeit etablierte sich auch bereits das öffentliche (Miss-)verständnis von *Industrial Design*, durch die oberflächliche bzw. undifferenzierte, fast ausschließlich auf den Automobil-, Mode-, Möbel- und Leuchten-

sektor kaprizierte journalistische Berichterstattung – unter dem nun für Fachleute unrühmlichen Sammelbegriff *Design*.

Eine präzise Definition bzw. ein Verständnis des Designs bzw. *Industrial Designs* für die industrielle Praxis ist angesichts des heutigen inflationären Gebrauchs des Begriffes die zwingende Ausgangsbasis für die qualifizierte Zusammenarbeit in der Produktentwicklung und folglich ein Kernpunkt der VDI/VDE-Richtlinie 2424. Hierzu macht es Sinn, kompakt das begriffliche Umfeld (Styling, Corporate Design, Produktgestaltung, Design, Industriedesign, *Industrial Design*, Design Management, ...) in der beruflichen Praxis zu analysieren.

2b Warum benötigen wir eine Definition?

Methodologisch zwingend muss bei der Neufassung der VDI/VDE-Richtlinie 2424 der Gegenstandsbereich des Industrial Designs definiert werden. Löbachs kompakte Definition von *Industrial Design* aus dem Jahre 1976 eignet sich zum Beispiel als erster Ausgangspunkt, da er wichtige Kernpunkte des Industrial-Design in einem Satz prägnant benennt: «Industrial Design soll hier definiert werden als Prozess der Anpassung industriell herstellbarer Gebrauchsprodukte an die physischen und psychischen Bedürfnisse der Benutzer und der Benutzergruppen» (Löbach 1976, p.19). Darin eingeschlossen finden sich auch Dimensionen der sozialen, ökonomischen und ökologischen Verantwortung, die immer stärker bei der Produktentwicklung zu gewährleisten sind.

Auch Zeitler verweist auf eine Vielzahl an Bereichen (z. B. Ästhetik, Designtheorie, Konstruktionslehre, Ergonomie, Ökonomie, Ökologie, Soziologie, Psychologie, Kommunikationswissenschaften), die sich mit Design befassen und die daraus resultierende Herausforderung einer allgemeingültigen Definition (Zeitler 1994). Durch die unterschiedlichen Schwerpunkte der jeweiligen Fachbereiche ergeben sich für das Design zwangsläufig unterschiedliche Definitionen (Kohler 2003, p.15).

Während in der breiten Öffentlichkeit das Verständnis eines «Designers» fälschlicherweise immer noch mit der Zentrierung auf den ästhetischen Aspekt verbunden wird, stellt die berufliche Praxis die konstruktiven und planenden ebenso wie die Tätigkeiten der Informationsbeschaffung in den Vordergrund. Mit steigender technischer Komplexität der Aufgabe und zunehmender Interdisziplinarität der Produktentwicklung wird es vordringlich, die Aufgaben und Tätigkeiten des Produktgestalters auch für andere Disziplinen nachvollziehbar zu beschreiben.

Mit der neuen Richtlinie VDI 2424 besteht die Chance, diese kooperative bis kongruente Tätigkeitsbeschreibung zu verdeutlichen und Schnittstellen zu den jeweils anderen Disziplinen (Konstruktion, Produktion, Marketing, Vertrieb, etc.) aufzuzeigen.

3 VDI 2424 «Industrial Design» und ihre Verbindung zu anderen Richtlinien

In den einschlägigen VDI-Richtlinien mit thematischem Bezug zum Industrial Design gibt es diverse Richtlinien, in denen sowohl die VDI/VDE-Richtlinie 2424 als auch allgemein das Thema *Industrial Design* wenig bis gar nicht zum Tragen kommen, missverständlich beschrieben oder missverstanden werden. Die relevanten Richtlinien streifen das Gebiet «Industriedesign» bestenfalls passager, verwenden den Begriff unpräzise oder gehen überhaupt nicht darauf ein.

Diese VDI-Richtlinien mit thematischem Bezug zum Industrial Design sind im wesentlichen

- VDI 2206 «Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme» (VDI 2004a)
- VDI 2220 «Produktplanung - Ablauf, Begriffe und Organisation» (1980)
- VDI 2221 «Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte» (Mai 1993)
- VDI 2222 «Methodisches Entwickeln von Lösungsprinzipien» (1997)
- VDI 2222 «Erstellung und Anwendung von Konstruktionskatalogen» (1982)
- VDI 2223 «Entwerfen Technischer Produkte» (1999)
- VDI 2225 «Technisch-wirtschaftliches Konstruieren» (1997 und 1998)
- VDI 2234 «Wirtschaftliche Grundlagen für den Konstrukteur» (1990)
- VDI 2242 «Konstruieren ergonomiegerechter Erzeugnisse» (1986)
- VDI-Richtlinie 2235 «Wirtschaftliche Entscheidungen beim Konstruieren» (1987)
- VDI-Richtlinie 2243 «Recyclinggerechte Produktgestaltung» (2002)
- VDI/VDE 2422 «Entwicklungsmethodik für Geräte mit Steuerung durch Mikroelektronik» (1994)
- VDI-Richtlinien 2800 «Wertanalyse» (2010)

- VDI-Richtlinie 2806 «Kreativitätspotenziale und Ideenfindung» (2002)

Die Veränderung dieser Richtlinien liegt naturgemäß nicht in der Kompetenz des Gremiums VDI2424, aber die Neufassung dieser Richtlinie bietet die Möglichkeit, bei einer künftigen Überarbeitung sachverwandter Richtlinien und Normen ein schärfer fokussiertes Bild der Tätigkeiten des Industriedesigners und damit eine klare Konzeption von Kooperation, Schnittmengen, Zusammenwirken und der Abhängigkeiten aller bei der Produktentwicklung beteiligten Gewerke und Arbeitsbereiche zu erleichtern.

Zu erwähnen ist ebenfalls, dass parallel zur Überarbeitung der VDI/VDE-Richtlinie 2424 von anderen Fachausschüssen sowohl die bereits angesprochene VDI-Richtlinie 2221 als auch die VDI-Richtlinie 2206 überarbeitet werden. Hier ist somit eine enge Zusammenarbeit mit diesen Fachausschüssen möglich und sinnvoll, um die zunehmende Bedeutung von Designaspekten zu betonen und sie zukünftig umfassender und zielgerichteter bei der interdisziplinären Produktentwicklung zu berücksichtigen.

4 Überarbeitung der VDI/VDE Richtlinie 2424

Der VDI hat nun – fast 30 Jahren nach der ersten Veröffentlichung der VDI/VDE-Richtlinie 2424 – beschlossen, diese zusammen mit dem VDID (Verein Deutscher Industrie Designer) zu überarbeiten. Dazu wurde Ende 2013 der Fachausschuss 709 einberufen, welcher aus Designern und Ingenieuren aus Praxis und Forschung besteht.

Die in der VDI/VDE-Richtlinie 2424 thematisierte Zusammenarbeit zwischen Designern und Ingenieuren soll darin bzgl. der Weiterentwicklungen von Prozessen, Methoden und Werkzeugen in der Produktentwicklung in den letzten 30 Jahren ergänzt werden. Aus dieser Zusammenarbeit ergeben sich heute zahlreiche Herausforderungen für die Produktentwicklung, weil die Aufgaben von Designern und Ingenieure zwar oftmals verteilt bearbeitet werden, aber zugleich auch zahlreiche Arbeitsergebnisse wechselseitig berücksichtigt werden müssen, um ein ästhetisch und funktional gutes Ergebnis zu erhalten. Auch haben sich z. B. die eingesetzten Werkzeuge im Arbeitsumfeld von Ingenieuren und Designern mit zunehmendem Rechnerinsatz stark verändert.

Abbildung 3 veranschaulicht die veränderten Umfeldbedingungen in der Produktentwicklung.

Als maßgebliche Indikatoren für die sich verändernden Umfeldbedingungen wurden gewählt:

- Globalisierung (Beispiel: Import chinesischer Produkte nach Deutschland)
- gesteigerte Komplexität der Produkte und deren Verkaufszahlen (Beispiel: Herstellung PC und Tablet)
- gesteigerte Kommunikation (Beispiel: Anzahl der Internethosts)
- Verkürzung der Entwicklungszeit (Beispiel: Entwicklungsdauer der Automobile bei Honda)

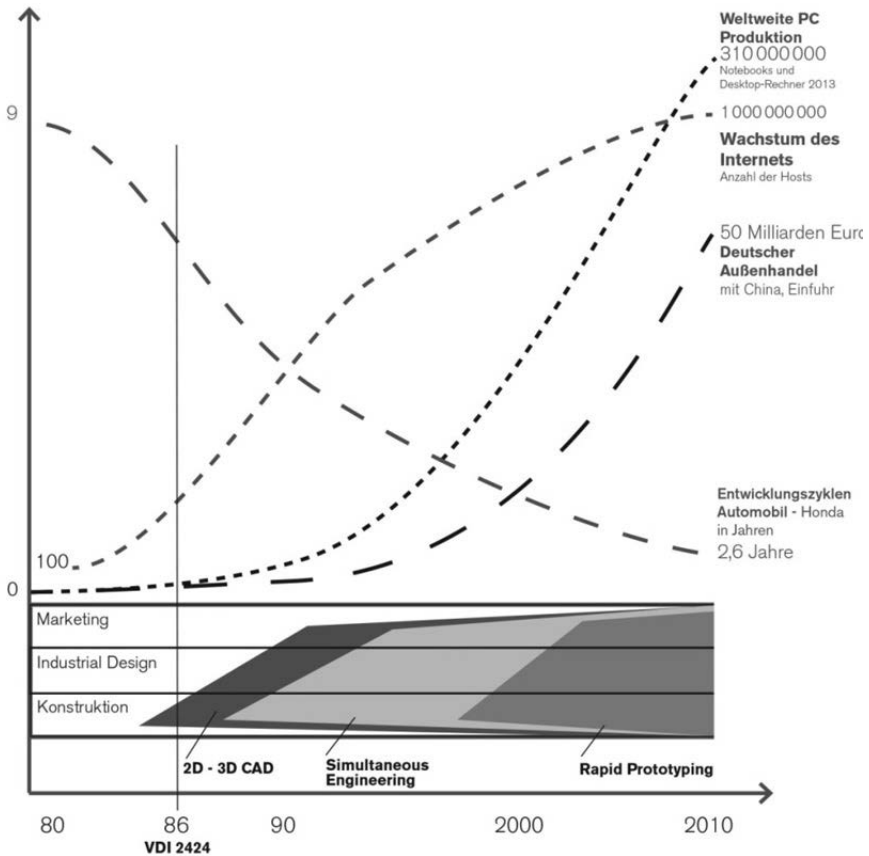


Abbildung 3: Veränderte Umfeldeinflüsse und Entwicklungen von Methoden und Werkzeugen in der Produktentwicklung. Globalisierung (am Bsp. Import Chin. Produkte), Komplexität und Verkaufszahlen der Produkte (am Bsp. Herstellung PC und Tablet), Kommunikation (am Bsp. Internet), Verkürzung der Entwicklungszeit (am Bsp. Honda Entwicklungszeiten). Methoden (am Bsp. Simultaneous Engineering), Werkzeuge (am Bsp. 2D und 3D CAD, Rapid Prototyping).

Die Abbildung veranschaulicht zudem die wachsende Verwendung ausgewählter Methoden und Werkzeuge in den letzten 30 Jahren (Beispiel Methoden: Konstruktionssystematik, Simultaneous Engineering) — Beispiel Werkzeuge: 2D-CAD, 3D-CAD, Rapid Prototyping).

Weitere Methoden wie z. B. Design Thinking, QFM, Product life cycle management, CI, CD, target costing, Umweltmanagement, FEMA sind in der Abb. aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht aufgeführt. Diese Methoden und Werkzeuge wurden nicht zeitgleich von den drei bedeutenden Teilbereichen der Produktentwicklung (Industrial Design, Marketing und Konstruktion) eingesetzt; aber bei heutigen Produktentwicklungen werden die oben beschriebenen Methoden und Werkzeuge von allen Abteilungen mit unterschiedlichen Schwerpunkten synergetisch genutzt.

5 Für wen ist die neue VDI 2424?

Die neue VDI/VDE-Richtlinie 2424 soll dabei die folgenden Zielgruppen in Praxis und Ausbildung ansprechen:

- am Produktentstehungsprozess im Unternehmen maßgeblich beteiligte Personen aus Planung, Entwicklung, Konstruktion, Herstellung, Qualitätssicherung und Vertrieb,
- strategische Entscheider aus der Unternehmens- oder Projektleitung,
- externe Industriedesigner und Dienstleister sowie auch
- Ingenieure und Designer in der Ausbildung.

6 Inhalte der Neubearbeitung

Inhaltlich soll die neue VDI/VDE-Richtlinie 2424 unter anderem die folgenden Punkte enthalten, um das wechselseitige Verständnis von Designern und Ingenieuren zu fördern und ihre Zusammenarbeit zu verbessern:

- Design soll als Begriff definiert und die Kernkompetenzen von Industrie Designern sollen benannt werden.
- Der Stand der Technik von Methoden und Werkzeugen im Design soll nachvollziehbar und reproduzierbar dargestellt werden und der Zusammenhang zu anderen Richtlinien soll hergestellt werden.
- Design soll als integraler Bestandteil des modernen Produktentstehungsprozesses eingeordnet werden.
- Designrelevante Aspekte im Produktentstehungsprozess sollen aufgezeigt werden.
- Allgemeine, objektivierbare Gestaltungskriterien sollen vermittelt werden.

- Der Mensch soll im Mittelpunkt der Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle stehen und seine Einbindung erläutert werden.
- Nutzen und Wertschöpfung des Designs sollen dargestellt sowie Aufwand und Kosten des Designs sollen angesprochen werden.
- Rechtliche Rahmenbedingungen zum Schutz des Designs sollen aufgezeigt werden
- Grundzusammenhänge für Zertifizierungsprozesse sollen erläutert werden.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Nach über 30 Jahren ist die VDI/VDE-Richtlinie 2424 *Industrial Design* nicht mehr zeitgemäß und wird nun überarbeitet. Im Wesentlichen sollen dabei Begriffsdefinitionen angepasst und aktuelle Arbeitsmethoden im Design und den Ingenieurwissenschaften aufgegriffen werden. Zentrales Anliegen ist es aber auch, die Zusammenarbeit von Ingenieuren und Designern zu unterstützen und so Entscheidern, am Entwicklungsprozess beteiligten Designern und Ingenieuren und auch Studierenden der beteiligten Fachgebiete eine bessere Einbindung wichtiger Designaspekte im Produktentstehungsprozess zu ermöglichen.

Literaturverzeichnis

- Bürdek, B.E. 2004. *Design: Geschichte, Theorie und Praxis der Produktgestaltung*, Basel: Birkhäuser-Verlag.
- Kaiser, W. & König, W. eds 2006. *Geschichte des Ingenieurs: ein Beruf in sechs Jahrtausenden*, München: Hanser.
- Kohler, T.C. 2003. *Wirkungen des Produktdesigns : Analyse und Messung am Beispiel Automobildesign* 1. Aufl., Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl.
- Lenhart, B. 2013. Happy Birthday: 129 Jahre VDI-Richtlinien | Verein Deutscher Ingenieure. <http://blog.vdi.de/2013/03/happy-birthday-129-jahre-vdi-richtlinien/>.
- Löblich, B. 1976. *Industrial Design: Grundlagen der Industrieproduktgestaltung*, München: Thieme.
- Schneider, B. 2008. *Design- Eine Einführung : Entwurf im sozialen, kulturellen und wirtschaftlichen Kontext*, Basel: Birkhäuser-Verlag.
- Selle, G. 2007. *Geschichte des Design in Deutschland* 2. Aufl., Frankfurt, M.: Campus-Verl.
- VDI-GPP 2014. VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung – Fachbereich Produktentwicklung und Mechatronik. <https://www.vdi.de/technik/fachthemen/produkt-und-prozessgestaltung/fachbereiche/produktentwicklung-und-mechatronik/>.

Zeitler, F. 1994. *Design als Qualität - Qualität von Design : zur ökonomischen Bewertung von Design als Produkteigenschaft / Franziska Zeitler*, Hamburg: S und W, Steuer- und Wirtschaftsverl.

Kontakt

Prof. Gerhard Reichert
Hochschule für Gestaltung Schwäbisch Gmünd
Studiengang Produktgestaltung
gerhard.reichert@hfg-gmuend.de

Prof. Dr.-Ing. Robert Watty
Hochschule Ulm
Fakultät Maschinenbau und Fahrzeugtechnik
watty@hs-ulm.de

Christian Zimmermann
LMU München und
HfG Schwäbisch Gmünd
zimmermann@psy.uni-muenchen.de
christian.zimmermann@hfg-gmuend.de

UXX Enterprise oder: Über den Sinn und Unsinn von Entwerfen, User Experience und Modellbau im Spannungsfeld zwischen Design Thinking und User Centered Design

Oliver Gerstheimer

*You never change things by fighting the existing reality.
To change something, build a new model that makes
the existing model obsolete. (R. Buckminster Fuller)*

Entwurfsauffassung und Designselbstverständnis – Vorgeplänkel

Im Alltag von agilen Entwicklungsteams in Großunternehmen – wie z. B. in Abteilungen für „New Business Development“ oder „Digital Innovation“ – lässt sich seit längerem beobachten, dass eine Deprofessionalisierung des Designs und eine Art „Neue Leichtgläubige Oberflächlichkeit“ in der Entwurfsmethodik stattfindet. Dies beginnt systemisch bereits bei der Gestalterausbildung wo immer weniger „praktizierende echte Designer“ die Kunst des Entwerfens lehren, aber viele andere Fakultäten als Dozierende über das Entwerfen zu berichten wissen, ohne je entwerferisch einen Bleistift oder PC regelmäßig und wertschöpfend dafür genutzt zu haben (Bonsiepe 2009). Zwei typische Muster sind in diesem Zusammenhang zu benennen: a) das Unwissen über die wichtige Klassifizierung einer zu entwerfenden Problemstellung, bzw. die Kunst zum Projektbeginn die „Richtige Frage zu stellen, was eigentlich verflucht nochmal genau entworfen werden soll“ und b) die optimale „Aufstellung“ der multidisziplinären Experten in der Projektorchestrierung – also auf dem Entwurfssfeld, wie beim Fußball. Diese Initialproblematiken von Projekten sind häufige Ursache für schlechte Endprodukte (Flops). Zudem wird dies noch unterstützt von einer Beliebigkeit und einfachen Kausalität in der aktionistischen Entscheidungsfindung (Decision-Making).“

Design ist im Kern ein problembegreifendes und -lösendes Denk- und Entwurfshandwerk. In der richtigen Projektaufstellung zu anderen relevanten

Fachkompetenzen ist die Designdisziplin der entscheidende Erfolgsfaktor für die Themen Marktakzeptanz, Service-Differenzierung, Produktintelligenz und alleinstellende Weitererzählungsfaktoren – also der konkreten, kunden-zentrierten Ausgestaltung von Produkt/Service, Prozess, System, oder Geschäftsmodellelementen (Gerstheimer *et al.* 2004)

Erfahrene Entwerfer bringen die erprobten Werkzeuge und das Wissen für ein maßgeschneidertes Problemlösungsvorgehen aktiv mit ein – wenn dies das Projektmanagementframework zulässt. Somit kann ein Entwicklungsteam anhand effektiver Visualisierungen und effizienter Modell-Detaillierungen zum Projekterfolg – in Time & Budget – orchestriert werden. Fokus ist dabei immer ein kundenzentriertes Vorgehen: aus Nutzersicht im Anwendungskontext.

Design- und Entwurfsprobleme sind nach Horst Rittel (1992) als „böartige Probleme, wicked or ill-defined problems“, klassifiziert und unterliegen in jeder Frage-/Erscheinungsform bei der Lösungsausgestaltung der Einzigartigkeit und der Manufaktur – sei es allein oder im Team. Dies meint auch die Anwendung und den Einsatz von erprobten und passgenauen Werkzeugen im Projektlösungsverlauf. Mit den Methoden des Entwerfens werden Problemstellungen über vielfältige Lösungsalternativen – Varietätserzeugung und Reduktion – erforscht. Entwerfen ist dabei das konstruktive Vordenken mit der Sichtbarmachung der Vorstellung (Simon 1994, Dehlinger 2002). Komplexe Systemzusammenhänge und deren Wirkungsfaktoren werden übersichtlich und in ihren sozio-technischen Wechselbeziehungen abgebildet. Andererseits werden marktattraktive Ideenkonzepte und Lösungsalternativen begreifbar ausgestaltet, so dass eine objektive Bewertung in multidisziplinären Prozessen ermöglicht wird (Beyer *et al.* 1998; Vredenburg, 2002).

Zehn entwerferische Behauptungen zum Designprozess und Modellbau

Folgende zehn Thesen/Eingangsbilder reflektieren die aus Fallbeispielen abgeleiteten Erkenntnisse – im Fokus stehen dabei die Relevanz des Entwurfsprozesses und der Modellbau:

1. Ein entwerfender Problemlöser ist ein darstellender und im Team kollaborierender Denkhändler, der mit guter Planung und visualisierten Entwürfen unscharfe Aufgabenstellungen erfasst, in einen argumentativen (visuellen) Lösungsweg überführt und vorantreibt. Gute Problemlöser (auch Teams) sind nur diejenigen, die jeden Tag planen, entwerfen und visuelle Modelle in mannigfaltiger und projektspezifischer Form bauen – und dies mit allen Tücken beherrschen.

2. Wer keine Erfahrung hat, macht Fehler, kreierte „zu einfache“ Ergebnisse und lässt den Auftragskunden im Glauben alles richtig, nämlich ein Modell, gemacht zu haben. Jeder Modellbau erzeugt Begreifbarkeit und ein Ergebnis, aber nicht unbedingt das Richtige.
3. Zu entwerfen bedeutet in Modellen zu denken und Modelle zu bauen. Das klingt einfach, ist es aber nicht. Modellbau hat viel mehr Gesichter, Facetten und Darstellungsvarianten als gemeinhin angenommen oder überhaupt bekannt. Modellbau, also Alternativen- oder Variantenentwicklung beginnt beim Projekt-Design und wird bei der Produkt-, Prozess- und Systemgestaltung in allen Granulierungen und Techniken benötigt.
4. Es gibt keine etablierte Modellbaukultur, aber viele gefährlich nett aussehende Werkzeuge für schlechten und ineffizienten Produkt-/Service-Modellbau. One-Shot-Operation-Modellbau ist Mittel zum Zweck und benötigt ein hohes Maß an Erfahrung. Welche sinnvolle Darstellung zu welchem Zeitpunkt die Richtige ist – ob Stift oder Pappe, digitale Click-Flows oder Video-Prototyping können dabei eine Frage sein.
5. Gut ist, wenn Modellbau gemacht wird – und zwar möglichst früh und schnell. Aber: wer den zu groben oder zu detaillierten Modellbau zum falschen Entwurfs- und Konkretisierungszeitpunkt wählt, beeinflusst das Projektergebnis erheblich negativ oder verharmlost die Aufgabenkomplexität zu Ungunsten der Lösungskreativität.
6. Modellbau ist im Sinne von Rittel/Webber eben keine „One-Shot-Operation“ (dies wäre es nur im Fall eines „Einmal-Modellbaus“ am Ende des Projekts), sondern ein durchgängig erfolgskritischer Faktor in der argumentativ-interpretatorischen Entwurfsverfeinerung von Beginn an (Rittel, *et al.* 1973). Die Darstellung von Modellen basiert immer auf einer stufenweisen und projektspezifischen Variantenverfeinerung. Diese wird aber in der Regel mit monolithischen Werkzeugen umgesetzt. Man nimmt eben die Instrumente die man „grad da hat“ oder „die im Projektteam bekannt sind“ – also meist unwissend und nicht evaluiert.
7. „Gutes Projekt trotz Kundenbeteiligung“: Modellbau wird als Aufwands- und Leistungsposition in Projektierungen generell unterschätzt und nicht adäquat im Sinne der Flopvermeidung bei Projektierungen budgetiert, so dass eher eine „Pro-Forma-Position“ oder „Cover-Your-Ass-Activity“ unterstellt werden kann. Zudem zerstören aktuelle Korsette von standardisierten Projektmanagementframeworks und deren pure Exekutive das

- „gute Produktdesign“. Es fehlt eine systematische und kritische Reflexion an der Team-, Rollen- und Kompetenzzusammenstellung der Beteiligten.
8. Modellbau ist das Handwerk von Entwerfern und wird in der entsprechenden Profession aktuell nur in der Ausbildung zu Gestaltungsberufen gelehrt und praktiziert, wie z. B. bei Produktdesignern und (Informations)-Architekten. Andere Fakultäten und Professionen sind zunächst Modellbauautodidakten und zumeist als Instrument- und Werkzeug-Laien einzustufen. Ein gesundes Maß an systematischem Zweifel in einem „Problemlösungsteam“ ist daher in jedem Projekt im Bezug auf die existierende Modellbaukompetenz zur Anwendung zu bringen.
 9. „Jeder ist ein Designer“: Aktuell lassen sich Innovationsentwicklungen und der aktuelle hoch gehandelte Fokus auf „Design-Thinking“-orientierte Prozesse als „überzogen und leichtgläubig“ und dabei auf jeden Fall als methodendogmatisch beschreiben. Unternehmen, Institutionen oder Einzelpersonen, meist ohne langjährige Erfahrung in der Sache, predigen die „alleinige Erfolgsformel der Methodik – sei es das Vorgehen nach *Lean, *Design Thinking, *Hybrid Thinking, 10xThinking oder PEP etc. Grundsätzlich gilt auch hier der systemische Zweifel.
 10. Ergo oder zu guter Letzt: Egal welcher methodische Weg zur Problemidentifikation und Lösung von nötigen Innovationen oder Neuproduktentwicklungen gewählt wird, am Schluss muss es eben gut sein und sich im Markt wirklich-wirklich am glücklichen und zahlenden Kunden beweisen. Denn das „Happy- & Money-making“ erfolgt beim Nutzer, Anwender, Käufer oder beim Kunden oder Mitarbeiter. Das klingt wie eine böartige, hochindividuelle Fragestellung, und so ist es auch: Entwerfen von Innovation ist Problemmanufaktur pur, aber lösbar, wenn es präzise hinterfragt wurde und mit richtigem Erfahrungshandwerk angegangen wird. Deshalb hier der Apell: Helfen Sie mit der Deprofessionalisierung von Innovations- und Designprojektierungen ein Ende zu setzen. Buchen Sie geübte Profi-Entwerfer in Ihr Team, die nachweislich Komplexes und Anspruchsvolles entwerfen, keine fremdfakultativen „Design-Thinking-Berater“ ohne entwurfsmethodische Erfahrung, hier passiert nur eine punktuelle Problemlösung. „Gestalterisches Denken ist viel umfassender als das Konzept von Design Thinking“ (Stephan, 2011). Ein wahrer Gestaltungsansatz ist Denken und Machen in einem. Das eine ist die Voraussetzung des anderen. Nicht Konstruktionen nach

vorgegebenen Regeln, sondern plausible Annahmen, die in iterativen Zyklen optimiert werden, führen zum Ziel (Stephan, 2001).

Anhand von drei exemplarischen Fallstudien aus den Bereichen Medizintechnik, Solar- und Automobilindustrie wird die zentrale Rolle eines „methodischen und fundierten Entwurfsvorgehens“ bei digitalen Service-Neuprodukten verdeutlicht.

Case 1: Gesamtheitliche Entwicklung eines Blutzuckermessgerät-Systems

Zielsetzung und Herausforderung

Das Projektdesign sowie die Auswahl der Werkzeuge und Methoden basieren auf einem „Total-User-Experience-Design-Ansatz“. Ziel war die Neuentwicklung eines Gesamtsystems mit Harmonisierungsfokus auf allen „Touch-Points des Kunden“, bestehend aus Hardware (Blutzuckermessgerät mit GSM-Modul), medizintechnischer Analyse-Software, zentralem Datenbank-Server, Online-Diabetestagebuch (browserbasiert) und mobiler Diabetestagebuch-Applikation, die Dokumentation, Analyse und Visualisierung von Vitalparametern durch usability-gerechte Benutzerschnittstellen und automatisierte Prozesse unterstützt (Gerstheimer, *et al.*, 2013).

Voraussetzungen

Diabetiker sind auf die regelmäßige Kontrolle Ihrer Blutzuckerwerte angewiesen. Die Dokumentation von Messwerten erfolgt bisher zumeist per Hand in Diabetestagebüchern und bildet die Grundlage zur Berechnung von Medikamenten- und/oder Insulinmengen. Fokussiert war die Projektierung auf die Erhöhung der Lebensqualität für den einzelnen Patienten durch das verbesserte Management der Erkrankung und die Vermeidung von Begleit- und Folgeerkrankungen durch:

- automatisierte Prozesse in der Dokumentation;
- zusätzliche Analyse- und Auswertungsfunktionen;
- vereinfachten Datenaustausch zwischen Patienten und betreuenden Ärzten (Digitalisierung);

Projektiert wurde eine „End-to-End“-Konzeption: vom Blutstropfen bis zur langfristigen Online-Auswertung und der normgerechten und multinationalen Usability-Umsetzung, beginnend beim User-Interface bis zu den Manuals und den Gebrauchsanweisungen, wurde „alles aus einer Hand gestaltet“. Im Fokus war die optimierte Kundennutzung im Kontext chronischer Diabeteserkrankungen.

Projektverlauf / Projektdesign

Das Projektdesign hat Prozess-Module mit verschiedenen erfolgskritischen Rollen und Expertisen für die Konzeption und Gestaltung:

- Modul 1: User Interface Design des Blutzuckermessgeräts (usabilitygerechte Gestaltung der Benutzerschnittstelle mit Fokus auf eineindeutige Lesbarkeit);
- Modul 2: Anforderungsspezifikation und Definition von Prozessen als Grundlage der Softwareentwicklung des Blutzuckermessgeräts (Konzeption und Informationsarchitektur mit schlüssigen und erwartungskonformen Abläufen sowie nutzungsgerechten Feedbackstrukturen);
- Modul 3: Testing des Blutzuckermessgeräts (Hardware und Software) im Rahmen der Produktentwicklung (Überprüfung der in Modul 2 definierten Spezifikationen, Review der Testergebnisse);
- Modul 4: Konzept und User Interface Design für ein Online-Diabetestagebuch (browserbasiert) und eine mobile Diabetestagebuch-Applikation (Konzeption, Anforderungsdefinition, Informationsarchitektur, Wireframekonzept, Designumsetzung mit finalen Screendesigns);
- Modul 5: Anforderungsdefinition und Qualitätssicherung in der programmiertechnischen Umsetzung des Online-Tagebuchs (Erstellung Pflichtenheft, Qualitätssicherung in der Programmierung, Durchführung von User Acceptance Tests in der Freigabephase);
- Modul 6: Qualitatives Usability und User Experience Testing mit Funktionsprototypen in unterschiedlichen Zielgruppen (Patienten, pflegende Angehörige und medizinische Professionals) unter Berücksichtigung von Zertifizierungsprozessen für medizintechnische Produkte (Testkonzeption, Erstellung von Testmaterialien, Testdurchführung, normgerechte Dokumentation).

Ergebnisse

Die Ergebnisse der einzelnen Module wurden direkt als Anforderungen und Optimierungsansätze in die Produktion bzw. die Umsetzung der Einzelelemente des Gesamtsystems (Hardware, Software, Informationsmaterial) übernommen.

Das User-Experience-Design-Vorgehen zeigt modellhaft die relevanten Kriterien für einen „gesamtheitlichen Entwicklungs- und Designprozess“ auf, der sowohl Usability-Gesichtspunkte, nutzerspezifische Anforderungen,

technische und normative Restriktionen, wie auch neue Geschäftsmodell-Designs und Servicekonzepte in den Fokus stellt. Im Projekt konnten widerstreitende Anforderungen durch die frühzeitige Einbeziehung aller Stakeholder (Nutzer, Provider, Hard- und Softwarehersteller) berücksichtigt und lösungsorientiert eingearbeitet werden.

Der integrative Ansatz – „Alle User-Touch-Points aus einer Hand und in Alternativen zu gestalten“ – ermöglichte die verzahnte Entwicklung und Harmonisierung aller analogen und digitalen Benutzerelemente innerhalb eines definierten Entwicklungszeitraums mit einem qualitativ hochwertigen Endergebnis unter Berücksichtigung der Zeit- und Budgetvorgaben (siehe Abbildung 1):

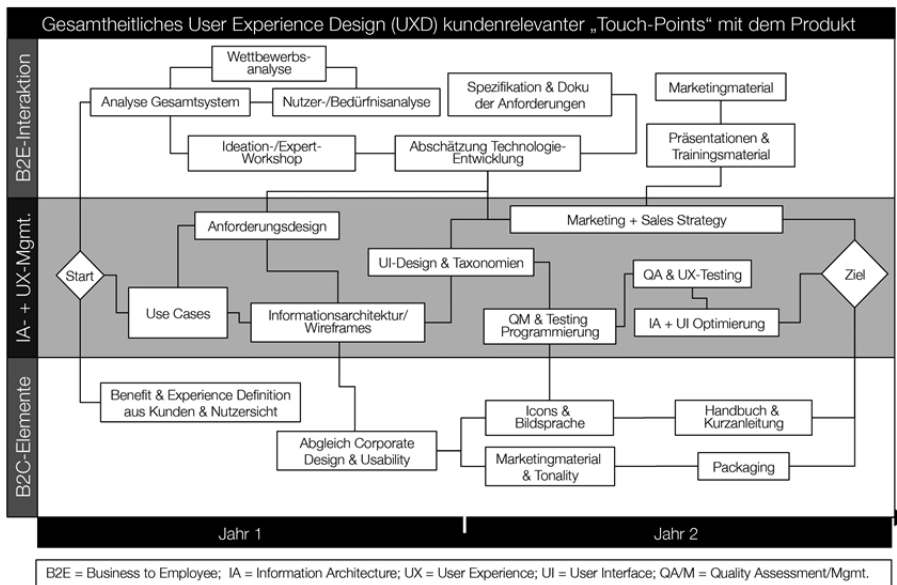


Abbildung 1: Touch-Point-Management

Case 2: Automobilindustrie – Integrative Entwicklung eines Extranets – von der Bedürfnisanalyse bis zum Roll-Out.

Zielsetzung und Herausforderung

Industrie-Interfaces und Mitarbeiterportale in multinationalen Unternehmen müssen im internationalen Wettbewerbsumfeld effizient und effektiv sein, aber auch ein positives Erlebnis für die Anwender im Nutzungsalltag schaffen. Die Informationsarchitektur und die User-Interface-Bedienlogik werden

bewertet nach der Geschwindigkeit und Eindeutigkeit bei der Informationsbeschaffung und Interaktion mit Funktionen, Service und Kommunikation. Projektiert wurde ein Intranet- und Extranet-Produkt – die Neugestaltung des zentralen Informationsportals für die Volkswagen Partner (Autohäuser) in Deutschland – zirka 50.000 Anwender in den Bereichen Verkauf, Service, Werkstatt, Teiledienst, Marketing und Management.

Das konzeptionierte Entwurfsvorgehen adressiert die Herausforderungen bei der Entwicklung und Bearbeitung von Industrie-Interfaces (Intranet/Extranet-Portalen) – insbesondere im komplexen Konzernumfeld – Business-2-Employee (B2E) und Business-2-Business (B2B). Ausgangssituation im Projekt war es, zwei bestehende Informationssysteme zu einem neuen, zentralen Informationsportal in der Konzerngruppe zusammenzulegen. Aufgabe war die grundlegende Neukonzeption einer nutzerzentrierten Portal-Struktur im Hinblick auf die Informationsarchitektur, die Navigation, Bedienlogik und neue Such- und Interaktionsmöglichkeiten.

Voraussetzungen

Herausforderung in der Design-Projektierung war die User-Interface-Konkretisierung im Spannungsfeld zwischen Effizienz, Skalierbarkeit, Flexibilität und Corporate-Design-Konformität – bei gleichzeitiger Integration und Vermittlung zwischen konzerninternen Fachbereichen, Corporate Design, IT und externer Programmierung und den Liebhabern der alten Informationssysteme. Fokus dabei war ein auf das Projekt maßgeschneiderter Usability-Kriterienkatalog nach DIN EN ISO 9241-110 (Dialoggestaltung), 9241-11 (Kontextfaktoren) und 9241-210 (Interaktionsparameter).

Zentraler Punkt der Planung war zudem die praxisorientierte Integration der relevanten Nutzergruppen/Anwender mit ca. 35 qualitativen Fokusgruppen und weiteren Kontext-Interviews sowie die Vermittlung und Kompromissentwicklung zwischen den Anforderungen beteiligter Stakeholder.

Das User-Experience-Design-Team hatte im Entwicklungsprozess unterschiedliche Rollen und Verantwortlichkeiten. Wichtige Meilensteine und Herausforderungen im Projekt waren entwerferisch folgende Punkte:

- Evaluation der Nutzerbedürfnisse im Berufsalltag durch Integration aller Stakeholder;
- Iterationsmanagement mit Visualisierung und Modellbau entlang der gesamten Projektierung, von der Bedürfnisanalyse bis zur Markteinführung mit den späteren Nutzertypen ($n > 100$);
- Entwurf einer nutzergerechten und effizienten Informationsarchitektur für zirka 70.000 Einzeldokumente und 15 Nutzergruppen

(Anwender-Typologie) im Autohaus (Datenaufkommen vs. Nutzeranforderungen);

- Iterative Detail-Konzeption eines übergeordneten Personalisierungskonzepts mit Rollenberechtigung und Zugriffsregelungen;
- Management und Kommunikation des Entwicklungsprozesses zwischen den beteiligten Fachbereichen, Konzern-IT & externen Programmierdienstleistern;
- Rollout-Planung des Systemwechsels mit Einführungs- und Kommunikationskampagne. (Ammermüller *et al.* 2012)

Projektverlauf / Projektdesign

Der integrierte User Experience (UX) Entwicklungsansatz für das Informationsportal wurde in vier Hauptbereiche unterteilt. Die klare Abgrenzung sowie das orchestrierte Zusammenspiel dieser Prozessachsen waren die Grundlage für einen flexiblen und zielgerichteten Entwurfsprozess mit Modellierungsstufen des Interfaces zwischen den beteiligten Bereichen und Verantwortlichkeiten. Folgende Entwicklungsachsen werden wie in Abbildung 2 dargestellt unterschieden.

Ergebnisse

Der aufgezeigte UXD-Entwicklungsansatz schafft als Kommunikationsgrundlage Transparenz für die Beteiligten im Entwicklungsprozess und bietet das Basisframework für ein planvolles Vorschreiten im Entwurfsprozess über Analyse, Konzept, Design und Definition des neuen Portals. Zudem kann eine praxisrelevante Nutzerintegration bei gleichzeitig adäquatem Ressourceneinsatz durch das „PingPong“ zwischen Entwurf- und Visualisierungsmethoden (A) und Nutzerinteraktionsmethoden (B) sichergestellt werden. Eine klare Ausrichtung und Konzentration der Methoden auf das Ergebnis für den Konzept- und Definitionsprozess ist das ausgemachte Ziel.

Im weiteren Projektverlauf verlagerte sich der Fokus auf die Überprüfung und Optimierung des Entwurfs aus Anwendersicht. Die frühe und aktive Integration der Nutzer als „Betroffene“ in den Entwicklungsprozess lieferte nicht nur entwurfsrelevante Ergebnisse, sondern stellt auch ein politisches Signal mit großer partizipatorischer Wirkung im Unternehmen (n > 100) dar. Gleichzeitig wird eine positive Grundakzeptanz für das „kollaborativ entworfene“ neue System gesetzt.

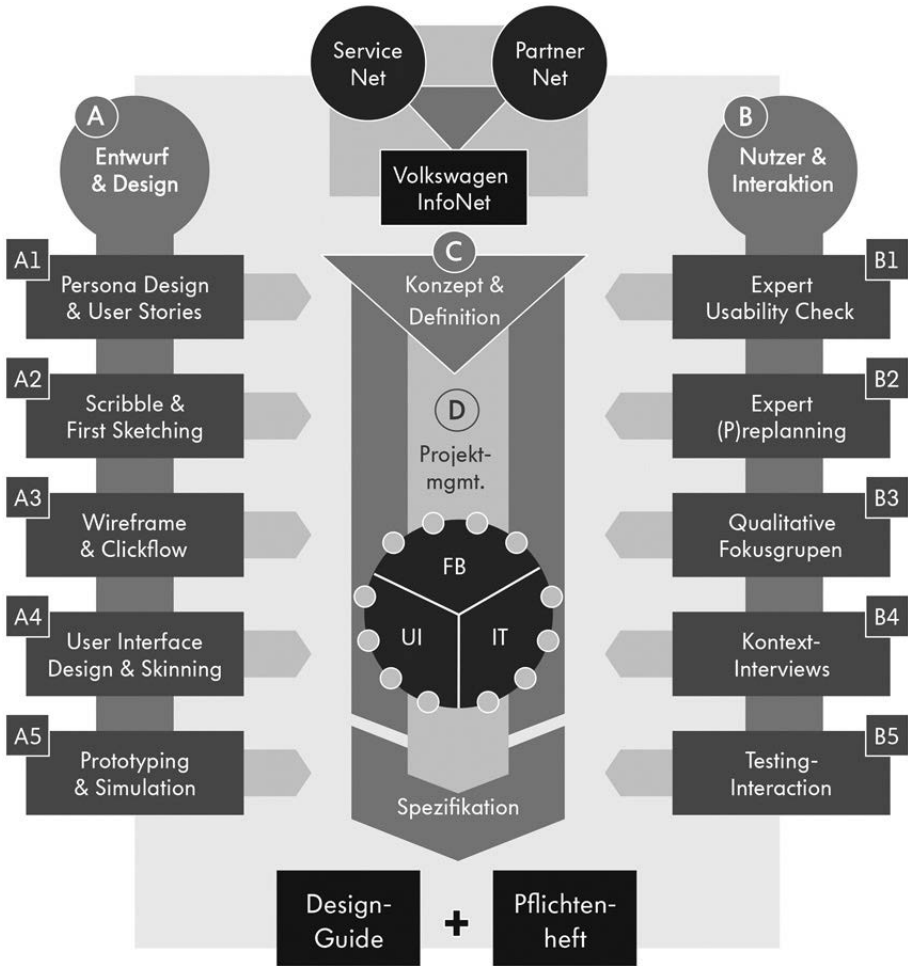


Abbildung 2: Projektframework Volkswagen InfoNet

Case 3: Entwurf und Ausgestaltung eines Solarkonfigurators für den US-Markt mit Halbierung der Auslegungszeit bei komplexen Solaranlagen.

Zielsetzung und Herausforderung

„Sunny Design Web“ ist die erste webbasierte Planungs- und Auslegungs-Software der Solarbranche, die plattformübergreifend umgesetzt wurde. Ziele des Projekts waren die Entwicklung und das Re-Design einer zeit- und

logikoptimierten Informationsarchitektur, sowie neuer User-Interface- und Interaktionsstrukturen für Touch-Computing. Bestehende Konfigurationszeiten von zirka 10 Minuten für eine Solaranlagenauslegung wurden für den Bereich der „Solar-Professionals“ bei gleichem Umfang an Konfigurationsmöglichkeiten halbiert.

Voraussetzungen

Sunny Design ist im Hauptnutzungskontext ein Wizard, der den Nutzer durch den Prozess der Auslegung von Solaranlagen führt. Einerseits soll die Software einen ungeübten Nutzer mit wenigen Fachkenntnissen intuitiv, effizient und erfolgreich durch den Prozess der Anlagenauslegung führen, andererseits müssen professionelle Anwender, wie Solarinstallateure spezifische und teilweise sehr detaillierte Konfigurationen und Auslegungen vornehmen können. Aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen an die Informationsarchitektur und das User Interface wurden zwei grundtypologische Master-User-Stories mit gleichem Anfangs- und Endpunkt entwickelt:

- „Fast Track“ für Effizienz und Geschwindigkeit in der Nutzung bei geringer Vorkenntnis;
- „Long Track“ für professionelle Auslegung mit hohem Detaillierungsgrad.

Projektvorgehen / Projektdesign

Ausgangssituation des Projekts war eine bestehende Desktop-Anwendung mit vielfältigen und komplexen Möglichkeiten der Anlagenauslegung und Einstellungsmöglichkeiten. Auf dieser Grundlage sollte eine komplette Neustrukturierung entwickelt, überprüft und bewertet werden. Fokus war eine zielgerichtete Informationsgewichtung und -priorisierung entlang der Haupt-Use-Cases bei der Anlagenauslegung im Hinblick auf die „gefühlte Auslegungszeit“. Eine umfassende Systemanalyse mit Fokus auf Nutzer, Kontext und Aufgabenanforderung stellten die Basis für den Entwurf der neuen Informationsarchitektur und Use-Case-Zusammenhänge dar.

Das übergreifende Entwicklungsframework kann in vier Bereiche unterschieden werden (siehe Abbildung 3).

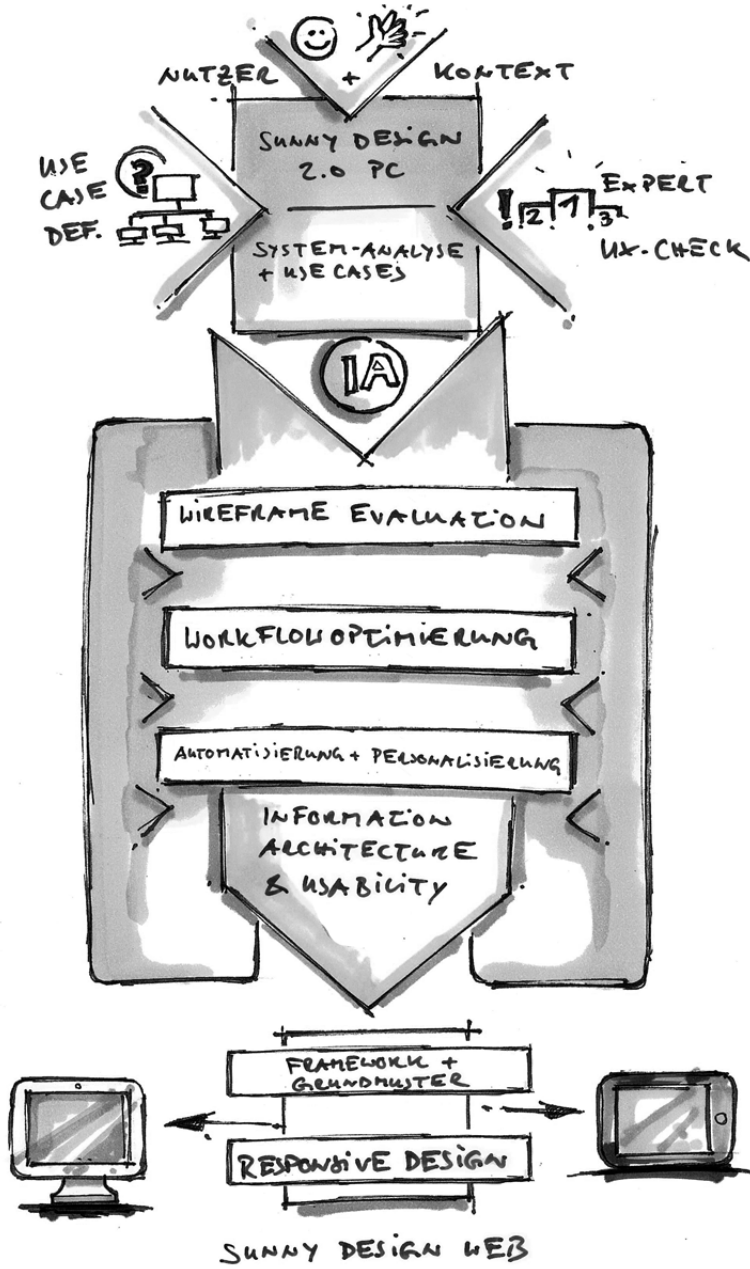


Abbildung 3: Projektframework Sunny Design Web

Nachfolgend sind entwurfsrelevante Aktivitäten und Aspekte aufgezeigt, die im Entwicklungsprozess bearbeitet wurden:

- Systematische Analyse mit Hinterfragung der bestehenden Informationsarchitektur (IA) und User-Interface-Strukturen (UI-Strukturen), sowie Evaluation der Zeitkontexte während der Nutzung;
- Nutzerzentrierte Priorisierung neuer Systemanforderungen auf Basis vorhandener Kundenfeedbacks mit Fokus auf Zeitoptimierung bei der Standard-Anlagenauslegung;
- Nutzer-Kontextanalyse und Bewertung mit Experten zur Ableitung und Definition der Usability- und User-Interface-Anforderungen bei den neuen webbasierten Bedienoberflächen;
- Entwicklung und Simulation von alternativen Click-Prototypen der neuen Lösungsstrukturen für Tablet-PCs zur Überprüfung und Optimierung der User Experience (UX);
- Qualitative Befragung/Evaluation der Lösungsstrukturen mit Experten-Anwendern im Business-Bereich (B2B) und Endkunden im Consumer-Bereich (B2C) aus Europa und den USA auf Basis einer Prototypen-/Beta-Interaktion mit Think-Aloud-Protokoll (Gerstheimer *et al.* 2013).

Ergebnisse

Der Beitrag reflektiert den Design-Thinking-Prozess von der strategischen Optimierungs-Fragestellung, über die User-Experience-Analyse bis zur programmiertechnischen Umsetzung der usabilitygerechten Gestaltungsmuster. Fokuszielgruppe der Anwendung sind internationale Fachhandwerker und gewerbliche Anlagenplaner („Solarteure“), die weltweit wahlweise manuelle oder automatisierte Auslegungen von Solaranlagen im Alltag nutzen. Neben der Desktop-Browseranwendung liegt der Schwerpunkt auf einer optimierten Bedienbarkeit für die effiziente Anlagenplanung im mobilen Nutzungskontext mit Tablet-PCs. Folgende nutzerzentrierte Entwurfsergebnisse wurden im Projekt realisiert:

- Halbierung der Auslegungszeit für eine Anlage durch Optimierung der Benutzerlogik in den identifizierten Hauptanwendungsfällen, verbunden mit der Verbesserung des Zusammenspiels der hintergründigen Systemlogik von Relevanzbäumen;
- Flexible Nutzung durch den Zugriff über Web-Browser sowohl am Desktop-Rechner als auch über Tablet-PCs (iPad und Android-Tablet-PCs);
- Zielgruppenspezifische Workflow-Optimierung für sowohl Experten mit umfangreichen Einstellungen und individuellen Vorkonfi-

gurationen (z. B. eigene Wetterdaten und Verbrauchsprofile) als auch für Laien, die schnell und einfach eine Anlage erstellen wollen;

- Kontextsensitive Dialogisierung zur besseren Benutzerführung mit eindeutiger Kommunikation der Folgeschritte mit effektiver Fehlervermeidung;
- Schnellere Auslegung durch voreingestellte Default-Werte bei Pflichtangaben.

Es gilt im Projektverlauf die Ur-Fragestellung und -Zielsetzung objektiv, aber hartnäckig fokussiert, bis zur kundengerechten Lösung – dem Launch im Markt – umzusetzen und nicht im Projekt- oder Diskussionsverlauf aus dem Blick zu verlieren. Denn es kann nur ein strategisches Masterziel geben.

Abspann – Entwerfen und Verwerfen

Das neue Produkt-/Service-Design fokussiert sich auf die intelligente und agile Kombination verschiedener Entwurfsperspektiven und bedient sich dabei dem objektivierenden User-Centered-Design-Ansatz. Als Datengrundlage des „systematischen Zweifels“ dienen verschiedene qualitative und quantitative Analysen. Lösungserzeugung passiert durch kreative wie systemische Ideation und die Iteration ausformulierter Ideen erfolgt auf Basis von logischen Variationen an Visualisierungen, Skizzen und über den schnellen Modellbau oder Prototyping (s. Miettinen 2010, S. 60/61). Jonas beschreibt das erweiterte Verständnis dieses Designs und seiner Prozesse als „Interface-Disziplin zwischen Artefakt (Objekt) und Kontext, zwischen innerem und äußerem System.“ Das Spannungsfeld dieser neu zu gestaltenden Systeme enthält kulturelle, soziale, politische und technisch-naturwissenschaftliche Komponenten, die aufgrund der komplexen Problemstellungen mit Systemdenken und Szenarioentwürfen auf Lösungen hin ausgestaltet werden (s. Jonas, 2002, S. 172ff). Protzen schreibt dazu: der ausdrückliche Zweck und das Ziel von Entwurfsansätzen der zweiten Designgeneration ist die Unterstützung der Planer und Entwerfer durch Partizipation der Beteiligten, Argumentation und Objektivierung des Entwurfs. Seine Forderung an den Designer und einen guten Entwurf sind Folgende: 1) forgetting less; 2) identifying the right issue; 3) stimulation doubt; 4) explicating judgements (Protzen, 2010).

Nigel Cross fasst darüber hinaus die abgrenzenden Alleinstellungsmerkmale von Entwerfern, bzw. den Designansatz bei der Entwicklung von Produkt- oder Service-Neuheiten kurz und prägnant wie folgt zusammen: „Designers

- produce novel, unexpected solutions

- tolerate uncertainty, working with incomplete information
- apply imagination and constructive forethoughts to practical problems
- Use drawings and other modeling media as means of problem solving.“ (Cross, N. 1995, S. 107)

Literaturverzeichnis

- Ammermueller, S; Gerstheimer, O.; Nolte, G. 2012; Best Practice „Automobilbranche“: Service- und Informationsportal – Die effiziente Planung komplexer Informationsarchitektur für 50.000 Mitarbeiter. In: Tagungsband "Usability Professionals 2012"; Brau, H. u. a.(Hrsg.): im Rahmen der Fachkonferenz "Mensch und Computer 2012 – Interaktiv Informiert". 230-235. Stuttgart: German UPA e.V.
- Verlag German UPA e.V., Stuttgart 2012, S. 230-235. Beyer, H.; Holzblatt, K. 1998: Contextual Design: Defining Customer-Centered-Systems. 24-28. San Francisco: Morgan Kaufmann
- Bonsiepe, G. 2009: Entwurfskultur und Gesellschaft: Gestaltung zwischen Zentrum und Peripherie, Schriften zur Gestaltung. 224-226. Basel: Birkhäuser Verlag AG
- Cross, N. 1995: Discovering Design Ability. In: Buchanan, R. & Margolin, V. (Hrsg.): Discovering Design: Explorations in Design Studies. 105-120. Chicago: The University of Chicago Press
- Dehlinger, H. 2002: Varietätserzeugung und -einschränkung: Entwerfen von Systemen, in: Sommerlatte, T. (Hg.), Angewandte Systemforschung: Ein interdisziplinärer Ansatz. 320–344, 323. Wiesbaden: Gabler Verlag
- Gerstheimer, O., Lupp, C. 2004: Needs versus technology – the challenge to design third-generation mobile applications. In: Mobility and Markets: Emerging Outlines of M-Commerce, Dholakia, R. R. Dholakia, N. (Eds.); Journal of Business Research, Volume 57, Issue 12, 12/2004, pp. 1409–1415. Boston: Elsevier
- Gerstheimer, O., Lupp, C. 2005: Vom Bedürfniskontext zum mobilen Service-Produkt. In: Giordano, M. & Hummel, J. (Hrsg.): Mobile Business: Vom Geschäftsmodell zum Geschäftserfolg – Mit Fallbeispielen zu Mobile Marketing, mobilen Portalen und Content-Anbietern. 73-93. Wiesbaden: Gabler Verlag
- Gerstheimer, O.; Griwatz, S.; Mengel, J.; Dr. Straub, T. 2013: „Time = Money“: User-Interface-Konzept zur zeiteffizienten Auslegung komplexer Solaranlagen. In: Tagungsband "Usability Professionals 2013"; Brau, H. u. a.(Hrsg.): im Rahmen Fachkonferenz "Mensch und Computer 2013 – Interaktive Vielfalt" vom 08.-11. September 2013 in Bremen. 170-179 Stuttgart: Verlag German UPA e.V.
- Gerstheimer, O.; Dr. Hartmann, M.; Wüst, S. 2013: Best Practice „Tele-Medizintechnik“: User-Experience-Design eines gesamtheitlichen Blutzuckermesssystems. In: Tagungsband "Usability Professionals 2013"; Brau, H. u. a.(Hrsg.): im Rahmen Fachkonferenz

- "Mensch und Computer 2013 – Interaktive Vielfalt" vom 08.-11. September 2013 in Bremen. 138-145. Stuttgart: Verlag German UPA e.V.
- Jonas, W. 2002: Systemtheorie und Designpraxis. In: Sommerlatte, T. (Hrsg.), Angewandte Systemforschung. Ein interdisziplinärer Ansatz. 172-188. Wiesbaden: Gabler Verlag
- Miettinen, S. 2011: Developing Products with Service Applications. In: Stickdorn, M. & Schneider, J.: This is Service Design Thinking: Basics – Tools – Cases. 56-67. Amsterdam: BIS Publishers
- Protzen, J.-P. & Harris, D.J. (2010): The Universe of Design: Horst Rittel's Theories of Design and Planning. 221-222. New York: Routledge
- Rittel, H. 1992: Planen, Entwerfen, Design. Ausgewählte Schriften zu Theorie und Methodik; Kohlhammer, Stuttgart.
- Rittel, H.; Webber, M. 1972.: Dilemmas in a General Theory of Planning; Institute of Urban and Regional Development, Working Paper No. 194. Berkeley: University of California
- Simon, H.A. 1994: Die Wissenschaften vom Künstlichen (Computerkultur). 104-111 Wien: Springer-Verlag
- Stephan, P. 2001: Denken am Model. In: Bürdek, B.E. (Hrsg.) 2001: Der digitale Wahn.112-117. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag
- Stephan, P. 2011: Gestalterisches Denken ist viel umfassender – Forschung und Beratung durch Design. In: Krusche, B. & Stiftung Management Zentrum – X (Hrsg.): Revue für postheroisches Management, Heft 8: Design Thinking.10-19. Heidelberg: Carl Auer Verlag
- Vredenburg, K. 2002: User-Centered Design: an integrated Approach. 54-58. New Jersey: Prentice Hall

Kontakt

Dipl.-Des. Oliver Gerstheimer
chilli mind GmbH
Königstor 23
34121 Kassel
www.chilli-mind.com

Anwenderorientierte strategische Ausrichtung von Design bei technologiegeprägten Unternehmen

Frank Thomas Gärtner

Abstract

Eine strategische Einbeziehung von Anwendern in den Design- und Entwicklungsprozess von Produkten erhöht die Marktchancen neuer technologisch geprägter Produkte und kann deren Floprate senken. Die nachfolgende Arbeit liefert zu dieser These einen Untersuchungsansatz auf Basis einer Unternehmenskategorisierung, um innerhalb dieser Unternehmenskategorien den Zusammenhang von strategischer Einbindung von Anwendern in den Designprozess technologischer Industriegüter und dem Erfolg dieser Produkte auf dem Markt zu untersuchen.

Es wird untersucht, welche Möglichkeiten es gibt, Kundenanforderungen in den Designprozess von technologieorientierten Produkten, insbesondere bei Investitionsgütern zu integrieren. Das Ziel ist es, Produkte zu gestalten, die den Anforderungen der Anwender möglichst nahe kommen. Besonders interessant sind hierbei der Zeitpunkt, die Form, die Häufigkeit und der Umfang der Anwenderbeteiligung am Design- und Entwicklungsprozess.

Der Fokus liegt auf der Entwicklung einer geeigneten Designstrategie und der dazu erforderlichen Design- und Entwicklungsschritte, die es ermöglichen, individuell auf das jeweilige Unternehmen abgestimmte Vorgehensweisen zu erarbeiten, die spezifischen Designpotentiale des Unternehmens, passend zu seinen Kunden, zu identifizieren und diese in eine Produktart übergreifende Strategie zu überführen.

Einführung

Der Erfolg von Unternehmen der Investitionsgüterindustrie hängt in großem Maße von der Innovationskraft des jeweiligen Unternehmens ab. Ein Hauptaspekt für diese Innovationskraft stellt neben der Entwicklung neuer Technologien u. a. das industrielle Design technischer Güter dar [Hermann/Möller 2009]. Wer die Erfolgsrate von Neuprodukteinführungen am Markt erhöhen,

seine Produkte wirksam vom globalen Wettbewerb differenzieren und dabei die Qualität und Wertigkeit der angebotenen Leistungen unterstreichen will, der kommt heute auch im Investitionsgüterbereich um eine gezielte Designpolitik nicht herum [Hermann/Möller 2009]. Mehrere Studien zeigen, dass aktuelles und zuverlässiges Wissen über Kundenbedürfnisse und deren Anforderungen maßgeblich sind für eine erfolgreiche Produktentwicklung [Adams/Day/Dougherty 1998, Henkel/v.Hippel 2005]. Davon unbeeindruckt steigt die Floprate technologischer Industriegüter weiter [Brink, 2011].

Relevanz des Themas

Die strategische Ausrichtung von Produktgestaltung und Entwicklung technischer Güter unterliegt heute vielen Einflüssen. Durch die immer rasanter werdende technologische Entwicklung sowie der fortschreitenden Individualisierung und Heterogenisierung der Kundenwünsche und -anforderungen, werden Produktentwicklungen und damit auch das Industrial Design zunehmend komplexer. Die Anforderungen an ein neues Produkt, deren Entwicklung und Umsetzung ändern sich kontinuierlich und in immer kürzer werdenden Intervallen. Auch Fachleuten werden damit ihre eigenen fachlichen Grenzen vor Augen geführt. Kooperation, Integration und Wissenserweiterung im Design und in der Produktentwicklung müssen in neuen Zusammenhängen gesehen und realisiert werden.

Hinzu kommen Anwender und Kunden, die durch die informationstechnischen Möglichkeiten wesentlich besser informiert und fachlich gebildet sind als noch vor wenigen Jahren. Damit steigen auch die Ansprüche und die Detailtiefe, die an ein Produkt und dessen Umfeld gestellt werden. Der Anwender will aktiv in den Prozess involviert werden und möchte zur optimalen Lösungsfindung seinen Beitrag leisten. Der Anwender wird damit neben dem Käufer auch zur wichtigen Ressource in der Gestaltung und Definition von den Produkten, die er später selbst erwerben wird.

Daneben ermöglichen neue technologische Entwicklungen, wie z. B. Vernetzung, 3D-Druck-Verfahren, neue Materialien und Fertigungsmöglichkeiten, die Gestaltung bisher nicht existenter und denkbarer Produkte.

Die Veränderungen, die durch diese neue Art von Anwender in Kombination mit neuen Technologien stattfinden und die stetig an Dynamik gewinnenden Entwicklungsprozesse stellen Unternehmen und Designer vor völlig neue Herausforderungen, auf die auch mit einer geeigneten Designstrategie reagiert werden muss, um die Innovationsfähigkeit des Unternehmens langfristig zu sichern. Gleichzeitig stellt sich die Frage, wie die notwendige Flexibilität darin berücksichtigt werden kann.

Die aktuell angewendeten Design- und Produktentwicklungsstrategien vieler Unternehmen funktionieren in dieser neuen Umgebung folglich nur noch teilweise gut, oft aber auch unzureichend bis mangelhaft. Effektivitäts- und Effizienzsteigerungen der letzten Jahre lassen sich nicht weiter führen. Viele Unternehmen haben hier ihre Grenzen erreicht [Schoenberger, 2012]. Parallel dazu steigen, wie bereits oben erwähnt, die Komplexität und der Lösungsraum möglicher Produkte stetig an.

Gerade im Investitionsgüterdesign ist die klare Kommunikation mit dem Anwender unerlässlich geworden. Das Produktprogramm in Form individuell angepasster Industriegüter wird immer größer und deckt heute Bereiche ab, die bislang klassisch aus einer Serie heraus bedient wurden. Aufgrund der immer detaillierter definierten Anforderungen der Kunden führt das zu einem immer mehr diversifizierten Produktportfolio, insbesondere auch bei kleinen und mittelständischen Unternehmen. Hier sind die unternehmerischen und finanziellen Ressourcen jedoch begrenzt und man begibt sich in eine Diversifizierungsspirale, die immer unübersichtlicher wird.

Produkte müssen zu den Bedürfnissen der Anwender passen, was er auch erkennen können muss, um den Nutzen für sich wertschätzen zu können. Fehlentwicklungen in der Produktentwicklung lassen sich aufgrund der hohen, stetig steigenden Komplexität und dem Zeitdruck nur schwer kompensieren. Zudem müssen die erfolgreichen Produkte die Verluste der wenig oder weniger erfolgreichen Produkte kompensieren, was die Gewinnspanne weiter schrumpfen lässt. Aus diesem Grund ist die kontinuierliche Senkung der Floprate im Investitionsgüterbereich ein zentrales Ziel einer strategischen Designausrichtung.

Als Basis für die Entwicklung von Produkten dienen im deutschsprachigen Raum vorrangig die allgemein anerkannten VDI-Richtlinien 2221, 2222 und 2224, sowie das methodische Konstruieren nach Pahl/Beitz[Feldhusen, Grote, et.al. 2013]. Diese vor allem sequentiellen Vorgehensweisen sind zwar, zumindest im deutschsprachigen Entwicklungsumfeld, weitestgehend anerkannt, sie sind jedoch wenig flexibel in der Anwendung. Der organisatorisch große Aufwand, eine Entwicklung damit durchzuführen wirkt eher abschreckend. Ein Bezug zum Anwender findet sich hier nur indirekt über die Anforderungen an das neue Produkt, die am Anfang eines Projekts in einer Liste gesammelt und nach Forderungen und Wünschen sortiert werden. Weitere Produktentwicklungsmodelle sind in den letzten Jahren von der Ingenieurseite, wie zum Beispiel das Münchner Vorgehensmodell nach Prof. Lindemann hinzugekommen und weiter entwickelt worden. Der Bereich des technischen Designs/Industrial Designs läuft der allgemeinen Entwicklung hier hinterher.

Gerade im Mittelstand ist nach wie vor ist der klassische Produktentwicklungsweg, bei dem eine Entwicklungsabteilung eines Unternehmens oder ein Entwicklungsunternehmen ein Produkt für einen bestimmten Personenkreis oder Zielmarkt ohne deren aktive Beteiligung gestaltet und entwickelt, sehr verbreitet.

Es ist eine Gestaltungsweise, welche oft auf den Vorstellungen und Einschätzungen der Geschäftsführer und -inhaber, der Techniker und der Marketingexperten basiert und welche die Menschen, die diese Produkte kaufen und anwenden sollen, vorrangig als Kunden einer Käufergruppe, selten als Anwender mit individuellen Bedürfnissen und Anforderungen, sieht. Es ist laut Sanders eine nach wie vor produktfixierte Welt[Sanders, 2006]. Der Designer wird in diesem Produktentstehungsprozess meist nur additiv und vor allem zu spät hinzugezogen, so dass korrektive Eingriffe des Designers nur selten möglich sind, ohne die Kosten und den Markteintrittstermin aus Sicht des Unternehmens negativ zu beeinflussen. Hier zeigt sich dann am fertigen Entwicklungsergebnis, dass das Unternehmen über keine oder die falsche Designstrategie verfügt und sich auch nicht bewusst macht, wie das eigene Produkt auf den Anwender wirkt.

Stand der Wissenschaft

Die strategisch wichtige Stellung des Industriedesigns innerhalb der Investitionsgüterindustrie ist durch mehrere Arbeiten aus den unterschiedlichsten Blickwinkeln untersucht worden. Christoph Hermann, Günter Möller, Ronald Gleich und Peter Russo haben aus einer markenspezifischen und betriebswirtschaftlichen Sicht in einer groß angelegten quantitativen Befragung Industrieunternehmen befragt und daraus erste Handlungsempfehlungen hin zu einem im industriellen Design strategisch aufgestellten Unternehmen gegeben. Das in vier Stufen aufgeteilte Vorgehen besteht aus einer anfänglichen Designpotentialanalyse, einer daraus folgenden Designstrategie, einer Design-Rahmenkonzeption, bezogen auf die Gestaltung von Produkten könnte man diese auch als Corporate Product Design Guide bezeichnen, und der daraus abgeleiteten detaillierten Designentwicklungen für die einzelnen Produkte[Hermann/Möller, 2009].

Die erforderliche Unternehmensstruktur, die ein Unternehmen als Voraussetzung für eine Verankerung von Kreativität im Unternehmen benötigt hat Johanna Schoenberger untersucht. Sie kommt zu der Erkenntnis, dass die Verankerung von Kreativität auf Strategieebene bestimmte Voraussetzungen in der Unternehmensführung benötigt. U. a. muss in der Geschäftsleitung ein Vertreter aus dem kreativen Bereich vorhanden sein. Auch in der Vorgehensweise bei kreativen Aufgaben stellt sie wiederkehrende Fehler fest,

beispielsweise aufgrund des Fehlens eines kreativen Innovationsleiters [Schoenberger, 2011].

Im Bereich der Konsumgüterindustrie hat Monika Schuhmacher die Kundenintegration in die Neukundenentwicklung anhand dreier Studien näher untersucht. Mit den Studien konnte der Nachweis geführt werden, dass u. a. die Einbindung von Kunden in den Entwicklungsprozess einen wesentlichen Anteil am späteren Verkaufserfolg der Produkte hat [Schuhmacher, 2010]. Inwieweit diese Ergebnisse auch für Industriegüter gelten ist noch zu klären. Da sich Frau Schuhmacher auch auf ältere Studien aus dem Industriegüterbereich stützt, erscheint die nähere Betrachtung aussichtsreich.

Auch zu der bereits erwähnten nach wie vor hohen Floprate bei Industriegütern gibt es Untersuchungen. Nach Reichwald/Piller und Geschka liegt die Rate der als Flop bezeichneten Produkte im europäischen Raum je nach Branche deutlich über 50 % (im Consumer-Elektronikbereich um die 80 %), obwohl Forschung und Entwicklung als die zentralen Kerndisziplinen europäischer Unternehmen gelten [Reichwald, Piller, 2006; Geschka, 2011]. Im Investitionsgüterbereich kann man laut Geschka von einer Floprate von 20–25 % ausgehen [Geschka, 2011]. Brink nennt sogar eine Floprate bei Investitionsgütern von 25–40 % [Brink, 2011]. Er sieht hier einen Zusammenhang zwischen dem zunehmenden Marktdruck, in Form verkürzter Marktzyklen auch bei technologisch anspruchsvollen Produkten und der zunehmenden Knappheit an Entwicklungsfachleuten, zu denen auch die Designer gehören [Brink, 2011]. Weiter führt er in Bezug auf die Arbeiten von Christian Lütjje aus: „Durch eine künftig frühzeitigere Berücksichtigung von Kundenanforderungen und deren Aufgreifen in einer Produktstrategie lässt sich diese Floprate reduzieren, wenn gleichzeitig technologische Chancen durch eine explizite Technologiestrategie erschlossen werden. Gleichzeitig lassen sich kosten- und zeitintensive Iterationen in den späten Produktentstehungsphasen vermeiden [Lütjje2008, S. 2], [Lütjje2007, S. 40ff.].“

Untersuchungsansatz

Die Untersuchung wird in der Grundgesamtheit der KMU's, welche technische Industriegüter herstellen, durchgeführt. Die Kategorisierung und Einschränkung der Grundgesamtheit folgt im nächsten Kapitel. Darauf basierend werden eine Voruntersuchung und eine umfangreichere Hauptuntersuchung durchgeführt.

Für die aktuell anstehende Voruntersuchung findet keine Einschränkung auf eine bestimmte Branche statt. Anhand der Voruntersuchungsergebnisse kann nachfolgend für die Hauptuntersuchung auch eine Einschränkung auf

eine bestimmte Branche stattfinden, um eventuell die Datenmenge beherrschbar zu halten.

Auf Basis von qualitativen Leitfadeninterviews werden Unternehmen gemäß der nachfolgend beschriebenen Unternehmenskategorisierung untersucht und befragt, um die Zusammenhänge zwischen Anwenderintegration, Designstrategie und Produktdesign aufzuzeigen.

Die Voruntersuchung zu Beginn soll auch klären, welche spezifischen Designstrategien für Investitionsgüterhersteller in der Anwendung existieren und wie deren individuellen Eigenschaften gekennzeichnet sind. Interessant ist auch, wie und in welchem Umfang Anwender bei der Designentwicklung bereits beteiligt sind und wie die Designstrategien wirklich im Unternehmen implementiert sind.

Mit dieser Voruntersuchung werden die Fragestellungen des Interviewleitfadens getestet und die daraus erhobenen Daten in einer ersten Auswertung auf Plausibilität und Verlässlichkeit geprüft. Folgend wird der Leitfaden für die Interviews der Hauptuntersuchung überarbeitet. Die Hauptuntersuchung wird in einem größeren Umfang mit allen in der Kategorisierung aufgeführten Unternehmensarten durchgeführt.

Hypothesen der Voruntersuchung

Die bisher hier erläuterten und darüber hinaus erarbeiteten Aspekte lassen sich in die folgenden Hypothesen als Grundlage für die Voruntersuchung zusammenfassen:

Hypothese 1

Je früher eine aktive Anwenderbeteiligung im Design- und Entwicklungsprozess ansetzt, umso zielgenauer sind die Produktentwicklungen und deren Ergebnisse.

Hypothese 2

Um eine Anwenderbeteiligung erfolgreich zu implementieren, ist ein Designverständnis in der obersten Führungsebene notwendig.

Hypothese 3

Eine Anwenderbeteiligung ist bei jeder Unternehmensgröße sinnvoll und führt zu zielgenaueren Entwicklungen und größeren Erfolg durch mehr Umsatz.

Hypothese 4

Eine aktive Anwenderbeteiligung führt zu nachhaltigeren Produkten und optimiert den Material- und Energieeinsatz im gesamten Produktlebenszyklus.

Hypothese 5

Unternehmen, die eine Anwenderbeteiligung im Design- und Entwicklungsprozess dauerhaft implementieren sind beständig erfolgreicher auf dem Markt als die Mitbewerber ohne Anwenderbeteiligung.

Hypothese 6

Die Anwenderbeteiligung ist eine individuell auf das jeweilige Unternehmen zugeschnittene Vorgehensweise und stärkt so die Alleinstellung/Authentizität auf dem Markt.

Kategorisierung der Unternehmen

Für die Untersuchung wird die folgende Kategorisierung der Unternehmen vorgenommen. Die Unternehmen werden nach Anzahl der Vollbeschäftigungsverhältnisse (Mitarbeiter) in der Größe gestaffelt. Dazu gibt es noch eine Unterteilung nach dem Grad der aktuellen Designausrichtung der Unternehmen.

Bezüglich der Unternehmensgröße werden die Unternehmen in Anlehnung an drei auf dem Markt etablierten Kategorisierungen von KMU's eingruppiert. Der Begriff "wirtschaftlicher Mittelstand" ist ausschließlich in Deutschland gebräuchlich. In allen übrigen Ländern spricht man von kleinen und mittleren Unternehmen – und meint damit einen rein statistisch definierten Teil der Gesamtwirtschaft [IfM, 2014].

EU

An die Empfehlung der Europäischen Kommission vom 6. Mai 2003, betreffend die Definition der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen, Abl. der EU L 124/36 vom 20.05.2003 wie folgt eingruppiert [EU, 2003].

- Kleinstunternehmen sind Unternehmen, die weniger als 10 Mitarbeiter und einen Jahresumsatz oder eine Jahresbilanzsumme von höchstens 2 Mio. Euro haben.

- Kleine Unternehmen sind Unternehmen, die weniger als 50 Mitarbeiter und einen Jahresumsatz oder eine Jahresbilanzsumme von höchstens 10 Mio. Euro haben.
- Mittlere Unternehmen sind Unternehmen, die weniger als 250 Mitarbeiter und einen Jahresumsatz von höchstens 50 Mio. Euro oder eine Jahresbilanzsumme von höchstens 43 Mio. Euro haben.

Der wirtschaftliche Mittelstand in Deutschland ist gerade in den Bereichen der technischen Industriegüter in vielen Branchen von Unternehmen geprägt, die mehr als 250 Mitarbeiter haben (Mittelgroße Unternehmen). Diese Unternehmen weisen in einer ersten nicht repräsentativen Marktanalyse überdurchschnittlich oft eine Designausrichtung auf, die auch auf dem Markt präsent ist und teilweise entsprechend, beispielsweise durch Designpreise wie IF oder Reddot, beworben wird. Diese Unternehmen werden in die Kategorisierung und damit in die Untersuchung mit aufgenommen. Sie stellen somit eine Erweiterung zu der o. g. Einteilung der EU zu KMU's dar. Insofern wäre die reine Kategorisierung nach der EU für die Untersuchung nicht umfangreich genug und würde eine interessante Unternehmensgruppe von vorneherein ausschließen.

IfM

Das Institut für Mittelstandsforschung (IfM) in Bonn nimmt folgende Einteilung vor, zu der es auch aus den jährlich erhobenen Daten des Instituts verlässliche Zahlen zur Unternehmenslandschaft in Deutschland gibt.

Das IfM Bonn verwendet eine andere Definition als die Europäische Union, weil der Begriff "Mittelstand" beim IfM nicht nur quantitative, sondern auch qualitative Aspekte berücksichtigt (z. B. die Einheit von Eigentum, Leitung, Haftung und Risiko). Auf dieser Basis definiert das IfM Bonn seit 01.01.2002 Unternehmen wie folgt:

- Kleine Unternehmen:
< 9 Beschäftigten und weniger als 1 Million Jahresumsatz
- Mittlere Unternehmen:
< 500 Beschäftigten und Jahresumsatz von unter 50 Millionen

Der Mittelstand, wie es das IfM definiert, bildet den größten Teil aller Unternehmen in Deutschland ab, was durch folgende Zahlen deutlich wird: Im Jahr 2011 gehörten rund 3,65 Millionen Unternehmen zum deutschen Mittelstand, das waren 99,6% aller Unternehmen mit Umsatz aus Lieferungen und Leistungen und/oder sozialversicherungspflichtig Beschäftigten. Der deutsche Mittelstand erwirtschaftete 2011 mit rund 2,128 Billionen Euro 35,9% des gesamten Umsatzes deutscher Unternehmen. Der deut-

sche Mittelstand hatte im Jahr 2011 rund 15,71 Millionen sozialversicherungspflichtig Beschäftigte, das waren 59,4% aller sozialversicherungspflichtig Beschäftigten. 83,2% aller Auszubildenden fanden sich Ende 2011 in Betrieben mit weniger als 500 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten. Der Exportumsatz des deutschen Mittelstands lag 2011 bei rund 195,2 Milliarden Euro, das waren 18,2% des Exportumsatzes aller Unternehmen. Der deutsche Mittelstand steuerte im Jahr 2011 knapp 55% zur gesamten Wirtschaftsleistung der deutschen Unternehmen bei. [IfM,2014]

Unternehmen mit weniger als 500 Beschäftigten hatten im Jahr 2011 mit 9,5 Milliarden Euro einen Anteil von 15,0% an den gesamten FuE-Aufwendungen des Wirtschaftssektors. [IfM,2014]

VDMA

Der VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V., Frankfurt) kategorisiert die Unternehmen in folgender Abstufung: jeweils bis 50, 250, 500, 1.000 und über 1.000 Mitarbeiter [VDMA, 2014].

Tabelle 1: Unternehmenskategorisierungen im Überblick

	Datenstand	Anzahl der Mitarbeiter	< 9(10)	< 50	< 250	< 500	< 1000	> 1000
Alle Branchen								
Kategorisierung der EU nach Abl. der EU L 124/36 vom 20.05.2003		Bezeichnung	Kleinst	Klein	Mittel	Groß		
	2011	% der Gesamt-Unternehmen	89,60%	8%	1,90%	0,50%		
Kategorisierung nach dem Institut für Mittelstandsforschung Bonn (IfM)		Bezeichnung	Klein	Mittel		Groß		
	2011	% der Gesamt-Unternehmen	87,20%	12%		0,40%		
Maschinen und Anlagenbau								
Kategorisierung nach VDMA		Bezeichnung	Klein		Mittel		Mittelgroß	Groß
	2012	% der Gesamt-Unternehmen	12,60%		42,80%		24,30%	14,60%

Die Tabelle zeigt die verschiedenen parallel existierenden Kategorisierungen im Überblick. Da die Untersuchung im technologischen Umfeld stattfindet, orientiert sie sich vor allem an der Kategorisierung des VDMA. Hier werden auch Unternehmen mit mehr als 250 Mitarbeitern kategorisiert. Als Grundgesamtheit wird daher folgender Bereich definiert:

- Unternehmen zwischen 50 und 1.000 Mitarbeiter

Im Anschluss an diese Untersuchung ist es somit auch möglich, das Spektrum sowohl nach unten wie auch nach oben aus zu dehnen.

Designausrichtung der Unternehmen

Bezüglich der Designausrichtung der Unternehmen wird in folgende drei Gruppen unterschieden:

- Unternehmen, die bewusst Design einsetzen und damit erfolgreich auf dem Markt agieren und werben (Good/Best-Practise)
- Unternehmen, die Design nutzen, ohne es in das öffentliche Bewusstsein zu rücken (Hidden Champions)
- Unternehmen, die bislang kein oder vernachlässigbar Design einsetzen (No Design)

Zielsetzung und weiteres Vorgehen

Es soll untersucht werden, inwiefern sich in einem technologiegeprägten Unternehmen eine anwenderorientierte Designstrategie aufbauen und anwenden lässt. Dabei ist u. a. von Bedeutung, wie und in welchem Umfang die Entwicklungsschritte verändert werden müssen, so dass der Anwender einen sinnvollen Beitrag im Gestaltungs- und Entwicklungsprozess leisten kann.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, eine Grundlage dafür zu schaffen, dass man aufgrund der Untersuchungsergebnisse und den daraus folgenden Erkenntnissen in die Lage versetzt wird, eine anwenderorientierte Designstrategie und die dazu erforderlichen Design- und Entwicklungsschritte für das jeweilige Unternehmen entwickeln zu können, um künftig Produkte zu gestalten, die später den Anforderungen der Anwender möglichst nahe kommen. Den Anteil von Fehlentwicklungen zu reduzieren ist ein weiteres wichtiges Ziel, welches durch die richtige Form der Integration von Anwenderwissen möglich erscheint.

Besonders interessant sind hierbei der Zeitpunkt, die Art, die Häufigkeit und der Umfang der Anwenderbeteiligung am Design- und Entwicklungsprozess und wie diese Beteiligung in eine Produktart übergreifende Designstrategie überführt werden kann.

Literaturverzeichnis

- Adams, Day, Dougherty 1998, Enhancing New Product Development Performance : An Organizational Learning Perspective, Journal of Product Innovation Management, 15, S. 403-422
- Brink, V. 2011: Verfahren zur Entwicklung konsistenter Produkt- und Technologiestrategien, Dissertation, HNI-Verlagsschriftenreihe, Paderborn, Band 280 , Heinz Nixdorf Institut
- Feldhusen, Grote 2013: Pahl, Beitz, Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung, Heidelberg : Springer Vieweg Verlag
- EU 2003: Arbeitsblatt der EU L 124/36 vom 20.05.2003
- Geschka, H. 2011: Bedarfserfassung neuer Produkte, abgerufen am 31.10.2013 unter <http://www.geschka.de>

- Henkel, J., v. Hippel, E. 2005: Welfare Implications of User Innovation, *Journal of Technology Transfer*, 30, 1-2, 73-87
- Herrmann, Moeller, Gleich, Russo; 2009; *Strategisches Industriegüterdesign*, Heidelberg: Springer Verlag, 2009
- IfM 2014: Institut für Mittelstandsforschung, Bonn, Internetabruf unter <http://www.ifm.de> am 14.04.2014
- Lütje, C. 2007: Methoden zur Sicherstellung von Kundenorientierung in den frühen Phasen des Innovationsprozesses. In: Herstatt, C.; Verworn, B.: *Management der frühen Innovationsphasen: Grundlagen–Methoden – Neue Ansätze*, Wiesbaden: Gabler Verlag
- Lütje, C. 2008: Der Weg zum kundenorientierten Produkt. In: Barske, H.; Gerybaze, A.; Sommerlatte, T.: *Digitale Fachbibliothek Innovationsmanagement. Symposium Publishing*
- Reichwald, R., Piller, F. 2006: *Interaktive Wertschöpfung*, Heidelberg: Gabler Verlag
- Sanders, E.B.N. 2006: *Collaborative Design*, Scrivener, Ball and Woodcock (Eds.), London: Springer-Verlag
- Schönberger, J. 2011: *Strategisches Design*, Heidelberg : Gabler Verlag, Springer-Verlag
- Schuhmacher, M. 2010: *Kundenintegration in die Neuproduktentwicklung*, Heidelberg: Gabler Verlag, Springer-Verlag
- VDMA 2014: *VDMA Daten und Fakten 2012*, PDF unter <http://www.vdma.de>, abgerufen am 04.04.2014

Kontakt

Prof. Dipl.-Ing. Designer Frank Thomas Gärtner
 Hochschule für angewandte Wissenschaften Aalen
 Fakultät Maschinenbau/Werkstoffkunde
 Beethovenstrasse 1
 73430 Aalen

www.htw-aalen.de/studium/mps

Partizipative Softwareentwicklung am Beispiel der Findung eines Interaktionskonzeptes

Ingmar S. Franke und Frank Peter

Abstrakt

Dieser Beitrag stellt Gründe und Absichten der Partizipativen Softwareentwicklung am Beispiel der Findung eines Interaktionskonzeptes vor und spiegelt die Sicht der Technischen Universität Dresden auf ein Projekt wider. Gegenstand der Auseinandersetzung sind große Datenmengen vor dem Hintergrund eines komplexen Arbeitsprozesses, wie dieser in vielen Unternehmen vorkommt. Entsprechende Ergebnisse werden vorgestellt.

Motivation: Große Datenmengen und komplexes Wissen

Mit der Zunahme des Aufkommens an Informationen und Wissen wachsen die Ansprüche an deren Verfügbarkeit und Zugänglichkeit. Dabei findet ein enormes Wachstum an Daten in der Wirtschaft statt. Derartige Datensätze sind durch entsprechende Softwarelösungen zu beherrschen. Ein relevanter Aspekt der Software ist ihre technische Realisierung. Ein anderer Teil – insbesondere aus Sicht der Nutzer – ist das grafische Interface. Um das Interface ranken sich gegenwärtig ganze Fachdisziplinen. Der avisierte Nutzer des Interfaces kann in den Herstellungsprozess aktiv einbezogen werden.

Es gibt zahlreiche Ausgangspunkte der Konzeption und der Gestaltung von Interfaces. Das kann unter anderem die Wahrnehmung beziehungsweise die Aufmerksamkeit des Nutzers sein, als auch die Hard und Software aus Sicht des Entwicklers und in erster Linie die Interaktion und die grafische Gestaltung aus Sicht des Designers. Letztlich geht es darum, Daten, Informationen und Wissen abzulegen, aufzubewahren, miteinander zu verknüpfen und wieder entnehmen zu können. Bestenfalls zieht der Nutzer neue Erkenntnisse und/oder findet neue Zusammenhänge heraus. Diese Anforderungen an eine Visualisierung lassen sich unter anderem unter der Überschrift der *Technischen Visualistik* fassen. Die „Technische Visualistik ist

eine anwendungsorientierte Forschungsrichtung zur Untersuchung der Abbildbarkeit situativer und interaktiver Relationen der Nutzer untereinander und zu ihren Interaktionsobjekten unter der Bedingung der Zeitlichkeit.“ (Groh & Zavesky, 2011, S. 8).

Zielsetzung: Partizipative Softwareentwicklung

Nicht wenige Nutzer fühlen sich von heutigen Softwarelösungen nicht angesprochen oder ihnen erscheinen entsprechende Interfaces als nicht *intuitiv* genug. Oft sind die Datenmengen, die es zu beherrschen gilt, derartig umfangreich, dass ein entsprechendes Interface a priori einen gewissen Grad an Komplexität mit sich bringt. So entstehen, wie ganz von alleine, Expertensysteme, nur das der eigentliche Nutzer nicht der Experte ist, sondern sich der Softwareentwickler oft als dieser erweist. Es ist also das Ziel, den Nutzer in den Mittelpunkt der Interaktion zu setzen. Die *Software* soll dabei *im Dialog* mit dem Nutzer stehen.

Somit begründet sich im vorliegenden Beitrag eine zentrale Anforderung, wie von Audi Design an die Entwicklung von Software formuliert: *Softwareentwicklung ist in Art und Weise als Partizipative Softwareentwicklung vorzunehmen*. Partizipative Softwareentwicklung heißt, dass der Nutzer während der Entwicklung der Softwarelösung fortwährend eingebunden ist, um seinen Erwartungen, wie Wünschen und Bedürfnissen, an das Interaktionskonzept und -design durchsetzen zu können. Qualifizierte Nutzer partizipieren durch Mitbestimmung am Realisierungsprozess. Der Nutzer kann seine Erfahrungen und sein Wissen über die Inhalte und insbesondere über die hintergründigen Arbeitsabläufe (Workflow) in die Softwareentwicklung einfließen lassen. Somit ist eine softwaretechnologisch Realisierung möglich, die beispielsweise in Form der grafischen Gestaltung an den Nutzer orientiert ist. Neben der reinen Darstellung von Daten spielen zunehmend auch die sogenannten Metadaten eine entscheidende Rolle in Visualisierungskonzepten. Metadaten können beispielsweise durch *Tags* innerhalb der Softwarelösung hinterlegt beziehungsweise durch den Nutzer angereichert werden (Franke & Taranko, 2008).

Vom Grundsatz her kann bereits in der Konzeption von Softwarelösungen nicht nur zwischen Daten und Visualisierung unterschieden werden, sondern es sind vor allem die qualitative Umsetzungsweise und die quantitative Mächtigkeit der Interaktion von besonderem Stellenwert. Hierin begründet sich die Akzeptanz des Nutzers gegenüber einer Softwarelösung respektive einem Interface (siehe Abbildung 1, (Keck, Kammer, Iwan, Taranko, & Groh, 2011).

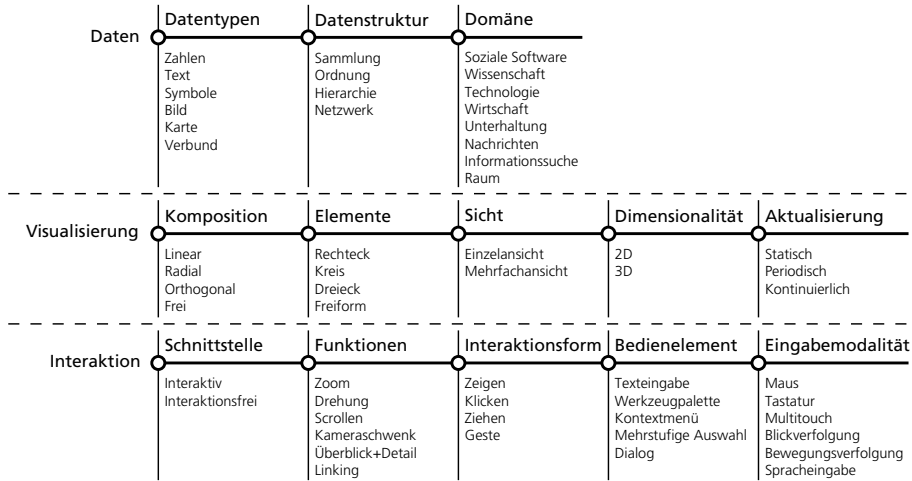


Abbildung 1: Beispielhaftes Schema beziehungsweise Überblick über die Strukturierung von möglichen Metadaten (Illustration von Mandy Keck und Dietrich Kammer, 2010).

Die Praxis einer Partizipativen Softwareentwicklung mit dem Fokus das Interaktionskonzept und -gestaltung wird mit hoher Wahrscheinlichkeit den zuvor genannten Ansprüchen der Nutzer gerecht. Der Nutzer wird zum *Mit-Entwickler*. Andererseits erhält aber auch der Entwickler der Software wichtige Informationen über die Arbeitsweise und Denkstrukturen der Nutzer. Der Entwickler wird zum *Mit-Nutzer*. Arbeitsweisen und Denkstrukturen sind in ihrer Form oft sehr schwierig durch eine Produktbeschreibung oder ein Benutzer-/Entwicklerhandbuch zu vermitteln. Dies ist eines der zentralen Probleme der Softwareentwicklung. Entwickler und Nutzer sollten fortwährend wichtige Informationen über das Anliegen, also dem Zweck der Software, austauschen. Je nach Entwicklungsstand der Software können somit ad hoc Entscheidungen getroffen oder ältere Festlegungen abgeändert werden. Was sich in erster Überlegung für den Entwickler als zusätzliche Belastung darstellt, verkehrt sich bei Fertigstellung ins Gegenteil, denn Nutzer und Entwickler fühlen sich über den ganzen Entwicklungsprozess gleichberechtigt und werden zur stetigen Kooperation sowie Sondierung potenzieller Konfliktsituationen angehalten. Das Ergebnis ist für *beide Seiten zum Erfolg verdammt*. Dies stellt eine besondere Herausforderung für alle Beteiligten dar. Wünsche und Bedürfnisse von allen Beteiligten werden somit stets berücksichtigt. Entsprechende Lösungsvorschläge ergeben sich in diesem Kommunikationsprozess zwischen Nutzer und Entwickler von selbst. Zudem besteht die Möglichkeit, dass alle beteiligten Partner zu jeder

beliebigen Zeit auf neuartige Technologien und Einflüsse in gegenseitiger Abstimmung reagieren können.

Am vorliegenden Beispiel des Design Netzwerkes Audi (DNA) lassen sich konkrete Ziele ableiten: Es ist ein Datenmanagementsystem zu konzipieren und zu entwickeln, das einen sehr individuellen Nutzerzugriff bietet. Es handelt sich um eine Individualsoftware. Das bedeutet, dass die Softwarelösung direkt für den Nutzer oder eine bestimmte Nutzergruppe programmiert wird und dabei einen hohen Grad an Individualität aufweist. Die Nutzergruppe besteht hierbei aus Experten. Damit die Entwickler die Arbeitsweise der Experten im Umgang mit den Daten verstehen, wurden zusammen mit den Nutzern verschiedene Untersuchungen vorgenommen, die im folgenden Abschnitt ihr Vorstellung finden.

Vorarbeiten

In diesem Abschnitt werden ausgewählte Vorarbeiten zum DNA vorgestellt. Eine entscheidende Grundlage besteht in der Entwicklung eines Verständnisses zwischen Softwareentwickler und Softwarenutzer über den Datengegenstand und den Wünschen und Bedürfnissen an die Softwarelösung. Hierfür ist das Wissen über den aktuellen Stand von Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Softwaretechnologie notwendig, die der Softwareentwickler mitbringt. In gleicher Weise sind die wirtschaftlichen und die unternehmerischen Hintergründe von Relevanz, die interne Organisation und die expliziten Arbeitsabläufe der Nutzer. Das sind die grundlegenden Voraussetzungen, um die Erwartungen an die Softwarelösung auf beiden Seiten zu erfüllen.

Arbeit: Recherche zur Arbeitsweise und Konzeption zu einer Anwendung

Die Arbeit von *Ines Mauermeister* bildet eine Grundlage, verfolgt diese doch exemplarisch eine Recherche zur Arbeitsweise der avisierten Nutzer des DNA. Auf Basis der Erkenntnisse wurde eine erste Konzeption und ein erster gestalterischer Entwurf zu einer Softwarelösung erarbeitet. Das Interface orientiert sich im Ansatz an einem *althergebrachtem* Leuchttisch für Diafotografien. Die Dias liegen zentral auf dem Tisch. Um die Dias herum sind sogenannte Bedienelemente, die den Zugriff ermöglichen und Metainformationen bereithalten (siehe Abbildung 2), (Mauermeister, 2010). Verschiedene andere Funktionalitäten sind angedeutet.

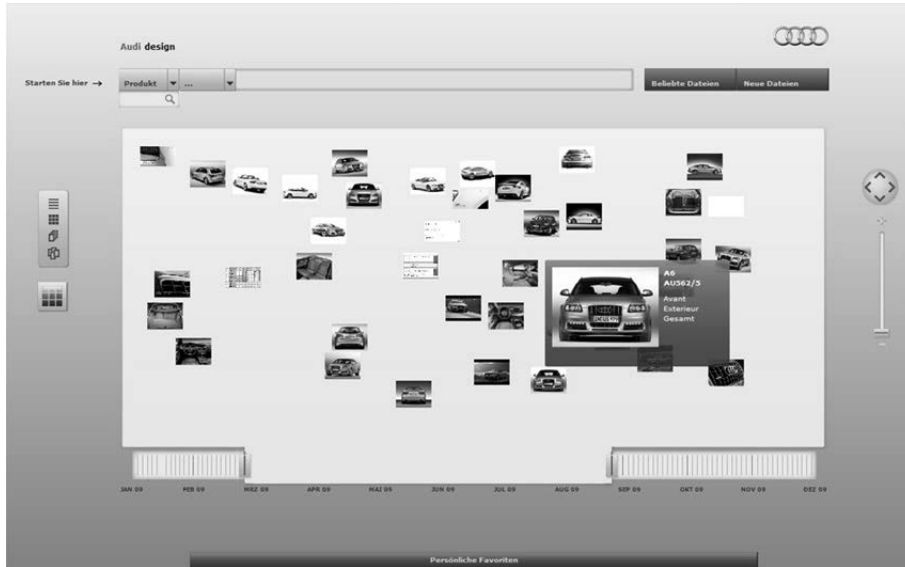


Abbildung 2: Rechercheergebnis zu einer beispielhaften Anwendung, die im Weiteren unter anderem die Inhalte des DNA begründen (Illustration von Ines Mauermeister, 2010).

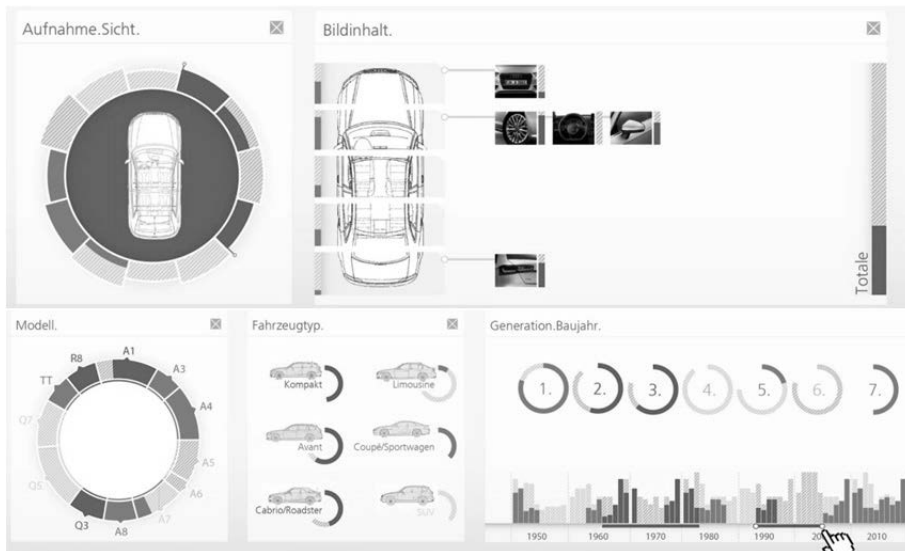


Abbildung 3: Zwei Illustrationen von Daten und betreffenden Metadaten (Illustrationen von Sebastian Prasa, 2013).

Arbeit: Entwurf zum Umgang mit Daten und Darstellung von Metadaten

Eine weitere Arbeit, die von *Sebastian Prasa*, widmete sich im Detail möglicher Verknüpfungen von Daten mit Metadaten. Das Interfacekonzept orientiert sich hierbei an den Standorten eines potenziellen Fotografen beim Anfertigen einer bestimmten Fotoserie. Der Fotograf nimmt um den Gegenstand Automobil herum entsprechende Positionen ein und fertigt Fotografien an. Diese Art und Weise ist für einen außenstehenden Betrachter sehr gut nachvollziehbar. Ein entsprechendes Interface lässt sich ableiten. An den konkreten Aufnahmestandorte des Fotografen lagern sich detaillierte Metainformationen an, die das Abbild des Autoschemas in der Mitte qualifizieren (siehe Abbildung 3), (Prasa, 2013).

Synthese

Die genannten Vorarbeiten greifen nur einen kleinen Teil der Problemstellung des DNA auf. Der Datenumfang ist weit umfangreicher und komplexer. Im Sinne der Verständlichkeit des vorliegenden Beitrags findet eine reduzierte Wiedergabe des Sachverhaltes statt.

Hinsichtlich des DNA wurde sich an ein multidimensionales Klassifikationschema in Anlehnung an interne Strukturierungsvorgaben der Audi AG angelehnt. Darauf aufbauend sollen *alle Daten* für den Nutzer *erfahr- und erlebbar* sein. Hierbei wird der Nutzer weniger zum Suchen angehalten, als mehr zum *Finden* von Daten und Sachverhalten befähigt. Die interaktive Schnittstelle des DNA setzt im Syntheseprozess zur Interfacegestaltung auf die *Metaphernproduktion* (Groh, 2004), (Keck, Lapczynya, & Groh, 2014).

Die Nutzer und die Entwickler haben sich im Rahmen der Partizipativen Softwareentwicklung auf eine Metapher geeignet. Im vorliegenden Fall eignet sich die Metapher des Leuchttisches für die *Abbildung der Arbeitsprozesse* der avisierten Nutzer. Ein Leuchttisch ist ein Tisch, der von unten Diafotografien durchleuchtet. Der Inhalt des Leuchttisches spiegelt einen Ausschnitt der Bildmenge wider. Dabei lässt sich der Inhalt des Ausschnittes herumschieben (scrollen). Die Bilder sind stufenlos skalierbar und an einem Raster angeordnet (siehe Abbildung 4). Die Bilder sind nach Aspekten und Strukturen zusammenstellbar. Widgets befähigen den Nutzer im Umgang mit den Bildern. Diese Funktionseinheiten sind flexibel im Suchraum handhab, verschieb- und aufklappbar. Die Einstellungen der Widgets bedingen sich dabei gegenseitig. Der Nutzer kann damit durch den Datenraum navigieren, stöbern oder etwas *aufschnappen*. Dabei werden stets zusätzliche Informationen und vom Nutzer gewünschte Metadaten angezeigt. Die Metadaten geben detaillierte Auskunft über konkrete Sachverhalte zu den Daten (siehe Abbildung 5).

LEUCHTTISCH UND FILTERPANEL

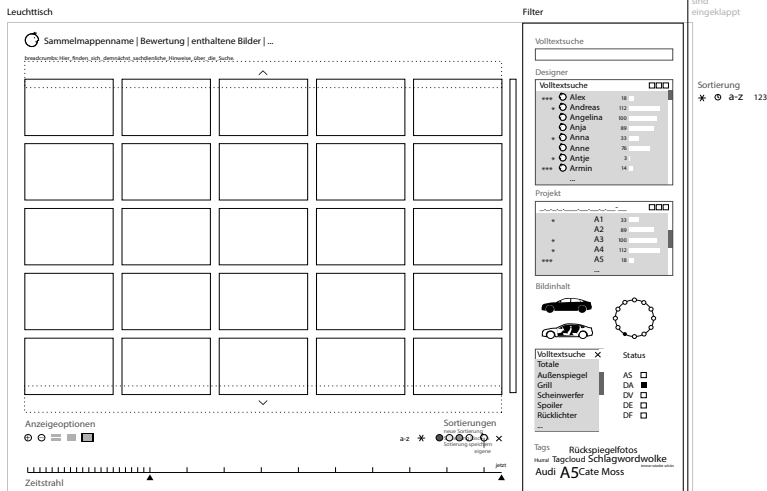


Abbildung 4: Metapher eines Leuchttisches und Filterpanel, beispielhafte Illustration zu einem Gestaltungskonzept (Illustration von Grit Koalick, 2012).

FILTERPANEL

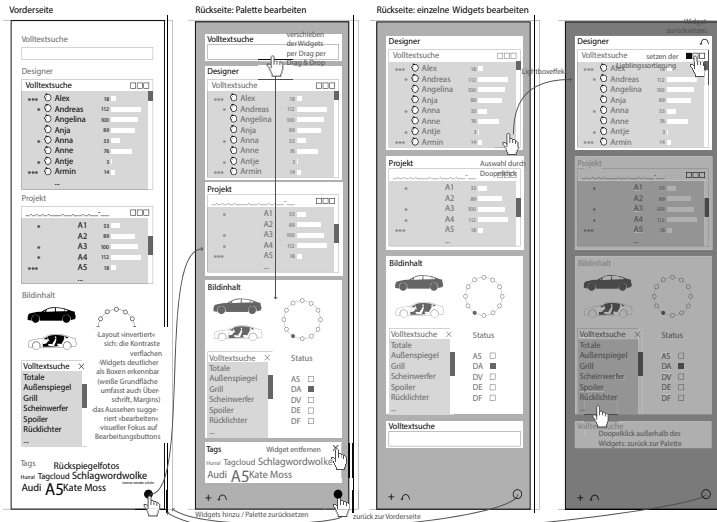


Abbildung 5: Interaktionskonzept mit Filterpanels, beispielhafte Illustration zu einem Interaktionskonzept (Illustration von Grit Koalick, 2012).

Findet der Nutzer brauchbare Daten, dann kann er diese *einsammeln* und sich diese somit *merken*. Die Daten und Inhalte sind auf dem Leuchttisch grundsätzlich in einer bestimmten chronologischen Dimension sortiert. Die Chronologie kann eine Zeitliche, im Sinne von Kalendertagen, oder eine Projektspezifische, im Sinne von Projektmeilensteinen, sein. Auch andere chronologische Projektionen sind möglich (siehe Abbildung 6). Entsprechende Interaktionskonzepte für die Nutzerverwaltung, Datenverwaltung und Verwaltung von Aspekten und Strukturen wurden abgeleitet.

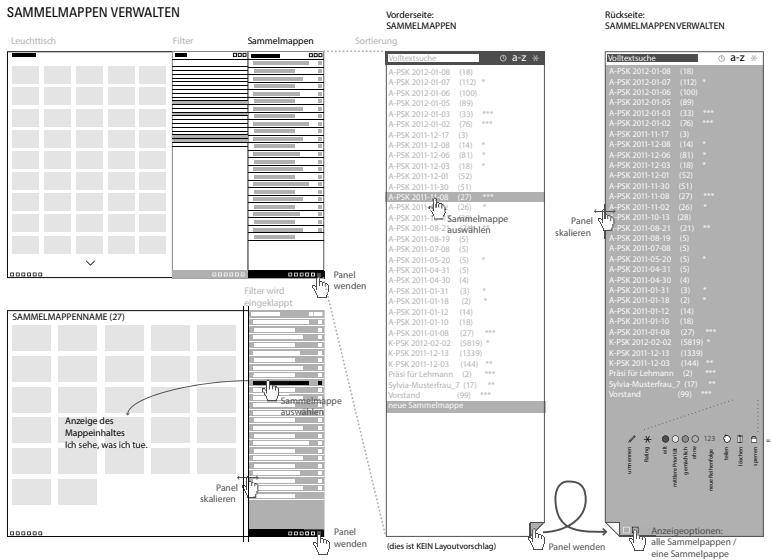


Abbildung 6: Gesammelte Informationen verwalten und teilen, beispielhafte Illustration zu einem Interaktionskonzept (Grit Koalick, 2012).

Implementierung

Ein jedes gestaltetes Softwareinterface benötigt eine softwaretechnologische Grundlage. Die Implementierung des DNA basiert konkret auf eine Client-Server-Architektur. Die gegenständliche Technologieentscheidung wurde von verschiedenen anderen Arbeiten begleitet (Ulrich, 2011), (Iwan, 2013). Folgende fachliche Anforderungen wurden im Ergebnis einer Designfindungsphase formuliert und in Form *schwacher Designfreezes* festgelegt: Mehrbenutzerfähigkeit, kollaborative Features, Integration großer Datenmengen, dynamische Suche, flexible Erweiterbarkeit sowie potenzieller Netzwerktrennung, personengebundene Autorisierung, konzernweiter Verschlüsselungs- und Protokollierungsvorgaben.

Der Client basiert auf Microsoft ® Silverlight ™ (Microsoft ®, 2014). Als Datenbank kommt ein Produkt aus dem Hause Oracle ® zum Einsatz (Oracle ®, 2014). Dabei kommuniziert ein eigens konzipierter und entwickelter SOAP-Webservice zwischen dem Client und der Datenbank. Das Dateisystem basiert auf Linux. Hierbei reguliert eine eigens entwickelte REST-Webservice zwischen Client und Dateisystem. Darüber hinaus ist das System in allen Ebene beziehungsweise Schichten verschlüsselt (siehe Abbildung 7).

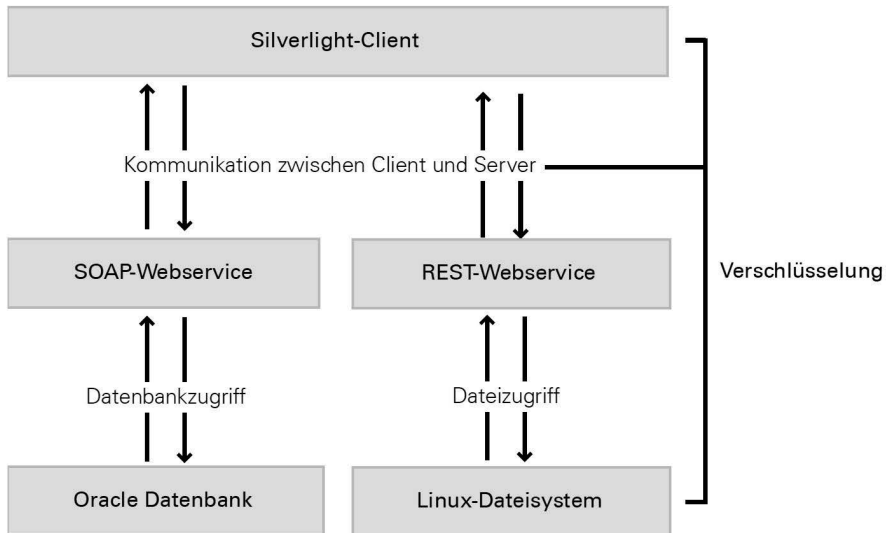


Abbildung 7: Softwarearchitektur des DNA sowie eingesetzte Technologien (Iwan, 2013).

Fazit und Ausblick

Der vorliegende Beitrag propagiert die Notwendigkeit einer Partizipativen Softwareentwicklung, am Beispiel von Softwarelösungen, die große Datenmengen und komplexe Hintergründe wie Arbeitsweisen abbilden sollen.

Fazit

Während sich Datenmengen explizit eines Unternehmensgegenstandes entwickeln respektive mit einem Geschäftsmodell ergeben, stellt sich das implizite Wissen über den Geschäftsablauf und -zusammenhänge (Daten und Informationen) bei den Mitarbeitern ein. Das benötigt viel Zeit, nicht selten ein ganzes Arbeitsleben. Insbesondere Letzteres meint die gesammelten Erfahrungen und die bewährten Optimierungsstrategien der Mitar-

beiter, die für den Umgang mit großen Datenmengen *anzuzapfen* sind. Dieser Tatsache sind entsprechende Softwareinterfaces geschuldet, das heißt, zu konzipieren und zu gestalten.

Bezüglich der vorgestellten Softwarelösung DNA lassen sich aus Sicht der Technischen Universität Dresden unter anderem die folgenden Ausblicke formulieren:

Ausblick: Version einer mobilen Erweiterung des DNA

Ähnlich den nachfolgenden Abbildungen bezüglich einer *Anwendung zur Fahrzeugüberführung* und einer entsprechenden Dokumentenverwaltung ist es beim DNA vorstellbar, eine mobile Anwendung oder Erweiterung zu realisieren. Da bei einem mobilen Endgerät, wie einem Tablet-PC oder einem Smartphone, eine weit geringerer Bildschirmoberfläche zwecks Visualisierung und Interaktion zur Verfügung steht, ist in einem solchen Fall abzuwägen, welche Funktionalität und Interaktionsmöglichkeiten einem Nutzer angeboten werden (siehe Abbildung 8), (Pötsch, 2014). In jedem Fall wird ein mobiles Endgerät weit individueller eingesetzt und unterliegt einer intimeren Verwendung.

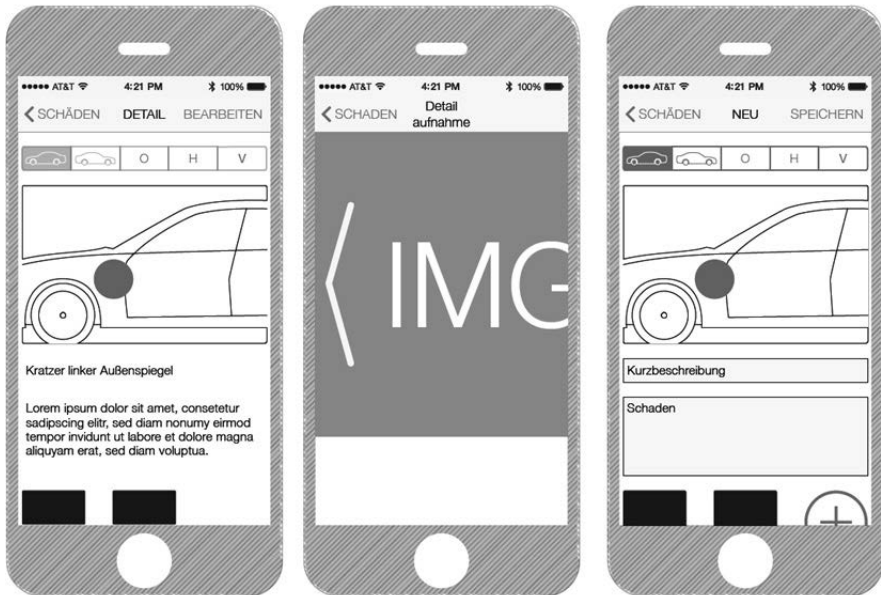


Abbildung 8: Version einer mobilen Anwendung des DNA, beispielhafte Illustration, an der TU Dresden entstanden (Illustration Axel Pötsch, 2014).

Ausblick: Remote-gestützte großflächige Visualisierung

Entgegen dem zuvor aufgezeigtem Ausblick stellt sich bei einer wandflächengroßen Visualisierung des DNA die Frage nach entsprechend geeigneten Interaktionsformen. Soll der Nutzer an die Wand heran treten oder aus der Ferne interagieren. Es handelt sich um einen für die Öffentlichkeit sichtbare Interaktion. Entsprechende Vor- und Nachteile lassen sich diskutieren. Zudem bietet das Mehr an Bildfläche dem Nutzer unter Umständen außerordentliche Interaktionsmechanismen an. Beispielsweise ist eine Remote-gestützte Visualisierung möglich. Das bedeutet, dass die Visualisierung an einer Wand mittels eines mobilen Endgerätes gesteuert werden kann (siehe Abbildung 9), (Lochner, 2012). Darüber hinaus ist es möglich, Inhalte von einem mobilen Endgerät auf die Wand zu schieben, wie es in umgekehrter Weise einem Nutzer mit dieser Technologie auch möglich ist, Daten und Inhalte von der Wand einzusammeln, mitzunehmen und zu entschwinden – *take a picture*.



Abbildung 9: Version einer mobilen Remote-gestützten großflächigen Visualisierung der Anwendung DANN, beispielhafte Szene an der TU Dresden entstanden (Szene mit Berit Lochner, 2012).

Ausblick: Tiefeninterface mittels flexiblem Interface

Wie sich der Mensch im zuvor aufgezeigten Ausblick durch den Raum beziehungsweise vor einer Wand bewegen kann, so ist es ihm auch möglich, die drei Dimensionen des Raumes für die Interaktion zu nutzen. Nicht gemeint ist das übliche Motiontracking, sondern eine flexible Interaktionsoberfläche.

Die räumliche Tiefe einer flexiblen Oberfläche ermöglicht es beispielsweise, Daten durch eine zusätzliche Dimension zu erleben respektive zu erfahren (Abbildung 10). Da sich der Mensch in der Realität täglich durch den dreidimensionalen Raum bewegt, sollte ihm ein solches Interaktionssystem als Nutzer nicht fremd und ein leichter Zugang sein. An dieser Stelle sind entsprechende Technologien zu entwickeln und vor allem Studien angezeigt.

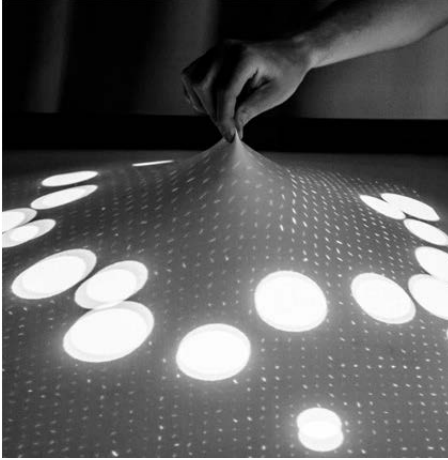


Abbildung 10:
Version eines in der Interaktion
zusätzlich zu der flächigen Dimensionen
auf Tiefe basierendes Interface
(Fotografie von Mathias Müller, 2012).

Danksagung

Die Autoren bedanken sich hiermit beim gesamten DNA-Projektteam für die Unterstützung und die konstruktive Zusammenarbeit. Das Projekt ist in Kooperation der folgenden Institutionen und neben den Autoren des Beitrags unter Beteiligung der folgend aufgeführten Personen entstanden. Wir danken:

Rainer Groh¹, Christian Lambeck¹, Florian Schneider¹, Olga Davydkina¹, Anatol Ulrich¹, Ines Mauermeister¹, Grit Koalick,

Mario Linke², Tim Miksche², Benjamin Falkenberg², Walter Trost², Jöran Reichelt^{1,2},

Thomas Gründer³, Franziska Hannß³, Esther Lapczynska³, Jan Wojdziak³, Dietrich Kammer³, René Iwan^{1,3}, Dirk Rudolph³ und

Sigrid Diewald⁴ sowie Stefan Späth⁴.

1) Technische Universität Dresden, Fakultät Informatik, Institut Software- und Multimediatechnik. Professur Mediengestaltung (www.tu-dresden.de)

2) Audi AG, DesignZentrum, Ingolstadt (www.audi.de)

3) Gesellschaft für Technische Visualistik, Dresden (www.visuativ.com)

4) schnellervorlauf, Ingolstadt (www.schnellervorlauf.de)

Literaturverzeichnis

- Franke, I. S., & Taranko, S. (2008). Between the Lines. Innovative Data Mining Algorithm to a New Interface Concept. In H. Hauser, S. Straßburger, & H. Theisel (Hrsg.), *Simulation and Visualization 2008 (SimVis 2008, 18. - 29. Februar 2008, Magdeburg)* (S. 351). Erlangen [u. a.]: SCS Publishing House e.V. Abgerufen von <http://www.simvis.org>
- Groh, R. (2004). *Metaphernproduktion: Am Beispiel eines Würfels*. Gehalten auf der Vorlesung, Dresden. Abgerufen von <http://mg.inf.tu-dresden.de/mg>
- Groh, R., & Zavesky, M. (2011). *Wieder mehr sehen! Aktuelle Einblicke in die Technische Visualistik*. Dresden: TUDpress - Verlag der Wissenschaften.
- Iwan, R. (2013). *DesignArchiv 2.0 - Konzeption und Realisierung einer Client-Server-Architektur zur Suche und Verwaltung von bildgestützten Daten im Unternehmenseinsatz*. Dresden: Professur Mediengestaltung, Institut für Software- und Multimediatechnik, Fakultät Informatik, Technische Universität Dresden (Diplomarbeit).
- Keck, M., Kammer, D., Iwan, R., Taranko, S., & Groh, R. (2011). DeViz: Exploration of Tagged Information Visualizations. *Informatik 2011 - Interaktion und Visualisierung im Daten-Web*.
- Keck, M., Lapczynya, E., & Groh, R. (2014). Revisiting Graspable User Interfaces: A Design Process for Developing User Interface Metaphors. In *Proceedings of Human-Computer Interaction: Design and Development Approaches, 16th International Conference, HCI International 2014 (HCI' 16, 22.-27. Juni 2014, Heraklion)*. Heidelberg: Springer.
- Lochner, B. (2012). *Remote-Interaktionen mit Handhelds auf Großprojektionen - Wie kann die Navigation von Datenräumen auf fernen Displays durch Handheld-Geräte unterstützt werden?* Dresden: Professur Mediengestaltung, Institut für Software- und Multimediatechnik, Fakultät Informatik, Technische Universität Dresden (Große Belegarbeit).
- Mauermeister, I. (2010). *Datenmanagement bei Audi Design Entwicklung eines Visualisierungskonzeptes zur Interaktion und Exploration großer Datenmengen*. Dresden: Professur Mediengestaltung, Institut für Software- und Multimediatechnik, Fakultät Informatik, Technische Universität Dresden (Diplomarbeit).
- Microsoft ®. (2014). Microsoft ® Silverlight™. Abgerufen 9. Mai 2014, von <http://www.microsoft.com/silverlight/>
- Oracle ®. (2014). Oracle ® | Hardware and Software, Engineered to Work Together. Abgerufen 9. Mai 2014, von <http://www.oracle.com/index.html>
- Pötsch, A. (2014). *Konzept und Realisierung einer mobilen Applikation zur Fahrzeugüberführung*. Dresden: Professur Mediengestaltung, Institut für Software- und Multimediatechnik, Fakultät Informatik, Technische Universität Dresden (Diplomarbeit).
- Prasa, S. (2013). *Entwicklung eines visuell-interaktiven Konzeptes zur grafischen Facettierung im Bereich des Automobildesigns*. Dresden: Professur Mediengestaltung, Institut für

Software- und Multimediatechnik, Fakultät Informatik, Technische Universität
Dresden (Diplomarbeit).

Ulrich, A. (2011). *Designarchiv bei Audi: Verwaltung und Visualisierung großer Datenmengen*.
Dresden: Professur Mediengestaltung, Institut für Software- und Multimediatechnik,
Fakultät Informatik, Technische Universität Dresden (Diplomarbeit).

Kontaktangaben

Dipl.-Ing. Ingmar S. Franke, M. Sc.
Technische Universität Dresden
Bereich Ingenieurwissenschaften
Fakultät Informatik
Institut für Software- und Multimediatechnik
Professur für Mediengestaltung
Arbeitsgruppe Technische Visualistik
D-01062 Dresden
www.tu-dresden.de, www.technische-visualistik.de

Frank Peter
Audi Design
I/ED-451
D-85045 Ingolstadt
www.audi.de

Die Konzeptvisualisierung als frühe Entscheidungsunterstützung im Rahmen komplexer Produktentwicklungen

Frank Mühlbauer und Jens Krzywinski

1 Einleitung

1.1 Problemlage

Als eine Folge der Globalisierung sehen sich Unternehmen einem wachsenden Wettbewerbsdruck, einer hohen Marktdynamik und steigenden Kundenanforderungen konfrontiert. Zur Sicherung der langfristigen Konkurrenzfähigkeit wird u. a. der Innovationsfähigkeit eine Schlüsselrolle zugeschrieben. Der wirtschaftliche Erfolg eines Unternehmens hängt dabei sowohl von der Implementierung zielgerichteter Innovationsprozesse als auch von profitablen Produktstrukturen ab (Nerdinger, Wilke *et al.* 2010). Dabei bedingt die Komplexität eine aufwendige Entwicklung derartiger Produktstrukturen, die dem Trend der kürzeren Markteinführungszeiten neuer Produkte (Time-to-Market) entgegensteht. Die Ursachen für den Bedarf liegen u. a. in der Umsetzung variantenreicher Produkte für die Bedienung von Nischenmärkten und der Umsetzung eines hohen Grades an Individualisierungsmöglichkeiten. Die resultierende kundenindividuelle Produktion ermöglicht es Unternehmen auf die steigenden Kundenansprüche und den Wunsch nach Individualisierung zu reagieren und durch zahlreiche Varianten die erforderliche Produktvielfalt abzubilden. Die Entwicklung variantenreicher Produktsysteme ist jedoch vor dem Hintergrund schwer abschätzbarer Erfolgspotenziale risikobehaftet, da sich insbesondere aus den Eigenschaften komplexer Systeme die Planungs- und Entscheidungssituationen schwer ableiten lassen. Derartig komplizierte Produktstrukturen sind in der Regel nur über stark vereinfachte Modelle zu verstehen und annähernd abzuschätzen (Franke 2007). Gerade die frühe Phase einer Produktentwicklung ist durch hohe Unsicherheiten hinsichtlich der Umsetzbarkeit einer neuen Produktidee charakterisiert (Rabl, Gaubinger 2009). Dies liegt u. a. an der geringen Produktkenntnis und den Informationen, die teils

nur unsicher bzw. unscharf vorliegen (Albers, Muschik *et al.* 2010). Aus diesem Grund ist der spätere Markterfolg einer Produktentwicklung nur schwer vorhersehbar und eine vollständige Entscheidungssicherheit nicht möglich ist. Dem entgegengesetzt ist der weitreichende Einfluss der in der frühen Phase getroffenen Entscheidungen auf den weiteren Produktentwicklungsprozess und auf das Ergebnis (Verworn 2005). Tabellen sind wie Abbildungen zu behandeln. Bei Tabellen und Abbildungen, die Text enthalten ist deren Größe so zu wählen, dass der enthaltene Text etwas kleiner als der Fließtext (Schriftgröße 10) bei einer Bild-/Tabellenbreite von 13 cm dargestellt wird.

1.2 Zielstellung

Ziel der Forschungsarbeit ist die Entwicklung eines Unterstützungswerkzeuges mit dessen Hilfe produktdefinierende Daten zur Produktvisualisierung nutzbar gemacht werden sollen. Innerhalb der frühen Konzeptionsphase ist der angestrebte Effekt fundierte Entscheidungen im Zuge der Ideenauswahl und -bewertung zu treffen. Der Vergleich verschiedener Produktkonzepte soll zudem zur Abschätzung von relevanten Entwicklungstendenzen beitragen. Durch die visuelle Unterstützung soll ein übergreifendes Verständnis für abzuwägende Entwicklungsrichtungen erzeugt und die Entscheidungssicherheit erhöht werden. In der Folge kann das Risiko auftretender Vorgabenabweichungen und Zieländerungen innerhalb des Produktentwicklungsprozesses minimiert werden. Die Visualisierung dient dabei als ein Mittel zur Informationsbereitstellung und Komplexitätsbündelung, indem die festen und unscharfen Daten zusammenhängend auf einer bildhaften Ebene repräsentiert werden.

Ein Schwerpunkt der Arbeit liegt auf der Untersuchung von reifgradabhängigen Visualisierungsstilen hinsichtlich der Auswirkungen auf die Unterstützungsleistung. Dabei soll zunächst ein Produktkonzept sowohl aus bereits nutzbaren, scharfen Daten als auch aus unscharfen Platzhaltergeometrien zu einem ganzheitlichen Modell konfiguriert und anschließend visualisiert werden. Dabei stammen die bekannten Geometriedaten aus abgeschlossenen Produktentwicklungen, die in einem Baukastensystem abgelegt sind. Um die Erfolgspotenziale abzuschätzen und effizient über die Konzeptumsetzung oder -ablehnung zu entscheiden, werden die Konzeptvarianten nach ihrer Glaubwürdigkeit und der Umsetzbarkeit beurteilt. Die Glaubwürdigkeit wird als eine Voraussetzung für die Beurteilung der Umsetzbarkeit gesehen und ist durch verschiedene Kriterien (beispielsweise Abstraktionsgrad und Modellgenauigkeit) beeinflussbar. Die Umsetzbarkeit bezieht sich im Rahmen der Arbeit auf die Abschätzung des notwendigen Aufwandes

(technologische und wirtschaftliche Ressourcen) zur Realisierung eines Produktkonzeptes.

2 Stand in Theorie und Praxis

2.1 Die frühe Phase der Produktentwicklung

Vor dem Hintergrund der verschärften Randbedingungen, wie es beispielsweise der durch die Globalisierung hervorgerufene wachsende Markt- und Innovationsdruck, der hohe Qualitätsanspruch an Produkte und die kürzeren Entwicklungszeiten sind, spielt die frühe Phase der Produktentwicklung eine entscheidende Rolle für den weiteren Verlauf der Entwicklung und letzten Endes für den Erfolg des Produkts. Denn in dieser Phase werden aus den zum Teil unscharfen Anforderungen wesentliche Festlegungen getroffen. Darüber hinaus führen Fehlentscheidungen und die unsystematische Informationsbereitstellung zu einer längeren Entwicklungsdauer und zu Mehrkosten. Die Einflussmöglichkeiten auf den weiteren Prozess und das Ergebnis sind in der frühen Phase demzufolge sehr hoch (Verworn 2005). Innerhalb des Forschungsfeldes zu den frühen Phasen gibt es verschiedene Begrifflichkeiten mit denen die Vorphase einer Produktentwicklung beschrieben und innerhalb der Prozessmodelle eingeordnet wird. Im englischsprachigen Raum zählen dazu beispielsweise „fuzzy front-end“, „early stages“, „pre-development activities“, „pre-project phases“ oder „phase zero“ (Herstatt, Verworn 2007). Aus den Bezeichnungen wird zum Teil deutlich, dass diese initiale Prozessphase durch einen Unschärfegrad charakterisiert ist, der u. a. Bezug zur vergleichsweise unpräzisen Abgrenzung zu anderen Phasen, das Entscheidungsfehlerrisiko und das unsichere Managen nimmt.

Die verschiedenen Schwerpunkte und Zielstellungen im Bereich des Innovationsmanagements sind Gründe für die Vielzahl an den in der Literatur aufgeführten Produktplanungsprozessmodellen (Verworn, Herstatt 2000). Aus der Konstruktionsmethodik sind unterschiedliche Methoden und Richtlinien zur systematischen Unterstützung der Produktentstehung bekannt. Dazu zählen beispielsweise die VDI-Richtlinie 2221 oder die Produktentwicklungsmethodik nach Pahl/Beitz. Im Hinblick der Zielstellung werden jedoch zunächst Produktplanungsmodelle zu strategischen Entscheidungen und zu den wesentlichen Eigenschaften neuer Produktkonzepte betrachtet. Das liegt u. a. daran, dass an frühen Strategieentscheidungen nicht zwingend Konstrukteure sondern Vertreter verschiedener Unternehmensebenen beteiligt sind. Für die Betrachtung der frühen Phase eignet sich beispielsweise das Prozessmodell nach Khurana und Rosenthal (Khurana, Rosenthal 1998), da es zum einen ähnlich wie bei dem verbreiteten Stage Gate Prozess nach Cooper (Cooper 1996) mit der Entscheidung zur Weiterentwick-

lung oder zum Abbruch des Produktkonzeptes endet und zum anderen den Fokus explizit auf die frühe Phase des Produktentstehungsprozess legt (Abb. 1).

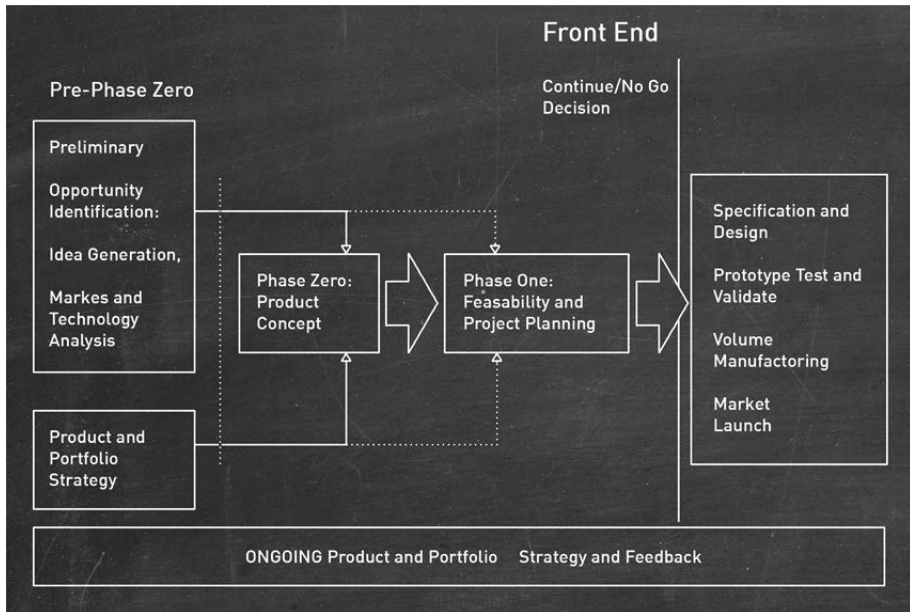


Abbildung 1: Prozessmodell nach Khurana und Rosenthal

Das Phasenmodell beginnt mit dem Startimpuls für ein neues Produktkonzept und endet mit der Go-No-Go Entscheidung, die den Entschluss zur Umsetzung (Start der eigentlichen Entwicklungsarbeit) oder den Verwurf eines Produktkonzeptes beinhaltet. Die initiale „Pre-Phase Zero“ dient sowohl der Informationsgewinnung und -verarbeitung als auch der Markt- und Technologieanalyse. Hier werden die Produktideen und -informationen gesammelt, bewertet und in der „Phase Zero“ zu einem Produktkonzept als Bewertungsgrundlage für die Umsetzungsentscheidung vereinigt.

Die Bewertungskriterien beziehen sich dabei auf die Abschätzung des Marktbedarfs und der technischen Umsetzbarkeit. Für die Unternehmen geht es dabei hauptsächlich um die Notwendigkeit und die Beurteilung der Vorteilhaftigkeit gegenüber anderen Vorhaben und Entwicklungen (Verworn 2005).

Im Hinblick des Forschungsvorhabens wird der frühen Phase eine große Bedeutung zugeschrieben, da entscheidende Unsicherheiten früh durch

fundierte, funktionsübergreifende Entscheidungen reduziert werden können. Durch die vorhandene Zergliederung der frühen Produktentwicklungsphase dient das Prozessmodell nach Khurana an dieser Stelle der Verortung des geplanten Unterstützungswerkzeuges. Das Werkzeug setzt demzufolge nach der Produktkonzeption an und befördert die Umsetzungsentscheidung.

2.2 Baukastenentwicklungen als Datengrundlage

Zur Beherrschung der Variantenvielfalt und Reduzierung der inneren Produktkomplexität gibt es verschiedene technische Maßnahmen, die im Variantenmanagement zusammengefasst sind. Bei variantenreichen Produkten haben sich u. a. Standardisierungsmaßnahmen wie die Erzeugung von Gleichteilen, Modularisierung, Plattform- und Baukastenprinzipien als Maßnahmen innerhalb des Variantenmanagement durchgesetzt (Ehrlenspiel 2009). Zur Umsetzung eines breiten Produktportfolios wird dabei eine hohe externe Variabilität bei einer optimalen internen Komplexität angestrebt. Nach (Kartika 2010) besitzen Baukastensysteme als Methode im Variantenmanagement ein höheres Potenzial im Vergleich zu anderen Bauweisen. Eine von zahlreichen Begriffsdefinitionen für einen Baukasten liefert Ehrlenspiel mit der Formulierung: „Unter einem Baukasten versteht man ein Kombinationssystem von Bauteilen und Baugruppen im Allgemeinen zu Produkten unterschiedlicher Gesamtfunktion.“ (Ehrlenspiel 2009). Als Beispiel für eine derartige Produktarchitektur kann der vom Volkswagenkonzern im Jahr 2012 eingeführte Modulare Querbaukasten (MQB) genannt werden, mit dessen Hilfe in der Zukunft größere Skaleneffekte erreicht werden sollen (Schuh 2012).

Der konkrete Schwerpunkt aus dem Themenkomplex zukünftiger Ernteszenarien liegt bei der Entwicklung agronomischer Nutzfahrzeuge innerhalb des zusammenhängenden Agrarprozesses. Exemplarisch wurde in diesem Zusammenhang eine übergeordnete Strukturebene eines Baukastens zur Erstellung verschiedener Agrarkonzepte erzeugt. Dazu wurden die elementaren Funktionseinheiten eines konventionellen Mähdeschers betrachtet und zwanzig Funktionsblöcke (Abb. 2) als abgeschlossene Teilsysteme definiert. Der Funktionsblock ist durch eine elementare Baugruppe definiert, die als substanzielles Glied im Gesamtverfahren des Ernteprozesses agiert. Aus der Baukastenstruktur mit derzeit zwanzig funktionalen Einheiten erlaubt der Auflösungsgrad eine ausreichende Variabilität zur Umsetzung verschiedener Konzeptmodelle und ermöglicht ein handhabbares Untersuchungsmodell. Innerhalb der Baukastenstruktur ist hinter jedem Funktionsblock eine Reihe von geometrischen Varianten abgelegt. Die Variation ergibt sich dabei durch die geometrischen Abstufungen, um verschiedene Entwicklungsstände innerhalb des jeweiligen Funktionsblockes abzubilden. Die

größte Ausprägung eines Entwicklungsstandes basiert auf vorhandenen Geometriedaten laufender oder abgeschlossener Produktentwicklungen.

Für das Forschungsvorhaben bildet die mehrdimensionale Baukastenstruktur den Rahmen zur Bereitstellung der Geometriedaten. Erdachte Produktkonzepte lassen sich somit früh aus grundlegenden funktionalen Bausteinen zusammensetzen. Das resultierende Datenmodell dient innerhalb des Unterstützungswerkzeuges als Grundlage für die spätere Modellvisualisierung.

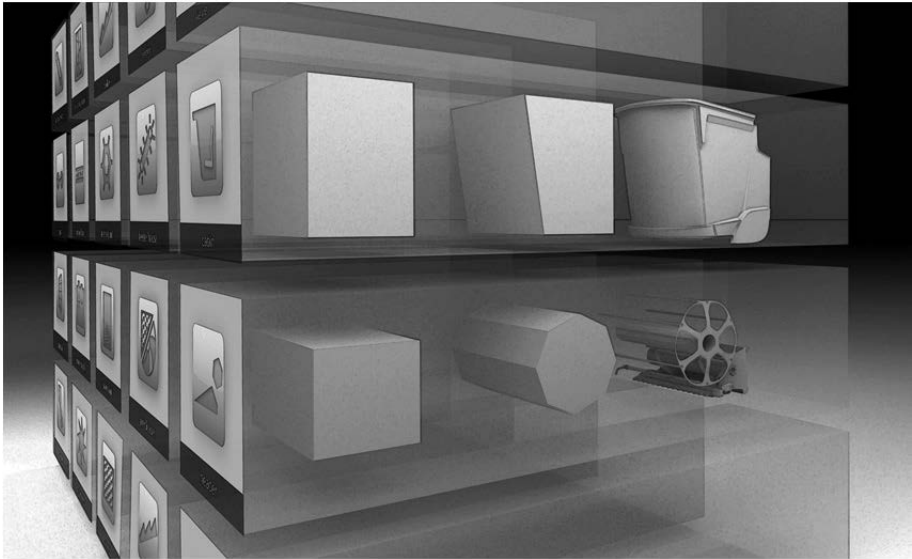


Abbildung 2: Funktionsblöcke eines Standardmähdreschers

2.3 Konfigurationen auf Konzeptniveau

Bisher werden Produkt-Konfiguratoren nach der abgeschlossenen Produktentwicklung vorrangig innerhalb von Vertriebsprozessen zur Erzeugung variantenreicher Produkte eingesetzt. Im Zuge der kundenindividuellen Massenproduktion (engl. Mass-Customization) sind Konfiguratoren durch die Integration in Onlineshop-Systemen verschiedener Branchen etabliert und für Endkunden zugänglich (Stormer 2007). Aus der Betrachtung aktueller Beispiele aus den Bereichen: Nutzfahrzeuge, Automobile und Consumer Produkte wird deutlich, dass Konfiguratoren dem Nutzer in unterschiedlichen Formaten zur Verfügung stehen. Webseitenbasiert, als offline Variante im portablen Datenformat und als Applikation für mobile Anwendungen. Ebenso vielfältig ist die Art der Produktvisualisierungen im Bereich der betrachteten Lösungen für Nutzfahrzeuge. Hier reicht das Spektrum vom

statischen Produktfoto eines Mähreschers über das drehbare schattierte CAD Modell einer Dampfwalze bis zur dynamischen Repräsentation eines fotorealistischen Gabelstaplerinterieurs. Bei Neuwagen und Consumer-Produkten wie beispielsweise Fahrrädern, Kinderwagen und Bürostühlen hingegen, sind vorrangig fotorealistische Ansichten implementiert.

In dem Forschungsvorhaben wird das Konfiguratorprinzip, d. h. vorgegebene Bauteile räumlich zu einem Modell anzuordnen, zu einem frühen Zeitpunkt für die digitale Umsetzung eines Produktkonzepts genutzt. Die Konfiguration bildet auf dem Weg zum Unterstützungswerkzeug einen wichtigen Zwischenschritt, da aus den Funktionseinheiten des Baukastens neue Produktkonzepte zusammengesetzt und computergenerierte Visualisierungen zur Beurteilung generiert werden sollen. Aufgrund des frühen Einsatzes dieses Mediums sind weniger die Geschäftsziele vordergründig stehen, sondern der Aufbau eines vollständigen Konzeptmodells. Es soll möglich sein, bereits vorhandene produktdefinierende Daten wie beispielsweise CAD-Modelle aus integrierten, standortübergreifenden Produktdatenmanagement-Systemen (PDM-Systeme) zu nutzen. Nach (Eigner, Stelzer 2009) ermöglichen PDM-Systeme durch das Management des Prozess- und Produktmodells die Erzeugung eindeutiger und reproduzierbarer Produktkonfigurationen. Für die Zielstellung einer zusammenhängenden Modellrepräsentation werden auch die offenen noch zu definierenden Geometriedaten (Black Box) in die Konfiguration einbezogen. Daraus ergeben sich zwangsläufig Herausforderungen in der Umsetzung einer logischen Topologie, d. h. die Verbindung zwischen den bekannten und unbekanntem Baugruppen in der Konzeptkonfiguration (Felfernig, Friedrich *et al.* 1999). Neben der geometrischen Passfähigkeit im Sinne von definierten Anschlussflächen spielen dabei die logischen Beziehungen zwischen den Bausteinen eine übergeordnete Rolle. Dabei geht es beispielsweise um die Definition der möglichen und eingeschränkten Verknüpfungsoptionen, die durch Regeln und Bedingungen formuliert und in das Konfigurationssystem implementiert werden müssen. In der dreidimensionalen Bausteinanordnung betrifft das die Festlegung von geometrischen Grenzbereichen, die sich aus internen (bspw. Bauteilkollisionen) und aus externen, modellunabhängigen Randbedingungen (Vorschriften und Restriktionen) ergeben. Im Kontext der Entwicklung neuer agronomischer Erntemaschinen sind zudem Konfigurationsregeln hinsichtlich der Kompatibilität von Systemgrenzen zu betrachten. Aus verfahrenstechnischer Sicht sind demnach die definierten Funktionsblöcke aufgrund von Gutströmen des Stoffbereiches nur an bestimmten Übergängen von Arbeitsschritten anordnungsvariabel oder voneinander trennbar. Das liegt u. a. am Ablauf der Verfahrensschritte selbst und an der Kompatibilität von Eingangs- und Ausgangsparametern.

Die Konfiguration im Sinne der dreidimensionalen Anordnung von Bausteinen stellt ein Werkzeug dar, das innerhalb des Forschungsvorhabens früh genutzt zur schnellen Erstellung CAD-basierter Produktkonzepte und Konzeptvarianten dient.

2.4 Entscheidungsprozesse in frühen Entwicklungsphasen

Die Entwicklung neuer Produkte ist – neben Ressourcen- und Zeitmangel – häufig mit Entscheidungsunsicherheiten verknüpft. Sie entstehen aufgrund von Informationsdefiziten der Entscheidungsträger, woraufhin die zu erwartenden Ergebnisse risikobehaftet und schwer abschätzbar sind. Diese Unklarheiten treten besonders in den frühen Phasen des Entwicklungsprozesses auf und sind bei Produktinnovationen zu erwarten (Ning 2009), da die Unsicherheiten von Innovationen in ihrer Neuartigkeit begründet sind (Perl 2003). (Jetter, Schröder 2007) stellen zudem heraus, dass die frühen Entscheidungsaufgaben aufgrund der Komplexität und Informationsdynamik schwierigen Handlungssituationen entsprechen. Weiterhin können kognitive Beschränkungen der Entscheider in diesem Zusammenhang zur systematischen Ignoranz und zu Fehlinterpretationen von Informationen führen.

Die Beurteilung selbst dient zunächst der Entscheidungsvorbereitung und beinhaltet die Analyse sowie die Bewertung eines zugrunde liegenden Sachverhaltes. In der Technik sind die drei wesentlichen Beurteilungskriterien Qualität, Kosten und Zeit geläufig, die sich zu einem Wirkungsdreieck zusammensetzen (Ehrlenspiel 2009). Die Entscheidungen selbst beziehen sich häufig auf Kriterien im Zusammenhang mit erfolgsrelevanten Größen, technischen Anforderungen und technischer Realisierbarkeit. Grundsätzlich unterliegen Entscheidungen der Subjektivität. Im Hinblick auf visuelle Repräsentationen, wie z. B. Abbildungen, die aus CAD basierten Renderings erstellt wurden, haben auch die jeweiligen Charakteristiken einen wesentlichen Einfluss auf die Beurteilung. Konkret wird davon ausgegangen, dass die Beurteilung hinsichtlich der Glaubwürdigkeit bei computergenerierten Darstellungen von der Genauigkeit, dem Realismus und der Abstraktion abhängig ist (Bates-Brkljac 2009).

Zur wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit Entscheidungsprozessen und dem Handeln unter Unsicherheit gibt es eine Vielzahl an Theorien und Ansätze aus unterschiedlichen Forschungsfeldern (Neumer 2009). In Neumers Studie wird u. a. herausgestellt, dass es bei den aktuelleren Erkenntnissen zum Umgang mit Entscheidungsunsicherheit nicht zwingend auf die Quantität der Informationsbereitstellung ankommt, sondern vielmehr die spezifische Qualität der Informationen wie beispielsweise visuelle Signale eine Rolle spielen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass auch Informationsdefizite in frühen Entwicklungsphasen für Entscheidungsunsicherheiten verantwortlich sind und zu Fehlentscheidungen führen können. Die Beurteilung selbst findet nach konkreten Beurteilungskriterien statt. Sie wird jedoch durch subjektive Faktoren wie beispielsweise die Repräsentationsart beeinflusst. Aus der Kombination beider lassen sich die grundlegenden Anforderungen an ein visuelles Unterstützungswerkzeug ableiten.

2.5 Geometrie und Reifegrad

Die Grundlage, aus denen computergenerierte Visualisierungen abgeleitet werden können, bilden u. a. digitale Produktdatenmodelle. Diese dreidimensionalen Geometriemodelle resultieren in ihrem Ursprung aus der Modellierung von Einzelteilen mittels CAD-Programme.

Zum Zeitpunkt der Konzeptevaluierung in der frühen Entwicklungsphase wird davon ausgegangen, dass z. T. feste, aus Einzelteilen und Baugruppen bestehende Geometriedaten durch abgeschlossene Entwicklungsprojekte in Datenverwaltungssystemen vorliegen. Diese Daten weisen aufgrund des fortgeschrittenen Reifegrades in der Regel einen hohen Detaillierungsgrad auf. In der wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit der räumlichen Datenverwaltung (engl. spatial data management) von CAD Daten (LMU München, 2013) werden Ansätze (u. a. Prozeduren und Algorithmen) zur Detailreduzierung der Datenmodelle geliefert. Dabei stehen u. a. die Optimierung des Speicherbedarfs und der Kollisionsanfragen als Zielstellungen im Vordergrund. Hinsichtlich des Forschungsvorhabens sind die zugrundeliegenden Approximationsalgorithmen wie die Tessellierung von Oberflächen beispielsweise für die Änderung des Abstraktionsgrades der Bauteile von Bedeutung.

Die Eigenschaften der undefinierten Bauteile nehmen eine Platzhalterfunktion ein und sind durch einen geringen geometrischen Reifegrad charakterisiert. Sie dienen vorrangig der Vollständigkeit und sollen zu einer glaubhaften Gesamtdarstellung beitragen. Aufgrund der formalen Offenheit in der Darstellung der „Platzhalter“-Elemente werden unterschiedliche Reifegrade eingeführt, die sich, soweit möglich, aus der Ausgangsgeometrie bereits bekannter Bauteile ableiten. Die Abstufung ergibt sich in der ersten Näherung durch den Detailgrad. Das bedeutet dass ein Platzhalter eines Funktionsblockes mit einem geringen Reifegrad aus einem regelgeometrischen Grundkörper besteht.

Das frühe geometrische Konzeptmodell ist sowohl aus definierten und undefinierten Funktionsblöcken zusammengesetzt. In Abhängigkeit der gemischten Reifegrade ergibt sich ein Kontrast zwischen den geometri-

schen Elementen. Dabei kann die Kontrastintensität sowohl durch die geometrische Transformation als auch durch den jeweiligen Visualisierungsstil eines Reifegrades variiert werden.

2.6 Entwicklung und Möglichkeiten von Computergrafiken

Mit der zunehmenden Leistungsfähigkeit von Computern sind heutige Visualisierungswerkzeuge in der Lage, computergenerierte Grafiken in Echtzeit zu Animationen und virtuellen Produktfotografien zu rendern (Lumo Graphics, 2013). Im Ergebnis sind die fotorealistischen Renderings nicht mehr von Fotografien zu unterscheiden.

Den Begriff „Fotorealismus“ (engl. photorealism) bezeichnen (Halper, Schlechtweg *et al.* 2002) im Zusammenhang mit virtueller Realität als ein Feld, das sich unter Verwendung von physikalischen Renderalgorithmen mit der möglichst realitätsnahen Repräsentation von computergenerierten Darstellungen befasst. Die Algorithmen beziehen sich auch auf das Raytracing-Verfahren zur Verdeckungsrechnung und Lichtstrahlsimulation, das bei der Darstellung von dreidimensionalen Szenen eine große Rolle spielt. Neben der Weiterentwicklung von Visualisierungswerkzeugen zur Generierung fotorealistischer Renderings gibt es auch Veröffentlichungen (Isenberg, Freudenberg *et al.* 2003), die sich mit den Potenzialen und dem wahrnehmungspsychologischen Verständnis von Non-photorealistic Renderings (NPR) auseinandersetzen. Bei der Erzeugung dieser computergenerierten Darstellungen geht es demnach nicht darum, das zugrundeliegende Modell möglichst realitätsnah abzubilden, sondern vielmehr um den geeigneten Einsatz bestimmter Gestaltungsstile, die dem Betrachter bei Beurteilungsaufgaben und Entscheidungen unterstützen sollen.

In Untersuchungen wurden beispielsweise Figur-Grund-Beziehungen mit Linien-, Flächen- und Farbdifferenzierungen von Renderstilen im Hinblick auf die Erkennbarkeit und Bildidentifizierung betrachtet (Isenberg, Freudenberg *et al.* 2003). Vor allem im Architekturkontext ist in der Studie von (Schumann, Strothotte *et al.* 1996) deutlich geworden, dass es eine projektphasenabhängige Bevorzugung bestimmter Renderstile gibt. Demnach gab es bei einem frühen Entwicklungsstand eine Bevorzugung skizzenhafter Darstellungen, weil hier der Charakter der Nichtvollendung den Akteuren eine Mitwirkungsmöglichkeit suggerierte.

CAD Renderings hingegen wurden aufgrund der unveränderbaren Wirkung in späteren Phasen als Ergebnisdarstellung bevorzugt.

Innerhalb des Forschungsvorhabens soll untersucht werden, welcher Repräsentationscharakter ein geeignetes und akzeptiertes Mittel zur Beurtei-

lung früher Produktionskonzepte ist, die sowohl bekannte Daten als auch unbekannte Daten enthalten.

Die computergenerierte Grafik als Veranschaulichungsmittel ist für die Entwicklung eines visuellen Unterstützungswerkzeuges hinsichtlich zweier Ausprägungen für das Vorhaben bedeutsam. Das betrifft zum einen die fotorealistische Repräsentation der produktdefinierenden Daten, zum anderen die nicht-fotorealistische Art der Visualisierung. Konkret geht es darum herauszufinden, welches Unterstützungspotenzial bei Entscheidungsaufgaben den jeweiligen Gestaltungsstilen zugeschrieben werden kann.

3 Hypothesen

Um früh sichere Entscheidungen treffen zu können, muss zunächst die Gesamtdarstellung des Konzeptmodells als glaubwürdig wahrgenommen werden. Die Herausforderung besteht darin herauszufinden, welche Abhängigkeiten zwischen dem geometrischen Reifegrad und dem Visualisierungsstil vorliegen und welche Darstellungsform innerhalb der frühen Phase des Produktentstehungsprozesses vorzuziehen ist. Aus dem zuvor dargestellten Forschungsstand in Theorie und Praxis, indem auch der grundsätzliche Aufbau eines möglichen Baukastens zur Zusammenstellung neuer agronomischer Nutzfahrzeuge sowie erste Darstellungsstudien betrachtet wurden, lassen sich für die Voruntersuchung verschiedene Hypothesen ableiten. Es wird davon ausgegangen, dass:

- H1 eine Abhängigkeit zwischen der geometrischen Reife eines Bauteils und dessen Visualisierungsstils (skizzenhaft bis fotorealistisch) hinsichtlich einer Zuordnung zu Prozessphasen einer Produktentwicklung besteht.
- H2 die wahrgenommene Glaubwürdigkeit einer visuellen Baugruppenrepräsentation hoch ist, a) wenn bei einem durchgängig hohen geometrischen Reifegrad der Bauteile ein fotorealistischer Visualisierungsstil und b) wenn bei einem durchgängig geringen geometrischen Reifegrad der Bauteile ein skizzenhafter nicht-fotorealistischer Visualisierungsstil verwendet wird.
- H2.1 die wahrgenommene Glaubwürdigkeit einer visuellen Baugruppenrepräsentation niedrig ist, wenn a) bei einem durchgängig hohen geometrischen Reifegrad der Bauteile ein skizzenhafter nicht-fotorealistischer Visualisierungsstil und wenn b) bei einem durchgängig geringen geometrischen Reifegrad der Bauteile ein fotorealistischer Visualisierungsstil verwendet wird.
- H2.2 die wahrgenommene Glaubwürdigkeit einer visuellen Baugruppenrepräsentation hoch ist, wenn bei gemischten Reifegraden der Bauteile a) für geringe geometrische Reifegrade ein skiz-

zenhafter nicht-fotorealistischer Visualisierungsstil und b) für hohe geometrische Reifegrade ein fotorealistischer Visualisierungsstil verwendet wird.

- H3 ein geringer Modellkontrast innerhalb der Konzeptvisualisierung für die Entscheidungsfindung in der frühen Phase als vorteilhaft eingeschätzt wird. – D. h. sowohl die bekannten Geometrien mit einem hohen Reifegrad als auch die unbekanntes Platzhaltergeometrien mit einem geringen geometrischen Reifegrad werden gleichwertig visualisiert.

4 Voruntersuchung

Die geplante Voruntersuchung beinhaltet einen mehrteiligen Aufbau zur Überprüfung der Hypothesen und findet u. a. im Rahmen einer Online-Umfrage und statt. Die Teilnehmer ($n = 30$) verfügen über Fachwissen und beschäftigen sich mit unterschiedlichen Aspekten des Produktentwicklungsprozesses. Mittels Fragebogen und Leitfadeninterviews wird überprüft inwieweit sich verallgemeinerte Aussagen über die Abhängigkeit zwischen Visualisierungsstilen und Reifegraden zur Zuordnung von den phasenabgrenzenden Meilensteinen im Produktentwicklungsprozess treffen lassen. Dazu werden vier Phasen in Anlehnung an den Innovationsprozess nach Herstatt (Herstatt 1999) herausgegriffen (Abb. 3) und dem Probanden ein Set aus 16 Testbildern eines Mährescherreifens für die Phasenzuordnung bereitgestellt. Das Reifegradspektrum umfasst dabei vier Abstufungen des Rades, beginnend mit einem regelgeometrischen Grundzylinder bis zum schrittweise vollständig modellierten Reifen. Des Weiteren stehen vier Visualisierungsstile (Abb. 4) zur Auswahl, die sowohl einen skizzenhaften als auch einen fotorealistischen Charakter abbilden.



Abbildung 3: Phasen des Innovationsprozesses

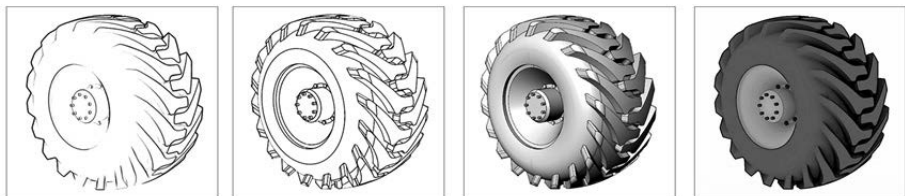


Abbildung 4: vier Visualisierungsstile der Testbilder

Mit Hilfe des Semantischen Differenzials, als quantitative Abfragemethode, wird in dem zweiten Aufbau die wahrgenommene Glaubwürdigkeit gemessen. Die Auswahl der Polaritätsprofile orientiert sich dabei an der Untersuchung von Bates-Brkljac (Bates-Brkljac 2009). In der Studie ging es um die wahrgenommene Glaubwürdigkeit bei der Betrachtung traditioneller architektonischer Handzeichnungen und computergenerierter Architekturrenderings.

In der geplanten Voruntersuchung werden dem Probanden in einem weiteren Aufgabenbereich Testbilder mit unterschiedlichen Bereifungskonfigurationen (Tandembereifung und Raupenlaufwerk) einer Erntemaschine vorgelegt. Mit der Methode des semantischen Differenzials wird jedes der fünf Testbilder hinsichtlich der wahrgenommenen Glaubwürdigkeit untersucht. Drei Kategorien (Abstraktion, Realismus und Richtigkeit) werden dazu mit jeweils sechs Polaritätspaaren abgefragt. Die Abstraktion bezieht sich sowohl auf den Detailgrad als auch auf die Höhe des Informationsgehaltes einer Visualisierung. Der Realismus beschreibt den Ähnlichkeitsgrad zu einer fotorealistischen Darstellung und die Richtigkeit beinhaltet die Eigenschaften, die eine korrekte Abbildung auszeichnet, wie beispielsweise den Kontextbezug, die Skalierung und die Perspektive des abgebildeten Gegenstandes.

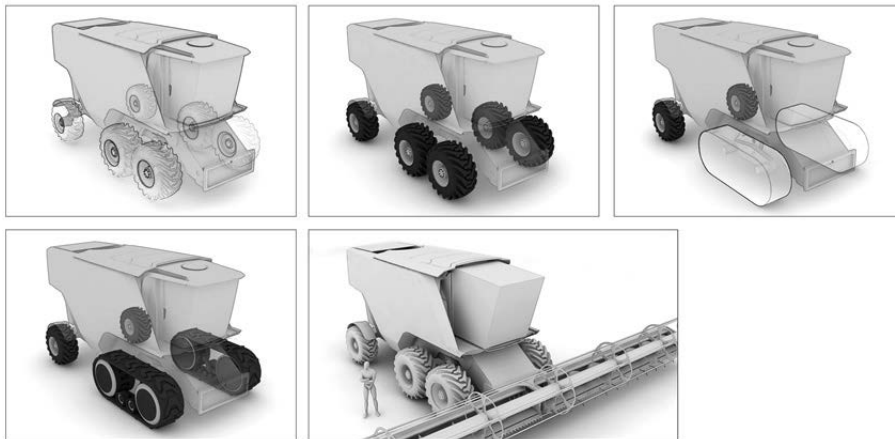


Abbildung 5: beispielhafte Testbilder

Auf jedem Testbild ist in diesem Zusammenhang das gleiche Erntefahrzeug aus der gleichen Perspektive (Abb. 5) abgebildet. Die umliegenden Bauteile der Fahrzeugbereifung (Kabine und Verkleidungselemente) bleiben durch den neutralen Grauwert und die mittlere Transparenz hintergründig, sodass

der Betrachtungsschwerpunkt auf der Bodengruppe liegt, jedoch der Kontext „Erntefahrzeug“ deutlich wird. Auf den vorangegangenen Aufgabenkomplex bezugnehmend, wird in den Testbildern sowohl der Visualisierungsstil als auch der Reifegrad der Baugruppe variiert. Aufgrund der gleichen Bauteile wird die Baugruppe der Tandemkonfiguration durchgängig homogen, d. h. jeweils mit einem Visualisierungsstil dargestellt. Bei der Anordnung mit Raupenlaufwerken hingegen werden u. a. auch gemischte Reifegrade und unterschiedliche Visualisierungsstile abgebildet.

Im dritten Komplex der Voruntersuchung soll mit Hilfe von qualitativen Leitfadenterviews ermittelt werden, welche Visualisierungen besonders für die frühe Phase einer Produktentwicklung empfehlenswert sind bzw. welcher Modellkontrast für eine glaubwürdige Darstellung zweckmäßig ist.

5 Ausblick

Im weiteren Literaturstudium werden die vorerst nur umrissenen Forschungsfelder durchgearbeitet, um anschließend die Forschungsfragen zu untersetzen. Unter anderem betrifft das Fragestellungen im Bereich der Wahrnehmungspsychologie hinsichtlich der Einflüsse der Visualisierungsart auf die Bildrezeption und das bildhafte Denken. Des Weiteren muss in den Untersuchungen nachgewiesen werden, dass subjektive Einflüsse und Fehlinterpretationen als Nachteile sich den angenommenen Vorteilen einer frühen visuellen Beurteilung von Produktkonzepten unterordnen. Vor dem Hintergrund der Konfiguration wird ein Schwerpunkt in der Schnittstellendefinition zur Verbindung der Baukastenelemente gesehen. Die Implementierung der Konfigurationstopologie wird dabei schrittweise und zunächst unter dem Fokus des Verfahrensflusses und der Gesamtgeometrie vorgenommen.

Literaturverzeichnis

- Albers, A., Muschik, S. and Ebel, B., 2010. Einflüsse auf Entscheidungsprozesse in frühen Aktivitäten der Produktentstehung, Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, Berlin, Germany 2010.
- Bates-Brkljac, N., 2009. Assessing perceived credibility of traditional and computer generated architectural representations. *Design Studies*, 30(4), pp. 415-437.
- Cooper, R.G., 1996. Overhauling the new product process. *Industrial Marketing Management*, 25(6), pp. 465-482.
- Ehrlenspiel, K., 2009. Integrierte Produktentwicklung: Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit. Hanser Verlag.
- Eigner, M. and Stelzer, R., 2009. *Product Lifecycle Management: Ein Leitfaden für Product Development und Life Cycle Management*. Springer.

- Felfernig, A., Friedrich, G. and Jannach, D., 1999. Intelligente Produktkonfiguratoren als Voraussetzung für maßgeschneiderte Massenprodukte. *e&i Elektrotechnik und Informationstechnik*, 116(3), pp. 201-207.
- Franke, H.J., 2007. Innovationspotenziale in der Produktentwicklung. Hanser Verlag.
- Halper, N., Schlechtweg, S. and Strothotte, T., 2002. Creating non-photorealistic images the designer's way, *Proceedings of the 2nd international symposium on Non-photorealistic animation and rendering 2002*, ACM, pp. 97-ff.
- Herstatt, C., 1999. POST GRADUATE-Innovationsmanagement-Theorie und Praxis der frühen Phasen des Innovationsprozesses-Innovationen stehen im Rampenlicht unternehmerischen Handelns. *Innovationsprozesse müssen. Management Zeitschrift Industrielle Organisation*, 68(10), pp. 80-91.
- Herstatt, C. and Verworn, B., 2007. *Management der frühen Innovationsphasen: Grundlagen-Methoden-Neue Ansätze*. Springer DE.
- Isenberg, T., Feudenberg, B., Halper, N., Schlechtweg, S. and Strothotte, T., 2003. A developer's guide to silhouette algorithms for polygonal models. *Computer Graphics and applications*, IEEE, 23(4), pp. 28-37.
- Jetter, A.J. and Schröder, H., 2007. *Produktplanung mit Fuzzy Cognitive Maps. Management der frühen Innovationsphasen*. Springer, pp. 263-293.
- Kartika, S.I., 2010. *Methodik zur Analyse des Baukastenpotentials bei bestehender Produktvielfalt*. Shaker.
- Khurana, A. and Rosenthal, S.R., 1998. Towards holistic "front ends" in new product development. *Journal of Product Innovation Management*, 15(1), pp. 57-74.
- LMU München, 2013. *Spatial Data Management in CAD Databases*. Available: <http://www.dbs.informatik.uni-muenchen.de/Forschung/CAD/> [08/22, 2013].
- Lumo Graphics, 2013. *Sichtbar bessere Entscheidungen*. Available: <http://www.lumo.de/> [08/22, 2013]
- Nerdinger, F. W., Wilke, P., Stracke, S. and Röhrig, R., 2010. *Einleitung: Innovationsprozesse in Unternehmen – Neue Anforderungen an Management, Beschäftigte und Interessenvertretungen. Innovation und Beteiligung in der betrieblichen Praxis*. Springer, pp. 1-9.
- Neumer, J., 2009. *Neue Forschungsansätze im Umgang mit Unsicherheit und Ungewissheit in Arbeit und Organisation*. Arbeitspapier, Aachen, .
- Ning, Z., 2009. *Effektive Innovationsprozesse: kritische Analyse von Entscheidungssituationen und Anforderungen an Bewertungsinstrumente*. Diplomica Verlag.
- Perl, E., 2003. *Grundlagen des innovations-und technologiemanagements. Innovations-und Technologiemanagement*, Wien, , pp. 15-48.
- Rabl, M. and Gaubinger, K., 2009. *Ideengewinnung und-bewertung im Front-End des Innovationsprozesses*. Gaubinger, Kurt; Werani, Thomas; Rabl, Michael (Hg.): *Praxisorientiertes Innovations-und Produktmanagement.Grundlagen und Fallstudien aus B-to-B-Märkten*.Wiesbaden: Gabler Verlag, , pp. 59-74.

- Schuh, G., 2012. Innovationsmanagement / Handbuch Produktion und Management 3. Springer.
- Schuhmann, J., Strothotte, T., Laser, S. and Raab, A., 1996. Assessing the effect of non-photorealistic rendered images in CAD, Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems: common ground 1996, ACM, pp. 35-41.
- Stromer, H., 2007. Kundenbasierte Produktkonfiguration. Informatik-Spektrum, 30(5), pp. 322-326.
- Verworn, B., 2005. Die frühen Phasen der Produktentwicklung: eine empirische Analyse in der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik. Duv.
- Verworn, B. and Herstatt, C., 2000. Modelle des Innovationsprozesses, .

Kontakt

Dipl.-Ing. Frank Mühlbauer
Jun.-Prof. Dr.-Ing. Jens Krzywinski
TU Dresden
Juniorprofessur Technisches Design
01069 Dresden
www.tu-dresden/design.de

Qualitätsmanagement im Designprozess

Matthias Richter

Motivation

Qualitätsmanagement ist ein Werkzeug, welches konstruktive Entwicklungsprozesse transparenter, sicherer und besser organisieren kann. Dies geschieht im Rahmen eines Regelwerks. Design ist ein kreativer und iterativer Prozess. Dieser Beitrag soll zeigen, wie diese zwei scheinbar gegensätzlichen Welten ineinander greifen können. Auf diese Weise kann die Designentwicklung nicht nur strukturierter, sondern auch effizienter werden. Wie wird zum Beispiel sichergestellt, dass Projekte innerhalb eines engen Zeitrahmens mit einem projekt-unerfahrenen Kunden mit geringem Budget erfolgreich abgeschlossen werden? Welche Methoden und Prinzipien des Qualitätsmanagements können im Designprozess Anwendung finden?

Das Qualitätsmanagementsystem von ma design ist ausgelegt auf Projekte, in denen Interaktion und Gestaltung im Fokus der Entwicklung stehen. Dabei wird der benutzerzentrierte Ansatz gewählt, bei dem die Bedürfnisse der Bediener unter dem Aspekt guter User Experience berücksichtigt werden. Aufgrund dessen liegt automatisch ein Fokus auf besonders guter Usability.

Die besonderen Herausforderungen in solchen Projekten sind:

- Änderungswünsche oder Erweiterungen der Aufgabenstellung im laufenden Projekt durch die Stakeholder
- Kaufmännische Rahmenbedingungen (insbesondere bei Festpreisprojekten)
- Zeitmanagement, Einhaltung von Terminen

Eine berechtigterweise häufig gestellte Frage ist: „Wann ist das Projekt zu Ende?“ Der sich hinter dieser Frage verbergende Wunsch ist ein transparenter, sicherer und gut organisierter Designentwicklungsprozess.

Vorgehensweise

Das Projektverständnis bei ma design

Projekte mit Forschungscharakter oder Projekte „weit vorne“ im Entwicklungsprozess bedürfen einer ständigen Begleitung durch den Kunden. Die Ergebnisse der Designer müssen auf Korrektheit geprüft werden. Häufige Änderungswünsche erfordern regelmäßige Abstimmungen im Projektverlauf. Außerdem ist die Lobbyarbeit auf Kundenseite nicht zu unterschätzen, denn die Projektleiter und deren Vorgesetzte bis hin zur Geschäftsführung erarbeiten mit den Designern neue Sichten auf Produkte oder sogar völlig neue Geschäftsmodelle. Diese müssen den Mitarbeitern wie Ingenieuren oder Mitarbeitern im Vertrieb nahe gebracht werden, um eine hohe Akzeptanz und damit auch eine hohe Bereitschaft zur sorgfältigen Umsetzung oder zum begeisterten Vertrieb sicherzustellen.

Dabei treffen regelmäßig Menschen mit verschiedenen Meinungen aufeinander – zu Interaktionskonzepten oder auch zur Gestaltung. Wichtig im Designprozess ist das gemeinsame Verständnis von „Design ist nicht beliebig, sondern begründbar“. Die von den Designerinnen und Designern getroffenen Entscheidungen lassen sich im Idealfall immer auf Anforderungen zurückführen.

ma design ist es besonders wichtig, mit den Kunden in einer partnerschaftlichen Form zusammenzuarbeiten. Hierbei spielen Ehrlichkeit, Transparenz und Fairness eine sehr große Rolle. Kann dies erreicht werden, so lassen sich auch größere Probleme im Projektverlauf einvernehmlich lösen. Mit anderen Worten: es entsteht ein hohes Maß an Zufriedenheit auf beiden Seiten. Idealerweise bedeutet das Ende eines Projektes nicht nur die Freude am momentanen Erfolg, sondern ist darüber hinaus bereits von Vorfreude auf das nächste gemeinsame Projekt begleitet.

Was bedeutet dies bereits für die Angebotserstellung?

Bereits im Angebot ist es wichtig, das Gesamtprojekt in Teilthemen und Arbeitsschritte zu gliedern und die Komplexität der Arbeitsschritte aufzuzeigen. Entsprechend der Komplexität erfolgt die kaufmännische Bewertung. Im nächsten Schritt werden zu den Teilthemen Meilensteine des Projekts definiert. Zusätzlich erfolgen eine fachliche Bewertung der Risiken und deren Einpreisung in das Projekt. Insbesondere muss frühzeitig diskutiert werden, ob im geforderten zeitlichen Rahmen die gewünschten Inhalte erfüllt werden können. Besonders wichtig für das gemeinsame Projektverständnis ist bereits im Angebot die Darstellung des im folgenden Kapitel beschriebenen Designprozesses.

Mit all diesen Maßnahmen wird beim Kunden und Anbieter ein hohes Maß an Transparenz und Verständnis für die bevorstehende Zusammenarbeit erreicht. Gutes Design „fällt nicht vom Himmel“ und „ist nicht immer viel zu teuer“. Gutes Design ist das Ergebnis harter Arbeit von fähigen Menschen.

Wie sieht der Designprozess aus?

Der Designprozess unterteilt sich in folgende Phasen, welche im Sinne einer agilen Projektentwicklung iterativ inkrementell durchlaufen werden:

- Analyse – Anforderungserhebung auf Basis von Product Stories, Abgleich mit dem Ist-Stand und möglichst bereits Festlegung der jeweils zugehörigen Tests
- Konzept – Entwicklung von alternativen Interaktions- und Gestaltungskonzepten mit anschließender Konsolidierung zu einem weiterzuführenden Konzept
- Umsetzung – Ausarbeitung des Interaktions- und Gestaltungskonzepts
- Test – Prüfung, ob das Arbeitsergebnis die Anforderungen erfüllt
- Abnahme – Freigabe des Arbeitsergebnisses (entweder als Zwischenergebnis oder als Projektergebnis)

Besondere Spannung liegt hierbei im Test des Arbeitsergebnisses. Wie erwähnt, sollte Design nicht beliebig sein, sondern begründbar. Deshalb ist das Projekt abgeschlossen, wenn das Arbeitsergebnis die Anforderungen erfüllt. Je nach Projekt kommen zur Validierung von Zwischenergebnissen oder zur Abnahme des Projekts unter anderem folgende Werkzeuge zum Einsatz:

- CAD-Analysertools
- Funktionsmusterbau und anschließende Feldtests
- Klick Dummies und Prototypen
- Abgleich mit Lastenheft/Pflichtenheft („Traceability“)
- Akzeptanztests zur Detektion von Fehleinschätzungen
- Usability Tests

Qualitätsmanagement bei ma design

Das Qualitätsmanagement bei ma design ist seit 2009 nach den Vorgaben der DIN EN ISO 9001:2008 entwickelt worden. Der Hintergrund dafür war nicht nur die steigende Nachfrage seitens der Kunden, sondern der Wunsch, „keine Feuerwehrprojekte mehr“ durchführen zu wollen.

Die der Angebotserstellung zugrunde liegende Kalkulation enthält bereits die Definition von Teilthemen und zugehörigen Meilensteinen sowie die Be-

stimmung der eingeplanten Arbeitszeiten. Das Qualitätsmanagement fordert darüber hinaus die Festlegung von Messwerten zur Ermittlung des inhaltlichen Fortschritts. Um den Designprozess durch das Qualitätsmanagementsystem abzusichern, stehen folgende Werkzeuge zur Verfügung:

Änderungsmanagement

Änderungs- oder Entwurfswünsche sind jederzeit erlaubt, bedürfen allerdings einer Kosten-Nutzen-Abschätzung. Nach entsprechender Bewertung wird eine bewusste Entscheidung zur Umsetzung und Priorität gemeinsam mit dem Kunden getroffen.

Zeitmanagement

Für eine stetige und transparente Kontrolle des aktuellen Projektstands in Kombination mit der noch zur Verfügung stehenden Zeit wird bei ma design ein selbst entwickeltes Zeiterfassungstool eingesetzt. Bei sinnvoller Unterteilung der gemessenen Arbeitspakete lassen sich aus den erfassten Daten auch Erfahrungswerte für Änderungen und Erweiterungen im Projekt oder Kalkulationen für künftige Angebote ableiten.

Statusbericht

In regelmäßigen Statusberichten – je nach Projekt ein- oder zweiwöchentlich – steht der Vergleich des zeitlichen und inhaltlichen Fortschritts im Vordergrund. Dies wird prominent durch Angabe eines Farbcodes unterstützt, der aussagt, ob die Termine ungefährdet sind oder aufgrund von Problemen gefährdet oder sogar nicht mehr haltbar.

Darüber hinaus werden in diesen Statusberichten wichtige Beschlüsse dokumentiert. Ferner findet eine transparente und terminierte Verfolgung von Lieferungen und offenen Punkten statt. Mögliche Risiken werden mitsamt ihrer Auswirkungen offen benannt. Eingetretene Risiken und somit Probleme werden unter Angabe der Gründe und vorgeschlagenen oder durchgeführten Maßnahmen berichtet.

Persönlicher Kontakt

Alles Erfassen von Daten und Ermitteln von Wünschen ist wertlos ohne den persönlichen Kontakt. Übermittelte Daten und Informationen werden von den Menschen interpretiert. Geschieht die Übermittlung ausschließlich in schriftlicher Form, besteht eine hohe Gefahr für Missverständnisse. Um dieser Gefahr vorzubeugen, sind ein Telefonat oder ein direktes Gespräch die richtigen Mittel. Insbesondere bei Problemen im Projektverlauf ist der persönliche Kontakt der richtigen Menschen (siehe nachfolgend Problem-

bewältigung) das beste Mittel, Streitigkeiten auf das nötigste Maß zu reduzieren.

Wie wird mit Problemen umgegangen?

Probleme gibt es immer wieder. Sie gehören zum Leben einfach dazu. Wichtig ist es, sich auf Probleme soweit möglich vorzubereiten. Dies geschieht im Rahmen der Risikoanalyse, bei der Problemtypen, ihre Auswirkungen und mögliche Gegenmaßnahmen identifiziert werden. Diese Gegenmaßnahmen werden im Vorfeld und während des laufenden Projektes ergriffen, um Probleme möglichst gar nicht erst entstehen zu lassen.

Trotz aller Vorbereitung treten jedoch hier und da immer noch Probleme in Projekten auf. Diese gilt es, im Rahmen des Qualitätsmanagementsystems zu behandeln. Der größte Diskussionsbedarf bei der Problemlösung entsteht, wenn Termine nicht gehalten werden können oder Budgets überschritten werden. In beiden Fällen gibt es die unterschiedlichsten Gründe für das Auftreten der Probleme. Diese reichen von den in Designprojekten häufig gehörten Worten „mir gefällt das irgendwie noch nicht“ über besonders kreatives Einstreuen von Änderungswünschen bis hin zu absoluten Fehlkalkulationen bei der Projektplanung.

Wie im vorherigen Kapitel bereits angedeutet, „lässt sich bei der Problembewältigung über alles reden“. Wichtig ist hierbei jedoch, dass die richtigen Menschen über die richtigen Dinge reden – und zwar mit möglichst geringem Spielraum für Interpretationen. Deshalb steht den Projektleitern bei ma design ein zweistufiges Eskalationsmanagement zur Verfügung. Auf Basis der durch die Projektleiter sauber geführten Statusberichte und der daraus ablesbaren Fakten wird durch Qualitätsmanagementbeauftragte oder Prokuristen versucht, eine Einigung mit der Projektleitung und deren Vorgesetzten (oder Einkäufern) auf Kundenseite zu erzielen. Kann eine solche Einigung nicht herbeigeführt werden, tritt die Geschäftsführung von ma design in Aktion und setzt sich mit den entsprechenden Ansprechpartnern auf Kundenseite in Verbindung. Dadurch wird erreicht, dass die Projektleiter nicht in der Problembewältigung „verbrannt“ werden, sondern nach Einigung zwischen den Unternehmen das Projekt mit ihren Ansprechpartnern gut weiterführen können.

Beispiele

Festpreis ohne Spezifikation unter Termindruck

Ein Kunde hat eine gute neue Geschäftsidee und möchte diese gerne realisieren. In einem einstündigen Gespräch wird die Idee wunderbar präsen-

tiert, eine Spezifikation ist jedoch nicht vorhanden und die Idee ist noch nicht bis ins letzte Detail durchdacht. Der Kunde bittet um Angebotserstellung zum Festpreis mit Zusage der Lieferung zu einem eng gesteckten Termin.

Ein solches Projekt bietet nicht nur ein Problem, sondern gleich mehrere. Zunächst einmal sind die Idee und damit das Ziel nicht klar formuliert. Dies bedeutet eine erhöhte und (insbesondere bei einem noch unbekanntem Kunden) schwer kalkulierbare Zahl von Iterationen bei der Anforderungsanalyse. Der enge Terminplan lässt keine große Zahl von grundlegenden Konzeptvarianten und deren Ausarbeitung zu. Akzeptanztests oder Usability Tests können in der gegebenen Zeit nicht ausreichend durchgeführt werden.

Insbesondere bezüglich der Tests werden sich die Probleme in einem solchen Projekt nicht in Wohlgefallen auflösen lassen. Wichtig ist hier jedoch der ehrliche Umgang miteinander. Das Angebot sollte mit Annahmen angereichert werden. Diese können die Komplexität der Aufgabe betreffen, aber auch die Anzahl von Konzeptentwürfen und Iterationen sowie die Tiefe der Konzeptentwürfe. Die besonderen Risiken sollten benannt werden – und auch die Tatsache, dass bei Eintreten der Risiken Kosten und/oder Termin nicht gehalten werden können.

Damit sind zwar nicht die Probleme aus der Welt geschafft, aber unsere Kunden und wir sind uns klar darüber, worauf wir uns einlassen.

Personalwechsel im laufenden Projekt

Wechselndes Personal hat Einfluss auf viele Aspekte der Zusammenarbeit in laufenden Projekten. Stellen wir uns vor, dass eine neue Geschäftsführerin ihr Amt antritt. Sie bringt ihre eigenen Wünsche und Vorstellungen mit. Auf Basis der sauberen Dokumentation der Produktszenarien, Anforderungen und Entscheidungen kann sie sich zügig in das Projekt hineindenken. Ihre zusätzlichen Wünsche werden dank des Änderungsmanagements inhaltlich, kaufmännisch und bezüglich der Termine berücksichtigt. Die Beschlüsse werden im Statusbericht dokumentiert.

Verschiedene Auffassung vom Projektergebnis

Die Welt ist voller Fachbegriffe. Und nicht immer verstehen alle Menschen dasselbe unter demselben Begriff. Dies kann zu Schwierigkeiten in Projekten führen. Idealerweise werden die zentralen Begriffe im Angebot erklärt – trotzdem kann es vorkommen, dass sich sogar die Auffassung vom Projektergebnis zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer unterscheidet. Be-

trachten wir einmal den Begriff „Prototyp“. Bei Wikipedia findet man unter diesem Begriff Unterscheidungen zwischen „Designprototyp“ und „Funktionsprototyp“ und sogar „Technischer Prototyp“. Sollte die Verwendung des Begriffs „Prototyp“ dazu führen, dass Auftragnehmer und Auftraggeber unterschiedliche Auffassungen vom zu erzielenden Ergebnis haben, wird dies sicherlich im Verlauf des Projekts festgestellt werden – spätestens bei der Abnahme der Ergebnisse. Wird die Diskrepanz sichtbar, so wird sie zunächst als Problem in den Statusbericht aufgenommen. Danach finden klärende Gespräche statt, bei denen die Dokumentationslage gesichtet wird. Aufgrund der Dokumentation lässt sich herausfinden, wie es zu dem Missverständnis kam und eine Einigung kann getroffen werden. Diese wird im Statusbericht notiert und das Projekt kann zur Zufriedenheit aller Beteiligten fortgesetzt werden.

Uneinigkeit von Entscheidungsträgern

Es wurde bereits erwähnt, dass verschiedene Menschen verschiedene Meinungen haben. Dies kann insbesondere in wegweisenden Projekten dazu führen, dass sich gleichberechtigte Entscheider in einem Projekt nicht einig werden können. Es kommt zu ungeplanten Entscheidungsrounds. Tritt ein solches Risiko in einem Projekt ein, so wird das dadurch entstandene Problem zunächst im Statusbericht festgehalten. Es wird gemeinsam beschlossen, ob eine zusätzliche Entscheidungsrunde durchgeführt wird – dabei werden Inhalte, Termine und Budgets berücksichtigt. Die Entscheidung wird im Statusbericht dokumentiert.

Ungünstige Fokussierung

Die Menschen sind von ihren Erfahrungen beeinflusst. Dies führt bei Projekten, die auf einem existierenden Produkt aufbauen, dazu, dass ein ganz besonderes Augenmerk auf Schwierigkeiten im aktuellen Produkt gelegt wird. Der Tenor ist häufig: „Es ist uns ganz besonders wichtig, dass genau diese eine Schwierigkeit, die uns schon lange quält, im neuen Produkt nicht mehr auftritt“. Befindet sich das Projekt jedoch noch in der Phase der Visionfindung, so stellen solche Überlegungen eine nicht zu unterschätzende Störung für Zeit und Budget dar. Bei Eintritt dieses Risikos wird gemeinsam beschlossen, wie damit umzugehen ist. Entweder werden Zeit und Geld für tiefere Betrachtungen abgestimmt, oder aber beschlossen, tiefere Detailfragen erst in einem späteren Projektabschnitt zu betrachten. Die Entscheidungen werden im Statusbericht dokumentiert.

Agiles Projekt wird teurer als gedacht

Insbesondere bei nach Aufwand abgerechneten Projekten mit größerem Volumen gibt es gelegentlich den Moment, an dem die Geschäftsführung des Auftraggebers die Investition hinterfragt. Sind sowohl die Projektphasen als auch ihre Inhalte sowie die zugehörigen Zeiten nachvollziehbar dokumentiert, so können alle Beteiligten „ruhig schlafen“. Die Prüfung der Investitionen gehört zum normalen Geschäftsverkehr und ist kein Grund zur Unruhe.

Kalkulationsfehler im Festpreisprojekt

Irren ist menschlich und es kann vorkommen, dass sich eine Teilaufgabe in einem Festpreisprojekt als wesentlich aufwändiger als kalkuliert herausstellt. Bei einem solchen Projekt ist dies eigentlich das alleinige Risiko des Auftragnehmers. Sind jedoch einerseits die Annahmen und Kalkulationen zur Angebotserstellung nachvollziehbar und ist andererseits nachvollziehbar, dass dieser ungeplante Mehraufwand überraschend notwendig wurde, so tritt oft eine andere menschliche Eigenschaft in den Vordergrund, nämlich das Verständnis für die Situation. Sind die Fronten zwischen den Geschäftspartnern nicht verhärtet, so lässt sich durch die gute Dokumentation der Situation oft eine Kompromisslösung erreichen, die es beiden Partnern erlaubt, das Projekt gut fortzuführen.

Fazit

Die Kunden sind ab der Erstellung des Angebots während der gesamten Projektentwicklung am Projekt beteiligt und werden demnach nicht überrascht. Durch die Bewertung und Freigabe von Zwischenergebnissen wird frühzeitiges Handeln bei Problemen möglich. Die Verfolgung von Risiken und Problemen findet transparent statt. Damit wird die höchstmögliche Sicherheit für das Projekt erreicht. Änderungswünsche werden frühzeitig erkennbar und (auch kaufmännisch) kalkulierbar.

Literaturverzeichnis

Normenausschuss Qualitätsmanagement, Statistik und Zertifizierungsgrundlagen (NQSZ) im

DIN: DIN EN ISO 9001:2008

Wikipedia (2014): Prototyp (Technik)

http://de.wikipedia.org/wiki/Prototyp_%28Technik%29 (14.04.2014)

Kontakt

Matthias Richter
ma design GmbH & Co. KG
Düvelsbeker Weg 12
24105 Kiel

www.ma-design.de
matthias.richter@ma-design.de

Der Raum als unterstützendes Werkzeug im Designprozess – Wie wirkt sich das Design der Arbeitsumgebung auf kreative Teamarbeit aus?

Danjela Hüsam, Claudia Nicolai, Dora Panayotova und Ulrich Weinberg

Einleitung und theoretisch-konzeptioneller Rahmen der Studie

Das Arbeiten in einem dynamischen Unternehmensumfeld, mit schlecht-strukturierten Problemen und mehrdimensionalen Zielvorgaben sowie neuen Anforderungen an eine innovative und nutzer-zentrierte Gestaltung von Produkten und Servicedesign haben zu einem Wandel in der Wissensarbeit geführt. Gerade die neuen Anforderungen an das Arbeiten in vernetzten Produktions- und Produktstrukturen sind besonders in Innovationsabteilungen und -teams spürbar. Die Gründe für die Veränderung liegen weiterhin in den technischen Möglichkeiten durch Digitalisierung und Mobilität. Hier ist zu erwarten, dass diese neuen Anforderungen an Entwicklungsteams sich nicht nur in neuen Arbeitsformen und -prozessen ausdrücken, sondern auch die Umgebungsfaktoren der räumlichen Arbeitswelt anders gestaltet werden. Zudem erkennen Unternehmen vermehrt, dass sich durch attraktive Arbeitsumgebungen Wettbewerbsvorteile am Arbeitsmarkt, im „war for talent“, ergeben (von Thienen *et al.* 2011). Allerdings ist zu konstatieren, dass die Wirkung von Arbeitsräumen als unterstützendes Werkzeug in vielen Unternehmen immer noch unterschätzt wird (Dul *et al.* 2011) und nur wenige Unternehmen eine Neugestaltung von Arbeitswelten und -prozessen in Innovationsteams vornehmen. Wissenschaftliche Studien zeigen zudem auf, dass Natur sowohl Wohlbefinden als auch Kreativität fördert (Flade 2010), sowie dass Menschen außerhalb ihrer gewohnten

Arbeitsumgebung kreativer sind (Flueglister 2005). Dabei zeigen erste Forschungsergebnisse, dass mit neuen Arbeitsumgebungen und -prozessen auch Performancesssteigerungen realisierbar sind (Vischer 2007; von Thienen *et al.* 2010).

Eine dieser neuen Arbeitsformen und -prozesse, die vermehrt im Wirtschaftskontext zum Einsatz kommt, ist der Ansatz des Design Thinking. Buchanan (1992) und Brown (2010) definieren dieses Konzept als einen Ansatz zur Lösung komplexer und schlecht-strukturierter Probleme, bei denen aus Nutzerperspektive nach innovativen Lösungen gesucht wird. Hierbei werden Methoden und Werkzeuge aus dem Design und der Ethnographie mit Kenntnissen über Technologien und der Entwicklung von neuen Geschäftsmodellen (Business Designs) kombiniert. Im Design Thinking bildet der flexible Raum neben einem iterativen Innovationsprozess und der Multidisziplinarität der Teams die dritte Komponente dieses Ansatzes. Die agilen Arbeitsmethoden und speziell das Design Thinking sind noch jung und etablieren sich erst langsam. Daher existieren noch wenige Forschungsergebnisse, die Planer bei der Konzeption neuer Team-Arbeitsräumen unterstützen können (Malone 2004).

Der vorliegende Artikel beschäftigt sich mit der Fragestellung, wie sich räumliche Faktoren auf die Teamarbeit von Innovationsteams auswirken. Diese Frage wurde mittels eines auf unterschiedlichen Methoden beruhenden Ansatzes adressiert (Methoden-Triangulation). Er umfasst qualitative, semi-strukturierte Interviews, die auf einem Auswahlkatalog von 48 Raumfaktoren beruhen. Als zweite Methode wurden nicht-teilnehmende Beobachtungen von Innovations-Workshops durchgeführt, bei denen die Gestaltung und Anpassung der Teamarbeitsräume durch die Teams im Laufe des Arbeitsprozesses erhoben wurde. Dieser Artikel stellt die Ergebnisse dieser Methoden zu förderlichen und hinderlichen Raumfaktoren vor. Er zeigt, dass sich zentrale förderliche Faktoren für die Gestaltung von Arbeitsräumen von Innovationsteam identifizieren lassen und dass Unterschiede in der räumlichen Interaktion zwischen Teams mit und ohne Erfahrung mit flexiblen Räumen existieren. Zusammenfassend gibt das Paper erste Handlungsempfehlungen zur Gestaltung neuer Kreativitätsräume.

Forschungsfragen

Aus den theoretisch-konzeptionellen Vorüberlegungen ergeben sich folgende Fragen, die in der hier vorgestellten Studie behandelt werden:

- Welche räumlichen Faktoren wirken sich positiv auf die kreative Arbeit von Projektteams aus?

- Welche räumlichen Faktoren wirken sich negativ auf die kreative Arbeit von Projektteams aus?
- Welche Chancen und Handlungsempfehlungen ergeben sich für die Gestaltung von Team-Arbeitsräumen für Innovationsteams?

Methodik der Studie

Das Ziel der vorliegenden Studie ist es, räumliche Faktoren zu identifizieren, die eindeutig als förderlich oder hinderlich bei der Arbeit in Innovationsprozessen mit Design Thinking eingestuft werden können. Hierzu wurden zunächst qualitative Interviews mit Experten für kreative Teamarbeit geführt. Für diese semi-strukturierten Interviews wurde ein Katalog mit 48 räumlichen Einflussfaktoren benutzt. Die Experten wurden so ausgewählt, dass sie ein möglichst breites Spektrum an Erfahrungen abdecken. Die Arbeit mit Kindern, Berufsanfängern und Vorständen war dabei ebenso wichtig für die Auswahl, wie die Erfahrung mit unterschiedlichen Räumen wie Besprechungsräumen in Konzernen, Berghütten oder den Räumen in Innovationslabs wie an der HPI D-School in Potsdam.

Die zweite eingesetzte Methode war eine nicht-teilnehmende Beobachtung des Verhaltens und der räumlichen Interaktion von Teilnehmern zweier Innovations-Workshops. Dabei erhielten die teilnehmenden Teams (vier Teams pro Workshop mit fünf bis sieben Teilnehmern) die Aufgabe, ihren eigenen Teamarbeitsraum zu gestalten und im Laufe des Workshops den Arbeitsanforderungen entsprechend zu verändern. Jedem Team standen hierfür eine Fläche von 20 m² sowie das gleiche Möbel-Arsenal und weitere Ausstattung zur Verfügung. Vier der Innovations-Teams hatten Erfahrung mit der Methode des Design Thinking, vier Teams waren Anfänger. Ziel der Beobachtungen war es, Unterschiede zwischen erfahrenen und unerfahrenen Teams festzustellen und herauszufinden, in wie weit Ergebnisse zu den als förderlich und hinderlich identifizierten räumlichen Faktoren aus den qualitativen Interviews bestätigt oder widerlegt wurden.

Analyse

Die Analyse beinhaltet die Auswertung der Experteninterviews sowie die Überprüfung und Erweiterung der Erkenntnisse durch zwei Design Thinking Workshops.

Experteninterviews

Trotz der Diversität der befragten Experten, wurden die meisten räumlichen Faktoren ähnlich bewertet. Alle fünf Befragten sehen den Einfluss von Räumen auf die Arbeit in Teams als „sehr wichtig“ an. Als Begründung

wurde in mehreren Fällen die Atmosphäre genannt, aber auch das Raumklima und die Veränderbarkeit des Raumes. Außerdem wurde eine Beziehung zwischen innerem Erleben und dem Raum dargelegt: "Der Raum repräsentiert mein Innerstes, beide stehen in Verbindung. Eine Änderung im Raum bringt eine Änderung in mir." Moderatoren äußerten, dass ungünstig gestaltete Räume und fehlende Arbeitsmittel ein Arbeiten mit Design Thinking fast unmöglich machen.

Schlüsselerlebnisse

Als positive Schlüsselerlebnisse mit Innovations-Räumen wurden solche beschrieben, die nur temporär als Workshop-Raum umfunktioniert und genutzt wurden: "Ich erinnere mich an ein Setting ..., das sehr behelfsmäßig war, Bauzäune, Bierkisten, Bretter. Der Grund für die hervorragenden Ergebnisse und die Stimmung in den Teams war wohl, dass jeder aus seinem normalen Verhaltensraum herausgerissen war." Als negatives Schlüsselerlebnis wurde etwa ein Raum in einem deutschen Konzern beschrieben: "Der Worst Case ist, wenn der Workshop im Souterrain ist, nur künstliches Neonlicht, schwere Brokat-Wandbehänge, fest montierte, unverrückbare Sitzungstische, wenig Platz außen rum. Muffig, man kann nicht lüften. Noch schlimmer wird es, wenn die Stühle fixiert sind, dann ist auch der ganze Ablauf so stur. Du kriegst auch keine Nähe zu den Menschen, weil ja immer der Tisch dazwischen ist."

Bewertung von 48 Merkmalen

Nur sechs Merkmale erhielten ausschließlich negative Bewertungen, 14 Merkmale dagegen wurden ausschließlich positiv für die Arbeit im Team eingeschätzt. Generell erhielten 8 der 48 Merkmale gegenteilige Bewertungen, wurden also sowohl als hinderlich, als auch als förderlich bewertet. Hierzu gehören beispielsweise Zimmerpflanzen, Dekoration warme Farben und Holzwände.

Förderliche räumliche Faktoren

In die Rangliste der förderlichen Merkmale, wie in Abbildung 1 zu sehen, wurden alle Merkmale aufgenommen, die entweder unter den ersten 10 Gesamtbewertungen lagen oder ausschließlich als förderlich oder sehr förderlich bewertet wurden. Die Zahlen für die Rangfolge wurden gebildet aus der Summe der einzelnen Bewertungen. Als Basis wurde *sehr förderlich* mit +2, *förderlich* mit +1, *neutral* mit 0, *hinderlich* mit -1 und *sehr hinderlich* mit -2 festgelegt.

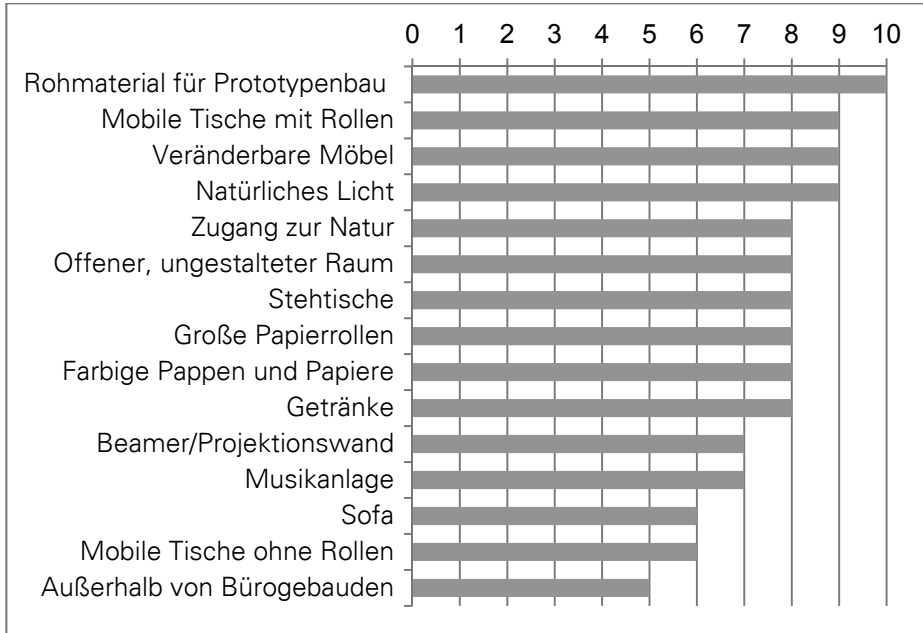


Abbildung 1: Förderliche räumliche Faktoren für kreative Teamarbeit

Hinderliche räumliche Faktoren

Als einhellig hinderlich oder sehr hinderlich wurde ausschließlich das Merkmal *Designanmutung „nicht berühren“* bewertet. *Vinylboden*, *Stuhl mit Armlehne* und *digitales Whiteboard* wurden ausschließlich als neutral und hinderlich bewertet. In die gleiche Kategorie, also geringfügig hinderlich, fällt das Merkmal *Warme Farbgebung*, bei dem die Bandbreite der Bewertungen allerdings sehr weit auseinander lag. Die Zahlen für die Rangfolge wurden gebildet aus der Summe der einzelnen Bewertungen von je fünf Befragten. Insgesamt erhielten nur die in Abbildung 2 aufgelisteten acht Merkmale eine Bewertung, die im Minusbereich lag.

Begründungen zur Bewertung der Merkmale

Die Erläuterungen der Experten zu den räumlichen Faktoren während des Interviews, die bei der Einschätzung der Merkmale nachgefragt wurden, dienen im Folgenden als Basis der Ergebnisdarstellung zum Verständnis der Wirkungsweise räumlicher Faktoren. Aus der durchgeführten quantitativen Inhaltsanalyse ergaben sich nachfolgend dargestellte Angaben (Zitate der Experten sind mit Anführungszeichen gekennzeichnet).

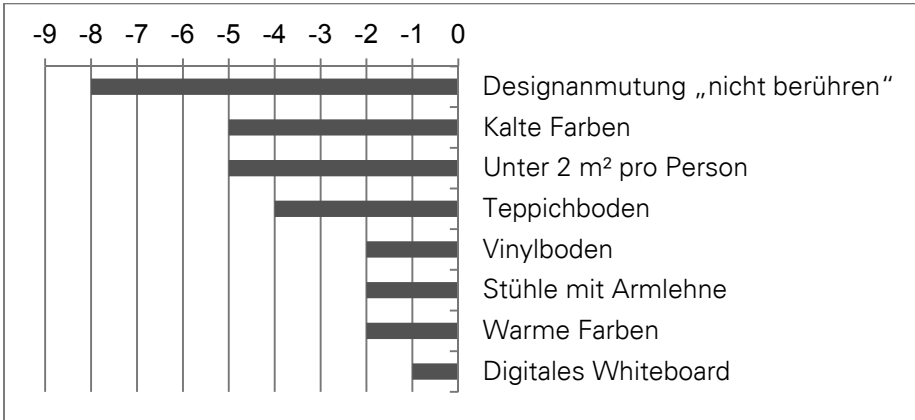


Abbildung 2: Hinderliche räumliche Faktoren für kreative Teamarbeit

Workshop außerhalb der gewohnten Arbeitsumgebung

Die Arbeit außerhalb der gewohnten Umgebung wurde besonders dann als hilfreich eingeschätzt, „wenn Neues entstehen soll“ oder wenn es darum geht ein „Team zusammenzuschweißen.“ Für beide Zwecke wurden Umgebungen wie „Hütte, Zelt, und alles, was einfach ist“ empfohlen. Außerhalb von gewohnten Arbeitsumgebungen erschien es den Experten „leichter eine gute Arbeitsatmosphäre für Teamarbeit zu finden.“

Designanmutung

Die räumliche Anmutung sollte nicht „durchgestaltet“ sein, sondern eher eine „Selfmade-Atmosphäre“ besitzen, „nichts vorgeprägtes und kein Labor-Weiß, sondern roher Stahl, Holz - geölt oder gewachst, grauer Filz.“ Räume, die „von außen aufgeladen“ sind, wurden als schwierig empfunden.

Zugang zur Natur

Draußen zu arbeiten, bei „frischer Luft und Sonne“, erweitert – laut der Experten – „den Wirkungskreis“. Aufwärmübungen und Gespräche in der Natur „bringen einen ganz anderen Energieschub.“

Ordnung

Im Bezug auf Ordnung scheint der Kontext entscheidend zu sein. „Weiß, Stein Sichtbeton und unordentlich wäre ein Bruch,“ „Staub im Industrieloft“ dagegen akzeptabel. „Toiletten und Küche müssen sauber sein.“ „Inmitten

von Unordnung kann nichts Neues entstehen,“ andererseits kann ohne eine gewisse „Erlaubnis zur Unordnung“ ebenfalls nichts Neues geschaffen werden. Auch hier kommt es auf das Stadium des Prozesses an.

Licht

„Oberlicht, Arztlicht“ wurde als ungünstig für eine positive Atmosphäre empfunden. Stehlampen werden dagegen bevorzugt. Den Experten was es „lieber die Veränderung physisch begreifbar zu machen“ als einen „magische Knopfdruck“ zu betätigen.

Boden

Das Sitzen auf einem einladenden Boden entspricht laut der Experten einem „natürlichen Bedürfnis“. Neue Ideen entstehen, wenn Teammitglieder „den Raum mal aus einer anderen Perspektive sehen - auf dem Boden liegen oder auf einer Leiter stehen“.

Veränderbare Möbel

An der D-School in Potsdam „ist alles mobil, aber es wird in den wenigsten Fällen verändert, selbst, wenn sich die Leute im Weg stehen. Der Moderator muss die Änderung anleiten.“

Farben

„Zu viele statische, vorgegebene Farben“ wurden als „nicht ideal“ eingestuft. „Es ist Aufgabe der Teams“ den Raum zu gestalten. Neutrale Materialien wie Holz oder Stein werden bevorzugt, die dann „im Prozess ihren Anstrich bekommen.“

Snacks

Gesunde Snacks und alles, „was leicht, frisch und unkompliziert zu essen“ ist, wurde von den Experten empfohlen.

Nicht-teilnehmende Beobachtung

Zur Überprüfung und Erweiterung der Ergebnisse aus den Experteninterviews wurden zwei Innovations-Workshops mit Teilnehmern mit und ohne methodische Erfahrung im Design Thinking durchgeführt. Die Gruppe mit wenig Erfahrung bestand überwiegend aus Berufseinsteigern und Mitarbeitern aus verschiedenen Unternehmen. Die zweite Gruppe bestand aus Absolventen unterschiedlichen Fachrichtungen, die eine halbjährige Ausbil-

derung im Design Thinking erhalten hatten. In beiden Samples arbeiteten jeweils vier Teams bestehend aus 5 bis 7 Personen über die Dauer des Innovationsprojekts auf einer offenen Fläche des Innovations-Labs an der HPI D-School in Potsdam zusammen. Jedem Team stand für die Ausstattung ihres Team-Space das gleiche Repertoire an Möbeln und weiterer Ausstattung zur Verfügung. Folgende Ausstattung wählte und verwendete jedes der insgesamt acht Teams für die Gestaltung ihrer Arbeitsplätze von ca. 20 m² Fläche:

- Leichte Sitzwürfel (2-8 Stück je Team)
- Stehhocker (5-9 Stück je Team)
- Mobiler Stehtisch (1 Stück je Team)
- Mobile Whiteboards (2-5 Stück je Team)
- Boxen mit Stiften und Post-its und Prototyping-Material (2 Stück je Team)
- Mobile Sofas (1 bis 2 Stück je Team)
- Sprühflasche und Reinigungsschwamm (je 1 Stück je Team)
- Time Timer (1 Stück je Team)



Abbildung 3: Teams ohne Erfahrung im Nutzen flexibler Räume bei Reflexion und Ideenfindung

Teams ohne Erfahrung im Nutzen flexibler Räume

Teams ohne Erfahrung im Nutzen flexibler Räume wählten zu Beginn ihrer Projektarbeit eine Raumkonfiguration, die im Projektverlauf kaum bzw. nicht verändert wurde, obwohl das Mobiliar flexibel ist. Die meiste Zeit standen die Teammitglieder um eine Stehtisch herum, auch wenn das bedeutete, dass immer einige nicht an das gerade genutzte Whiteboard herankamen, um dort ihre Post-it's anzukleben. Aktiver waren immer die Mitglieder, die auf der Seite des genutzten Whiteboards standen. Die anfänglich in den Teamräumen untergebrachten Sofas wurden nicht für Teamarbeit genutzt.

Teams mit Erfahrung im Nutzen flexibler Räume

Teams mit Erfahrung im Nutzen flexibler Räume verbrachten mehr Zeit zu Beginn ihres Innovationsprojektes mit der Einrichtung und Individualisierung ihrer Raum-Konfiguration. Visualisierungen und Artefakte aus der Phase des Team-Buildings wie Team-Regeln, Informationen und Fotos über die Teammitglieder, Wimpel oder Wandbehänge wurden bereits am ersten Tag installiert. Später kamen Fotos zur Inspiration, Arbeitsergebnisse, eigene Prototypen und weitere Artefakte dazu. Während des Projektverlaufs passten die Teams ihre Raum-Konfiguration an die unterschiedlichen Anforderungen der Prozessphasen des Innovationsprozesses an:

Post-its und Notizbücher, sowie I-Pads wurden dabei zum konzentrierten Einzelarbeiten verwendet. Stehtische wurden mehrmals neu platziert und kamen während Besprechungen und als Ablage am Rand des Arbeitsplatzes zum Einsatz. Die meisten Teams standen gemeinsam, ohne Tisch vor einem Whiteboard, einige saßen dabei auf dem Boden oder auf Sitzwürfeln. Sitzwürfel, Sitzsäcke und Sofas wurden im Kreis aufgestellt und ebenfalls für Teamarbeit genutzt. Der Raum veränderte sich ständig mit der Arbeit der Teams. Wände wurden zum Teil mit braunem Pergamentpapier versehen um darauf zu arbeiten. Fenster und Wände wurden mit beschreibbarer, statisch haftender Whiteboard Folie belegt, beschrieben und beklebt. Sitzwürfel fanden unterschiedlichste Anwendungen, oft als Ablagefläche oder zum Ausstellen von Prototypen.



Abbildung 4: Teams mit Erfahrung im Nutzen flexibler Räume bei der Reflexion



Abbildung 5: Teams mit Erfahrung im Nutzen flexibler Räume bei der Ideenfindung

Diskussion der Ergebnisse

Was überrascht, ist die einhellige Einschätzung der befragten Experten, dass ein perfekt durchgestaltetes Ambiente von allen 48 Merkmalen als am hinderlichsten eingestuft wurde. Da Rohmaterial zum Bau von Prototypen von allen 48 Merkmalen als am hilfreichsten eingestuft wurde, passt zur daraus ableitbaren Hypothese: Innenarchitektur sollte im Fall von Teamarbeitsräumen kein Kunstwerk des Gestalters sein, sondern räumliche Mittel für die Aneignung des Arbeitsraums durch die Nutzer bereitstellen. Wie in einem Atelier eignen sich erfahrene Teams Räume an und prägen sie mit ihrer Arbeit und Eigenheit. Beschreibbare Wände und flexibles Mobiliar werden bereits in der Praxis angewendet (Doorley & Witthoft 2012). Hierfür ist es erforderlich, dass der Raum wenig vorgeprägt und eher neutral ist. Diese Hypothese soll durch weitere Studien untersucht werden.

Den ersten Ergebnissen dieser Studie zu Folge sollten unterstützende Team-Räume möglichst wenig vorgeprägt und flexibel gestaltet sein, so dass Teams sich ihre Arbeitsbereiche selbst gestalten und aneignen können. Hierfür erscheint es wichtig, dass Innovations-Teams sich mit ihren Arbeitsergebnissen räumlich umgeben und sich ihre Räume passend zu den unterschiedlichen Prozessphasen fortlaufend umgestalten können. Teams sollten bei der Nutzung neuer räumlicher Möglichkeiten Unterstützung erhalten, da alte Konditionierungen im Umgang mit Arbeitsräumen überwunden und neue Möglichkeiten erlernt werden müssen.

Flexibles Mobiliar scheint am einfachsten realisierbar, doch selbst beim leichten, modularen, rollbaren Mobiliar befinden sich noch wenig passende Produkte für die neue Arbeitsweise auf dem Markt. 2007 wurden daher Möbel speziell für die D-School in Potsdam entwickelt, welche mittlerweile auch in Unternehmen Anwendung finden. Mobile Beleuchtung, wie aus der Studie ersichtlich, wird bisher nicht angewendet. Diese räumliche Gestaltung des Ambientes durch Licht, Raumklima und –temperatur, etc. kann in weiteren Studien untersucht werden.

Es erscheint erforderlich, im Rahmen einer räumlichen Veränderung neue Verhaltensweisen zu erlernen, die das effektive Nutzen der Neuen Möglichkeiten erlauben. Die bloße Installation solcher Räume scheint nach den Beobachtungen der Arbeitsweisen von erfahrenen und weniger erfahrenen Teams nicht ausreichend zu sein. Für Studenten mit Erfahrung in der Anwendung von Design Thinking, scheint das Sitzen auf dem Boden ganz natürlich zu sein. Mitarbeiter, die es gewohnt sind den ganzen Tag an einem Schreibtisch oder einem Besprechungstisch zu sitzen, wendeten diese Sitzposition dagegen nicht an. Es stellt sich die Frage, in wie weit die Be-

friedigung natürlicher menschlicher Bedürfnisse wieder erlernt werden sollte.

Neu ist im Bezug auf Büroarbeit, dass Teams sich Räume aneignen können und sich so eine Identität für ihr Team gestalten. Auch erfordert es ein Umdenken, dass Teams sich auf einer Metaebene, über die Behinderung oder Unterstützung räumlicher Situationen bewusst sein müssen, um die Räume effektiv zu nutzen. Dies erfordert ein Umdenken nicht nur der Raumgestalter, sondern auch der Raumnutzer. Die Studie hat ergeben, dass Teams erst Erfahrungen in der Praxis sammeln müssen, dabei idealerweise von Coaches angeleitet werden und erfahrene Teams beobachten können, um das neue, hilfreiche Verhalten anzuwenden.

Fazit und Ausblick

Aus der Studie lassen sich erste Handlungsempfehlungen für Entscheider und Gestalter von Teamarbeitsräumen ableiten. Auch über die Auswahl geeigneter Workshop-Räume, sowie über Trainingsbedarf im Umgang mit neuen Räumen gibt die Studie erste Anhaltspunkte. Folgender Abschnitt beinhaltet erste Handlungsempfehlungen für die Gestaltung und Nutzung neuer Räume, sowie die damit verbundenen Meta-Kompetenzen.

Neue Arbeitsmethoden wie Design Thinking wurden unter anderem für zunehmend komplexe und dynamische Märkte entwickelt. Die Methode basiert auf kreativer Teamarbeit, mit dem Ziel nutzerzentrierte Innovationen zu entwickeln. Um Ansätze wie Design Thinking effektiv anzuwenden, müssen in Unternehmen räumliche Rahmenbedingungen geschaffen werden, die Teams in ihrer Innovationsarbeit unterstützen. Der sinnvolle Wechsel zwischen verschiedenen Arbeitspositionen wie Sitzen und Stehen oder Kommunikation und Einzelarbeit in den beobachteten Teams bietet sich für weitere Forschung an. Der Design Thinking Prozess gibt wechselnde Arbeitsweisen vor, jedoch passen bestimmte räumliche, wechselnde Arbeitssituationen gut zu den unterschiedlichen Prozessphasen und scheinen diese zu unterstützen. Um Empfehlungen zu Arbeitspositionen und Raumkonstellationen geben zu können, die zu den jeweiligen Prozessphasen passen, müssen weitere Studien durchgeführt werden.

Nach einer Studie des Verbundprojekts OFFICE 21 zum Wandel der Büroarbeit (Bauer *et al.* 2012), wird um das Jahr 2025 für eine breite Masse eine „weitestgehend selbstorganisierte, räumliche und zeitliche Gestaltung von Büro- und Wissensarbeit“ üblich sein. Diese Entwicklung wirft die Frage auf, in wie weit neue Metakompetenzen, zu denen auch die richtige Wahl, Gestaltung und Nutzung von Arbeitsräumen gehört, erst erlernt werden müssen (Stegmeier 2008). Insgesamt unterstützen die Ergebnisse dieser

Studie die Erkenntnisse des Neurologen John Medina (2009), dass das Arbeiten in klassischen Arbeitsräumen der idealen Funktionsweise unseres Gehirns nicht entspricht, und dass Arbeitsräume völlig neu gedacht werden müssen. Die Einführung agiler, kreativer Arbeitsmethoden und dazu passender Räume könnten einen positiven Nebeneffekt auf die Mitarbeiter-Motivation haben: Nach dem DGB-Index Gute Arbeit 2008 bewerten nur gut 10 Prozent der Deutschen ihre Arbeit als gut, etwa 40 Prozent bewerten sie als schlecht (Schröder 2010). Möglichkeiten für Kreativität und Gestaltung existieren bei als schlecht bewerteter Arbeit nur halb so viel wie bei mit gut bewerteter Arbeit. Gestaltbare Räume und kreative Teamarbeit tragen somit zu höherer Zufriedenheit von Mitarbeitern und zu Attraktivität von Arbeitsplätzen bei. Da die Erforschung von Zusammenhängen zwischen bereitgestellten Mitteln und effektiver Wissensarbeit bisher kaum eindeutige Ergebnisse gebracht hat (Myerson et al. 2012) könnte es für weitere Forschung sinnvoll sein, sich auf die Attraktivität von Arbeitsumgebungen und die Zufriedenheit der Teammitglieder zu konzentrieren.

Literaturverzeichnis

- Bauer, W. *et al.* 2012: Arbeitswelten 4.0, wie wir morgen arbeiten und leben. Spath, D. (Hrsg.): Stuttgart: Fraunhofer Verlag.
- Buchanan, R. 1992: Wicked problems in design thinking. In: Design Issues, 8 (2), 5-21.
- Brown, T. 2009: Change by Design. New York: Harper Business.
- Dul, J., Ceylan, C. & Jaspers F. 2011: Knowledge workers' creativity and the role of the physical work environment. In: Human Resource Management, 50 (6), 715-734.
- Doorley, S. & Witthoft, S. 2012: Make Space, How to Set the Stage for Creative Collaboration. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- Flade, A. 2010: Natur psychologisch betrachtet. Bern: Verlag Hans Huber
- Flueglstaller, U. 2005: Kreativität und Innovation – Wo Ideen entstehen und wie sie zu Innovationen transformiert werden. In: KMU-Magazin 2005 (7), 14-16.
- Gibson, V. 2003: Flexible working needs flexible space?: Towards an alternative workplace strategy, In: Journal of Property Investment & Finance, 21 (1), 12-22.
- Malone T. W. 2004: The future of work – How the new order of business will shape your organization, your management style, and your life. Boston: Harvard Business School Publishing.
- Medina, J. 2009: Gehirn und Erfolg: 12 Regeln für Schule, Beruf und Alltag. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Myerson, J. & Bichard, J. & Erlich, A. 2010: New demographics – New Workplace, office Design for Changing Workforce. Burlington, Farnham: Gower Publishing Limited.
- Schröder, L. & Urban, H. (Hrsg.) 2010: Gute Arbeit, Handlungsfelder für Betriebe, Politik, Gewerkschaften. Frankfurt am Main: Bund-Verlag GmbH.

- Stegmeier, D. 2008: Innovations in office design, the critical influence approach to effective work environments. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- Vischer, J. C. 2007: The effects of the physical environment on job performance: towards a theoretical model of workspace stress. In: Stress and Health, 23 (3), 175-184.
- von Thienen et al. 2011: If you want to know who you are, tell me where you are: The importance of places. In Plattner, H., Meinel, C. & Leifer, L. (Hrsg.), Design Thinking Research - Studying Co-Creation in Practice. Heidelberg: Springer-Verlag.

Kontakt

Hasso-Plattner-Institut
School of Design Thinking
Dr. Claudia Nicolai
August-Bebel-Str. 88
14482 Potsdam
www.hpi.uni-potsdam.de/d_school

Entwickeln mit Mindcards – mehr Interaktion in kreativen Prozessen

Stefan Boës, Moritz Mussnug, Dominik Noli, Bastian Leutenecker und Mirko Meboldt

1 Einleitung

Heutige Produktentwicklung ist durch intensive und zumeist interdisziplinäre Teamarbeit geprägt. In der operativen Zusammenarbeit bilden dabei insbesondere gemeinsame Arbeitstreffen und Workshops die Grundlage für Inspiration, Kreativität, Kommunikation und Organisation. Ein zentraler Aspekt dieser Sitzungen ist die Interaktion zwischen den Teilnehmern. Interaktion ist hier allgemein definiert als „alle Arten von Verhalten, bei denen Individuen oder Gruppen aufeinander wirken“ (Simpson 1986). Erst durch erhöhte Interaktion, also durch das aktive Mitwirken aller Teilnehmer und durch den intensiven Austausch untereinander, kann der Aufbau eines gemeinsamen Verständnisses und das produktive Auseinandersetzen mit den Inhalten erfolgen.

Zur Visualisierung von Ideen und Strukturen werden im Rahmen von Workshops in erster Linie großflächige Schreib- und Skizzierflächen, wie z. B. Flipcharts oder Whiteboards verwendet. Ein Whiteboard wird an dieser Stelle definiert als wiederbeschreibbare, ferromagnetische Oberfläche, die vertikal im Raum angeordnet ist. Whiteboards zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass sie den Teilnehmern die Möglichkeit bieten, Teile der verwendeten Fläche abzuwischen und wiederzubeschreiben. Ihr Einsatz fördert somit die kontinuierliche Auseinandersetzung und stetige Anpassung visualisierter Ideen.

Eine ebenfalls oft in Kreativ-Workshops gewähltes Vorgehen ist die Moderation mit Karten. Lindemann (2009) betont, dass sich Karten besonders eignen, um auch bei unübersichtlichen Informationsumfängen die Ideen der Teilnehmer nicht nur festzuhalten, sondern sie – im Verlauf des Workshops – auch in eine sinnvolle Struktur zu überführen. Der Vorteil von Karten besteht folglich in ihrer flexiblen Positionierung an der Repräsentationsfläche. Da diese Karten zumeist jedoch aus Papier bestehen, sind sie im Vergleich

zu Whiteboards, weder abwischbar noch wiederbeschreibbar, was eine kontinuierliche Weiterentwicklung von Ideen erschwert.

Dieser Beitrag stellt mit dem Mindcard Konzept eine teambasierte Arbeitsweise vor, welche die Vorteile von Whiteboards und Karten verbindet, und so die Interaktion in kreativen Prozessen in der Produktentwicklung aktiv unterstützt. Zur Umsetzung des Konzepts werden sogenannte Mindcards verwendet. Mindcards sind kleine, beliebig oft wiederbeschreibbare Karten aus hochwertigem Kunststoff, die frei auf der Whiteboardfläche positioniert werden können.

Insbesondere im Vergleich zu computergestütztem Arbeiten, vermissen die Autoren beim konventionellen Arbeiten am Whiteboard die Flexibilität von leicht verschiebbaren Elementen, die zudem den Übergang von der individuellen Einzelarbeit hin zur gemeinsamen Gruppenarbeit unterstützen. Des Weiteren stellen unterschiedliche Skizzier- und Schreibstile eine Barriere beim Erarbeiten einer gemeinsamen Darstellung am Whiteboard dar. Oft bestehen sogar Hemmungen, das Bild eines anderen Teilnehmers anzupassen und sich so an der interaktiven Gestaltung zu beteiligen.

In diesem Beitrag werden zunächst die grundlegenden Eigenschaften des Mindcard Konzepts vorgestellt sowie die wesentliche Aspekte zu ihrer Form und Nutzung beschrieben. Ein detaillierter Einblick in die Arbeitsweise mit dem Mindcard Konzept wird gegeben durch dessen exemplarischen Einsatz in drei unterschiedlichen Anwendungsfällen: (1) Modellieren von Funktionsstrukturen, (2) Aufstellen von Strukturbäumen und (3) Strukturieren von geplanten Entwicklungsprozessen. Die aus der Untersuchung der einzelnen Anwendungsfälle gewonnenen Erkenntnisse werden anschließend mit Fokus auf Interaktion, divergentes und konvergentes Arbeiten und Iterationen diskutiert.

2 Mindcard Konzept

In diesem Abschnitt wird zunächst auf die physikalischen Eigenschaften der „Mindcard“ eingegangen und anschließend das Nutzungskonzept erläutert.

2.1 Physische Eigenschaften

Das Mindcard Konzept basiert auf der Verwendung kleiner, kartenförmiger Elemente, die auf der Schreib- und Skizzieroberfläche Whiteboard frei positioniert und verschoben werden können. Die Elemente sind aus solidem, beständigen Material gefertigt, in der aktueller Ausführung 3 mm dickes Acrylglas (PMMA). Die Farbe reicht von deckend in verschiedenen Tönen, über halbtransparent bis hin zu völlig transparenten Karten. Die Karten haben

die Form eines Rechtecks der Größe eines Drittel DIN A4 Blattes. In der quadratischen Ausführung ist die Fläche nochmals um die Hälfte reduziert (siehe Abbildung 1).



Abbildung 1: Mindcard: kleine, wiederbeschreibbare und am Whiteboard frei positionierbare Karte aus Acrylglas in der rechteckigen (links) und quadratischen Grundform (rechts)

Die Karten können mit einem Standard-Whiteboardmarker beschrieben werden und ebenso mit einem herkömmlichen Schwamm zur Whiteboardreinigung wieder abgewischt werden. Die Oberfläche ist wiederbeschreibbar, weshalb Mindcards auch als „kleine Whiteboards auf einer großen Whiteboard“ bezeichnet werden.

Die Befestigung der Mindcards am Whiteboard erfolgt magnetisch durch zwei in die Karte integrierte Neodym-Magnete (siehe Abbildung 1). Neben Whiteboards können die Karten folglich auch an jeglichen anderen ferromagnetischen Oberflächen befestigt werden. Die Haltekraft ist jedoch nur so stark, dass die Karte durch einen Druck mit dem Finger auf die Oberkante der Karte sich an der unteren Kante vom Whiteboard abhebt, wodurch sie sich einfach greifen und abnehmen lässt. Zudem ist die Haltekraft so gewählt, dass ein Verschieben der Karten auf dem Whiteboard einfach möglich ist, ohne die Karte abzunehmen. Die bei Nutzern der Mindcards beobachtete Handbewegung ähnelt stark dem Wischen (engl.: Swipen), das sich bei der Benutzung von Touchscreens bereits zu einer gängigen Fingergeste entwickelt hat.

Die physikalischen Eigenschaften der verschiedenen Farben in Kombination mit dem Klickeffekt beim Anheften einer Karte, führen zu einer hohen Aufmerksamkeit bei den Teilnehmer, wenn die Karten benutzt werden. Auch erlaubt die transparente Variante, Inhalte in einem Aufschrieb auf drei Ebenen zu visualisieren: Die Vorderseite der Karte, die Rückseite der Karte und die Whiteboardoberfläche.

2.2 Konzept zur Nutzung

Die Mindcards werden auf ferromagnetischen Visualisierungsplattformen wie z. B. Whiteboards, genutzt. Beschrieben werden kann die Karte dann sowohl am Whiteboard hängend als auch auf dem Tisch liegend oder aber – aufgrund der steifen Materialstruktur – während sie in der Hand gehalten wird.

Wenn die Karten am Board angebracht sind, können sie verschoben und damit leicht neu angeordnet werden. Somit lassen sich nicht nur geschriebener Text und gezeichnete Bilder auf dem Whiteboard und den Karten durch die Wiederbeschreibbarkeit anpassen, sondern auch die Position kompletter Elemente mit geringem Aufwand verändern. Folglich eignen sich die Karten insbesondere dazu verschiedene Ordnungs- und Abhängigkeitsstrukturen, wie z. B. Tabellen oder Matrizen, Abhängigkeiten von Elementen untereinander, Mindmaps, zeitliche Abfolgen, Pläne, usw. effizient abzubilden. In Abbildung 2 ist beispielhaft das die Ergebnisse eines Brainstormings mit anschließender Clusterbildung und Strukturierung unter Nutzung der Mindcards abgebildet.



Abbildung 2: Nutzung der Mindcards im freien Brainstorming (links),
in der Clusterbildung (mittig)
und in der Strukturierung nach Ordnungsschema (rechts)

Ein weiterer Vorteil von Karten gegenüber Whiteboards ist ihrer Transportierbarkeit. So können durch die Mindcards Whiteboardaufschriebe teilweise oder sogar vollständig in andere Räume gebracht werden, um dort das Whiteboardbild wieder aufzubauen und mit der Entwicklung fortzufahren. Von besonderer Wichtigkeit ist jedoch der Aspekt, dass Mindcards die Interaktion in kreativen Prozessen insofern unterstützt, dass sie die Möglichkeit bieten, zunächst in Einzelarbeit entwickelte Teilergebnisse einfach auf Whiteboards zusammenzuführen und sie dort in Teamarbeit gemeinsam zu strukturieren und flexibel anzupassen.

3 Use Cases

In diesem Abschnitt wird aufbauend auf dem in Abbildung 2 aufgezeigten Anwendungsbeispiel die spezifische Nutzung der Mindcards im Umfeld der Produktentwicklung geschildert. Im Folgenden wird dazu der exemplarische Einsatz in drei unterschiedlichen Anwendungsfällen vorgestellt: (1) Modellieren von Funktionsstrukturen, (2) Aufstellen von Strukturbäumen, und (3) Strukturieren von geplanten Entwicklungsprozessen.

3.1 Funktionsstruktur

Ein grundlegendes Vorgehen in der Entwicklung von Produkten besteht darin das System oder eines der Teilsysteme durch eine Funktionsstruktur abzubilden. Dabei repräsentiert eine Anzahl an miteinander verbundenen Unterfunktionen das System als Ganzes (Ropohl 2009). Die Beschreibung des Einsatzes der Mindcards beginnt an dem Punkt, an dem ein Blackbox-Modell mit Ein- und Ausgangsgrößen des Systems in impliziter oder expliziter Form existiert. Auf Basis dieses Modells werden Funktionsketten erstellt, die Ein- und Ausgänge verbinden, die anschließend weiter in ein Funktionsmodell aggregiert werden (Stone 2000).

Abbildung 3 zeigt das Ergebnis der Funktionsmodellierung am System einer Kaffeemaschine. Durch den Einsatz der Mindcards war es während des Modellierungsprozesses leicht möglich, verschiedene Strukturen aufzuzeigen, diese zu diskutieren, anzupassen und sich schließlich auf eine Variante zu einigen.

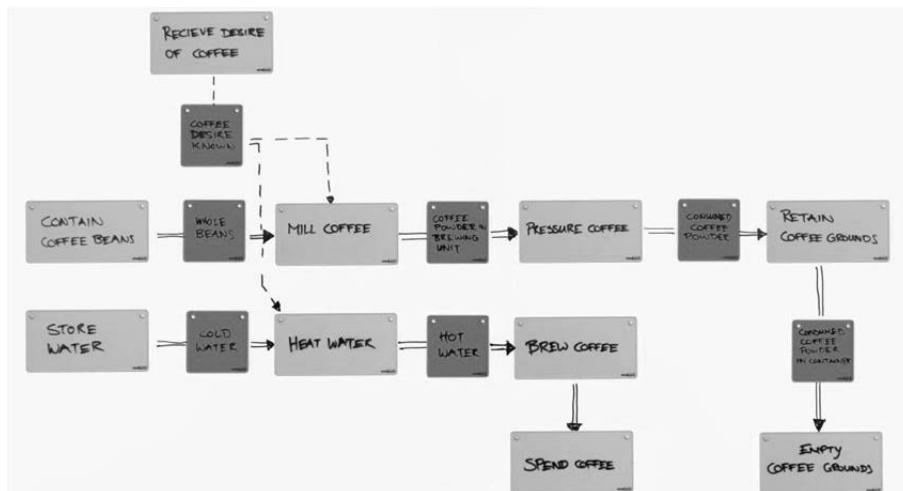


Abbildung 3: Funktionsstruktur eines technischen Systems mit Mindcards

Dabei wurden zunächst alle Teilfunktionen auf Karten geschrieben und auf dem Whiteboard gesammelt. Dann wurden diese in einer Vielzahl von Iterationen verschoben, um letztendlich die Position und Reihenfolge der einzelnen Elemente festzulegen. Nun konnten die Funktionsketten aufgestellt werden, wobei auch hier nochmal Karten geschoben, diese aber insbesondere durch Einzeichnen von Pfeilen auf dem Whiteboard miteinander verbunden wurden. Die Pfeile und Verbindungen auf dem Whiteboard waren im Falle notwendiger Änderungen leicht wegzuwischen und zu erneuern.

Der Einsatz der Mindcards unterstützt hier insbesondere die funktionale Analyse des Systems und ermöglicht zudem die flexible Anpassung und Umgestaltung der Funktionsstruktur. Wie in Abbildung 3 ersichtlich wird, werden die einzelnen Teilfunktionen durch die großen Mindcards dargestellt, während die kleinen Mindcards die Systemzustände vor bzw. nach einer Funktion repräsentieren. Die deutliche Abgrenzung in Form und Farbe der Karten, führt zu einer klaren und eindeutigen Unterscheidbarkeit dieser Funktionsstrukturelemente während und nach der Modellierung.

3.2 Strukturbaum

Um in der Produktentwicklung hierarchische Beziehungen verschiedenster Art darzustellen, werden häufig Strukturbäume verwendet. Beispiele hierfür sind die Fehlerbaumanalyse (Barlow 1973) oder die Dekomposition eines Systems in seine einzelnen Bauteile (Pimmler 1994). Das hier verwendete Beispiel für eine hierarchische Beziehung ist eine Bedürfnishierarchie nach den Theorien des Needfinding (Patniak 1999), welche zur Ableitung der impliziten Bedürfnissen einer Person genutzt wird. Sie besteht aus Bedürfnissen auf verschiedenen Abstraktionsebenen. Innerhalb der Hierarchie wird von einer Ebene zur nächst höheren die Frage „warum?“ beantwortet und von einer Ebene zur nächst tieferen die Frage „wie?“.

Abbildung 4 zeigt als Beispiel eine Hierarchie für die Bedürfnisse eines Nutzers von mechanischen Schlüssel- und Schlosssystemen. Hier wurde jeweils eine Mindcard für ein Bedürfnis verwendet, was es einfach gestaltet diese zunächst alle zu sammeln und anschließend in die hierarchische Struktur einzuordnen. Es spielt dabei keine Rolle, wo der Startpunkt gewählt wird, da bei unzureichenden Platz noch oben oder unten sich die Karten einfach verschieben lassen, um eine entsprechenden Stelle am Whiteboard freizugeben.

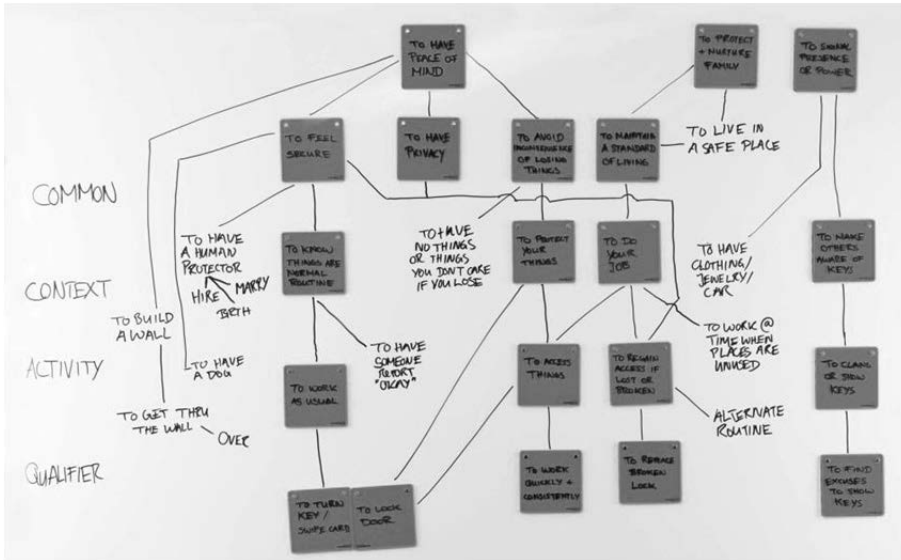


Abbildung 4: Bedürfnishierarchie eines Produktnutzers mit Mindcards

3.3 Zeitplanung

Die Projektplanung und das Projektmanagement spielen eine zentrale Rolle im Alltagsgeschäft eines Produktentwicklers. Oft wird bei der Strukturierung von Projekten oder Arbeitspaketen auf das Stage-Gate Modell nach Cooper (1990) gesetzt, weshalb es auch hier als beispielhafter Anwendungsfall gewählt wurde. Ein wichtiger Aspekt ist dabei das Herunterbrechen der Entwicklungsziele in kleinere Teilziele („Gates“), welche den Abschluss einer Phase („Stage“) markieren.

Abbildung 5 zeigt beispielhaft den Auszug eines mit Hilfe des Stage-Gate Ansatzes modellierten Projekts. Begonnen wurde hier, analog zu den vorigen beiden Beispielen, mit einer Sammlung der einzelnen Arbeitspakete. Anschließend erfolgt die Ordnung hinsichtlich Abfolge und Zugehörigkeit, sowie die Definition von übergeordneten Stages und Gates. Durch Verschiebung des Zeitstrahls lassen sich sehr effizient verschiedenen Planungssituationen durchspielen und überblicken. Ganze Phasen können einfach verschoben oder neu angeordnet bzw. bestehende Phasen ohne größeren Aufwand weiter verfeinert werden.

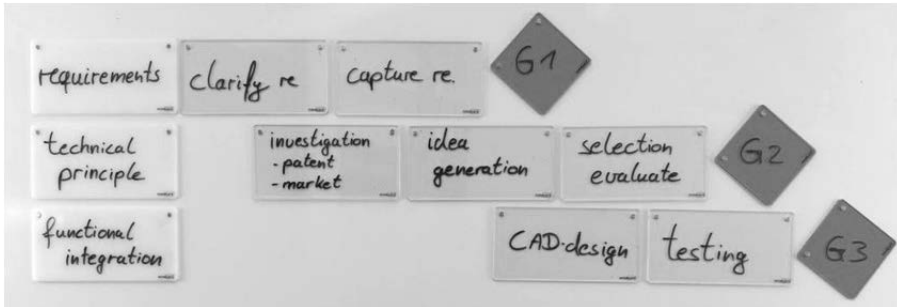


Abbildung 5: Stage-Gate-Modell eines Produktentwicklungsprozesses mit Mindcards

4 Schlüsselfaktoren des Mindcard Konzepts

Das Mindcard Konzept wurde im Rahmen verschiedener Arten von Workshops mit unterschiedlichen Teilnehmern und variierenden Zielsetzungen erprobt. Im Vergleich zum konventionellen Arbeiten mit Whiteboards und Moderation mit Karten sind dabei insbesondere Effekte in den drei Bereichen Interaktion, divergentes und konvergentes Arbeiten sowie Iterationen aufgefallen, die im Folgenden vorgestellt und diskutiert werden.

4.1 Interaktion

Durch die Anwendung des Mindcard Konzepts fällt es den Gruppenmitgliedern bzw. Workshop-Teilnehmern leichter, miteinander zu interagieren und gemeinsam an den Inhalten zu arbeiten. Nach unserem Verständnis wird dies durch die Flexibilität des mit Hilfe der Mindcards kreierte Whiteboardbilds erreicht. Die Karten ermöglichen es, die eigenen Inhalte einzubringen (wortwörtlich indem Inhalte zu nächst einzeln am Tisch verfasst und diese anschließend vorne an das Whiteboard gebracht werden) und das bestehende Bild mit wenig Aufwand zu ergänzen. Barrieren zur Anpassung des Inhalts auf dem Whiteboard, wie beispielsweise der Aufwand Inhalte komplett wegzuwischen und an anderer Stelle wieder aufzuschreiben oder die Barrieren der uneinheitlichen Skizzier- und Schrifttechnik werden aufgehoben bzw. gesenkt. Sowohl die Inhalte auf der Karte als auch die Position der Karte können im Vergleich zu konventionellen Ansätzen leicht verändert werden.

Durch die leichte Veränderbarkeit sehen die Teilnehmer den momentanen Status einer Idee oder eines Modells nicht als statisch sondern als flexibel an. Jeder einzelne wird animiert eigene Ideen in den dynamischen Prozess einzubringen. Durch die stärkere Einbindung aller Beteiligten erfährt das gemeinsam erstellte Resultat dabei zumeist eine höhere Akzeptanz.

4.2 Divergentes und konvergentes Arbeiten

In der Produktentwicklung können Arbeitsschritte üblicherweise divergentem oder konvergentem Arbeiten zugeordnet werden. Während es in divergenten Arbeitsschritten darum geht eine Vielfalt an Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln, werden in konvergenten Phasen Lösungen bewertet und ausgewählt. Das Mindcard Konzept unterstützt die Entwickler in beiden Arbeitsschritten.

In divergenten Phasen ist es wichtig, dass jede Idee erfasst und notiert wird, wobei Bewertungen oder Hervorhebungen einzelner Ideen vermieden werden sollten. Mit der Nutzung von Mindcards erhält jede Idee das gleiche Format, welches durch das Erscheinungsbild der Karte definiert ist, wodurch einer frühzeitigen Gewichtung vorgebeugt wird. Zudem können Ideen einzeln aufgeschrieben werden und zum richtigen Zeitpunkt an das Board geklickt werden. Dies verhindert den Blocking Effekt, welcher in Gruppen auftritt und Ideen blockiert, die nicht geäußert werden können, weil die Gruppe gerade über etwas anderes spricht. Des Weiteren nimmt mit der Verwendung von Mindcards die Bedeutung des Moderators ab, da jeder in den Darstellungsprozess aktiv eingebunden ist und seine Punkte selbst anbringt.

In konvergenten Phasen werden die erarbeiteten Ideen und Lösungen strukturiert, bewertet und ausgewählt. Unter der Verwendung von Mindcards wird die Möglichkeit gegeben, Inhalte leicht zu verschieben und so Cluster von ähnlichen Ideen zu gruppieren. Neben der Bildung von Clustern unterstützt die geordnete und rechteckige Form der Karte auch die systematische Strukturierung der Inhalte in Darstellungsformen wie Matrizen, Tabellen oder Phasen. Entscheidet sich die Gruppe eine Lösungsmöglichkeit auszuschließen, kann diese durch Entnehmen der jeweiligen Karte leicht von der Whiteboard entfernt werden. Dies führt zu einer Fokussierung auf die vorhandenen Lösungen und verhindert ein gedankliches Zurückspringen auf bereits ausgeschlossene Lösungen.

4.3 Iterationen

„Scheitere häufig um schneller Erfolg zu haben“ (Fredman 2002) ist ein bekanntes Zitat von Tom Kelly, dem General Manager der Produktentwicklungsfirma IDEO. Diese Philosophie verkörpert den Effekt in der Produktentwicklung, dass durch entdeckte Fehler in frühen Phasen weit größere Probleme im weiteren Verlauf verhindert werden können und somit das Gesamtprojekt eine höhere Erfolgswahrscheinlichkeit hat. Das Mindcard Konzept erlaubt implizit zunächst unfertige oder vielleicht sogar falsche

Whiteboardaufschriebe zu erstellen und diese dann durch viele schnelle Iterationen immer näher an das Optimum zu bringen.

Bei Betrachtung des Arbeitsprozesses unter Verwendung von Mindcards, fällt auf, dass allein schon durch die Nutzung der Karten die Anzahl an Iterationen erhöht wird. Ein Anstieg der Anzahl an Iterationen führt zu einem Anstieg der Anzahl von (Sub-) Ideen und gleichzeitig zu einer höheren Qualität der Endresultate.

Die Workshop-Teilnehmer machen Gebrauch von der hohen Flexibilität des erstellten Whiteboardbilds und verändern es kontinuierlich durch immer wieder neuen Verschiebungen und hinzugefügte Elemente. Es können Modifikationen gezeigt und bei Gegenmeinungen in der Gruppe einfach wieder rückgängig gemacht werden. Auch werden die Iterationen weniger als aufwändige Schleifen im Prozess, sondern mehr als kontinuierlicher Fortschritt wahrgenommen.

5 Fazit

Dieser Beitrag führt mit der Vorstellung der grundlegende Idee der Mindcard sowie der Beschreibung ihrer physischen Umsetzung und ihrer operativen Nutzung in das Mindcard Konzept ein. Anhand verschiedener Anwendungsfälle im Kontext der Produktentwicklung wurde mögliche Einsatzszenarien der Mindcards aufgezeigt und bestehende Vorteile gegenüber konventionellen Arbeitsweisen hervorgehoben. So hat sich etwa gezeigt, dass die Verwendung des Mindcard Konzepts sich in Workshops generell positiv auf den Aufbau eines gemeinsamen Verständnis des Problems bzw. der Zielstellung auswirkt. Allein die Verwendung der Karten führt zu einer erhöhten Aufmerksamkeit auf die Inhalte, was vermutlich das charakteristische optische und akustische Erscheinungsbild der Karten zurückzuführen ist.

Im Zusammenhang mit Kreativitätsworkshops war insbesondere zu erkennen, dass die Ideenfindung mit anschließender Systematisierung schneller und effektiver erfolgt. Die gemeinsame Weiterentwicklung von neuen bzw. neu kombinierten Ideen wurde hier unterstützt. Die Nutzung der Mindcards resultiert aufgrund der Flexibilität des erarbeiteten Whiteboardbildes und des damit erzeugten dynamisch anpassbaren Aufschriebs in einer erhöhten Anzahl schneller Iterationen.

Auch bei Projektplanungen bzw. Organisationsaktivitäten in Teams konnte durch Anwendung des Mindcard Konzepts ein interaktives und gemeinsames effektives Arbeiten erfolgen. Durch die neuartige Arbeitsweise konnte zum einen das gegenseitige Verständnis in interdisziplinären Teams geför-

dert werden. Zum andern konnte im Team eine stärkere Identifikation mit der entwickelten Lösung erfolgen.

Ein zentraler Aspekt zukünftiger Weiterentwicklungen des Mindcard Konzepts besteht in der intelligenten Anbindung an digitale Plattformen, um auch nach einem Workshop eine effektive und effiziente Weiterverwendung erarbeiteter Informationen sicherstellen zu können.

Literaturverzeichnis

- Barlow, R. E. & Chatterjee, P. 1973: Introduction to fault tree analysis. No. ORC-73-30. California Univ Berkeley Operations Research Center
- Cooper, R.G. Stage-Gate Systems 1990: A New Tool for Managing New Products. Business Horizons, 33(3), 44-54
- Fredman, C. 2002: The IDEO Difference. In: Hemispheres (United Airlines in-flight magazine).
- Lindemann, U. 2009: Methodische Entwicklung technischer Produkte. Berlin: Springer.
- Patnaik, D. & Becker, R. 1999: Needfinding: The why and how of uncovering people's needs. In: Design Management Journal (Former Series), 10(2), 37-43
- Pimpler, T. U. & Eppinger, S. D. 1994: Integration analysis of product decompositions. Cambridge, MA: Alfred P. Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology.
- Ropohl, G. 2009: Allgemeine Technologie: Eine Systemtheorie der Technik. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing.
- Simpson, R. J. & Galbo, J. J. 1986: Interaction and learning: Theorizing on the art of teaching. In: Interchange, 17(4), 37-51
- Stone, R. B. & Wood, K. L. 2000: Development of a functional basis for design. Journal of Mechanical Design, 122(4), 359-370

Kontakt

Dipl.-Ing. Stefan Boës
 Dipl.-Ing. Moritz Mussgnug
 Dipl.-Ing. Bastian Leutenecker
 B.A. Dominik Noli
 Prof. Dr.-Ing. Mirko Meboldt
 ETH Zürich
 Pd|z Product Development Group Zurich
 Tannenstr. 3
 8092 Zürich
www.pdz.ethz.ch

Learning in Action als mannigfaltige Methode zum Erlernen, Erleben und Problem Reframing

Andrea Augsten

Zusammenfassung

Das Paper fokussiert *Problem Reframing* in der Eingangsphase von Innovationsprozessen und diskutiert *Learning in Action* als Methode zum Problem Reframing. Die Hypothese ist, dass in linearen Innovationsprozessen, die das Problem Reframing vernachlässigen, Ideen generiert werden, deren Potenziale durch das Bewusstsein jedes Innovators beeinflusst werden. Es befasst sich mit einem neuen Prozess des Problem Reframings mit der Annahme, dass die „richtige“ Forschungsfrage disruptive Innovationen ermöglicht; am Beispiel des Lehrkonzeptes „Student Research Teams“, welches derzeit an der HfG Schwäbisch Gmünd erprobt und evaluiert wird.

Einleitung

Systemisches Denken hilft die Rolle eines Einzelnen - ob Individuum oder Artefakt - im Zusammenhang besser zu verstehen: Einzelperson und Artefakte gehören systemtheoretisch gesehen zur Umwelt einer Organisation; Eingang ins System finden jedoch nur die durch Personen ausgelösten Kommunikationen und Entscheidungen in Entstehungsprozessen von Artefakten, klassisch in Innovationsprozessen. Aus Sicht der Gestaltung kann der Kontext als natürliche Gegebenheit betrachtet werden, resultierend aus dem Entwurf von Produkten, Prozessen und Dienstleistungen für einen Anderen, einen Nutzer, der in einem System lebt, agiert und handelt, welches seinen Rahmen beschreibt.

Durch globales Zusammenrücken, mediale Reichweiten und die Zunahme von Informationen können Probleme bereits aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden – und sowohl als Inspiration oder Lösungsmuster via Internet und Mobilitätsträgern interkontinentale Quellen von Teams in Betracht gezogen werden. Im *Everything-goes*-Zeitalter erweitern sich die Möglichkeitsräume die Differenzierung und das Suchen nach ungewöhnli-

chen, neuartigen und innovativen Lösungen wächst damit scheinbar um eine weitere Dimension. Unumstritten ist es jedoch, dass einerseits genügend Probleme mit lokalem oder globalem Charakter weiterhin nach Lösungen suchen, andererseits Innovationen nötig sind, um den wirtschaftlichen Erfolg einer Organisation und damit einhergehend Arbeitsplätze, Ausbildung und demografischer Wandel von und in Gesellschaften zu sichern. Offene Kontexte leben davon, mit Andersartigkeit (Diversität) in Kontakt zu kommen. Das *Out-of-the-box-Denken* kann durch Zusammenarbeit von Menschen aus verschiedenen Fachbereichen gefördert werden, da der Einzelne lernt über seine eigene Umgebung hinaus zu denken und neue Blickwinkel mit einzubeziehen. Doch wie sehen offenen Kontexte im Detail aus? Aus welchen Bestandteilen setzen Sie sich zusammen? Und wie wirken diese systemisch zu- und miteinander?

Der vorliegende Artikel betrachtet *Problem Reframing* zu Beginn des Innovationsprozesses. Ausgehend von der These, dass die Problemdefinition in der Anfangsphase bisher nur unzureichend beachtet wurde und ungenutzte Potenziale verbirgt. Sowohl aus dem Blickwinkel der Gestaltung als auch für die Entwicklung von Innovationen gibt die Autorin Denkanstöße wie das Problem Reframing in der Designausbildung gelehrt werden kann.

Zunächst werden Innovationsprozess, Denkmuster und Organisationskultur betrachtet, die in ihrem Zusammenwirken für Otto Scharmer vom MIT den „Nährboden für Innovationen“ liefern. Im zweiten Teil wird das Problem Reframing zu Beginn des Innovationsprozesses fokussiert. Die Autorin erläutert, wodurch sich das Lehrkonzept *Student Research Teams* auszeichnet.

Fokus Ideen statt Problem | Linearität in Innovationsprozessen

Traditionelle Innovationsprozesse werden oft in linearen, stage-gate-orientierten Abfolgen beschrieben und umfassen alle Phasen von der Ideenentwicklung bis zur Produktumsetzung. In den beiden, exemplarischen Phasenmodellen des Innovationsprozesses nach Witt und Brockhoff (Witt, J. 1996, Brockhoff, K. 1994) wird deutlich, dass die erste Phase sich durch Projektidee (Brockhoff) oder die Festlegung des Suchfeldes und der anschließenden Phase der Ideengewinnung (Witt) auszeichnet. Das Hinterfragen des eigentlichen Problems taucht in der Literatur kaum oder nur sehr verkürzt auf.

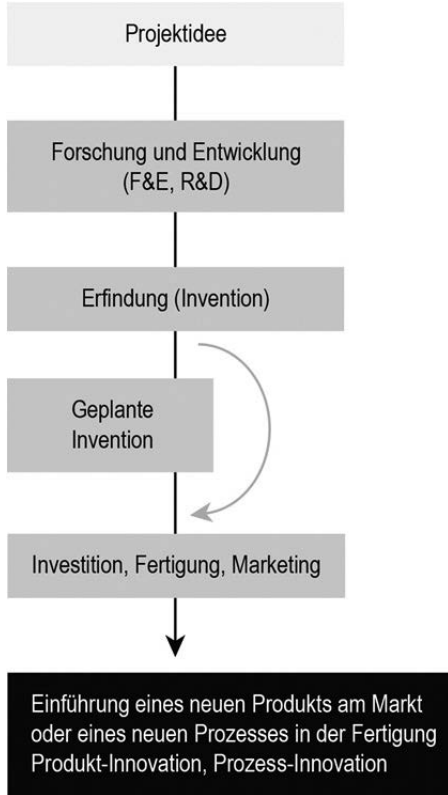


Abbildung 1: Eigene Darstellung: Phasenmodell nach Brockhoff



Abbildung 2: Eigene Darstellung: Kernstufen des Innovationsprozesses nach Witt

In der Praxis sieht es ähnlich aus. In Unternehmen dominiert die Ideengenerierung als erste Phase in Innovationsprozessen.

Rationalität trifft Kreativität und fordert Denkmusterwechsel

Besonders in naturwissenschaftlich-technischen Branchen herrscht eine höhere Akzeptanz für rationale, logische Argumentationsketten und begründbare Verfahren des Erkenntnisgewinns. Spielerische, explorative und experimentelle Herangehensweisen werden in der Ideengenerierung zugelassen. In der Ideenbewertung wird oftmals kausal-logisches Erfahrungswissen herangezogen. Uerz fordert jedoch „maximale Freiheitsgrade, um

sich auf die ergebnisoffene Suche nach radikal neuen Ideen zu begeben“ (Uerz, 2013).

Das Fraunhofer Institut für IAO stellte heraus: „Den größten Einfluss auf die Ausgestaltung des Innovationsprozesses die Vorhersehbarkeit von Änderungen gegenüber der Ausgangssituation besitzt. Ein hoher Neuartigkeitsgrad hat aufgrund der fehlenden Erfahrungen nur eine sehr geringe Vorhersehbarkeit zur Folge. Daraus resultiert eine geringere Strukturiertheit des Innovationsprozesses. Da weder das exakte Ergebnis, noch der technische und organisatorische Weg zur Innovation feststehen, führen starre Strukturen und Prozesse somit nicht optimal zum Ziel“ (Schloen, 2005).

„Today’s complexity is only expected to rise, and more than half of CEOs doubt their ability to manage it.“ Dies ist ein Ergebnis der IBM CEO Global Studie 2010. Weltweit wurden mehr als 1.500 Führungskräfte aus Privatwirtschaft und öffentlichen Institutionen nach Trends, Herausforderungen und Ideen befragt. Auch wenn von Komplexität bislang eine klare Definition fehlt, so wird der geforderte Umgang mit Komplexitätszuwachs als größte Herausforderung von Managern gesehen. Hervorzuheben bleibt, dass die Autoren Kreativität, d. h. das flexible Wechseln zwischen verschiedenen Denkmustern zur Entwicklung von innovativen und nachhaltigen Lösungsmodellen als eine der wichtigsten Kompetenz zur Komplexitätsbewältigung sehen (Capitalizing on Complexity, IBM, 2010). Auch aktuelle Managementliteratur berücksichtigt verstärkt das Potenzial von Intuition, Kreativität und Flexibilität. Er scheint als hätte sich ein Wissen ausgebreitet, dass die Zukunft mit rein rationalen Analysen und darauf basierenden Entscheidungen nicht gestaltbar sein wird.

Organisationskultur als Nährboden für Innovationen

Ergänzend stellte auch Prof. Dr. Ulrich Föhl auf dem Designforschungstag 2014 sieben Regeln zur Förderung disruptiver Innovationen auf. Neben der Etablierung eines Prozesses forderte er Mittel für eine kreative Ideengenerierung sowie Rahmenbedingungen für Gruppen- und Entscheidungsfindungen. Er machte darauf aufmerksam, dass der Einsatz von non-verbale, interaktiven Forschungsmethoden mit hoher Lebhaftigkeit, die Partizipation sowie Mut für das Neue und ungewisse Vorgehensweisen ebenso zu berücksichtigen sind. Er zeigt damit das Zusammenspiel von Erlernen und Erleben.

Ergänzend ist nach Burmester und Vahs die Schaffung und Aufrechterhaltung einer innovationsfördernde Organisationskultur als Erfolgsfaktor zu nennen (Vahs, Burmester, 2005). Sie beschreiben die Kultur als sensibelsten und komplexesten Teil, da Innovationen von Menschen „gemacht“ werden,

wobei im Prinzip jeder einzelne Mitarbeiter (unabhängig von Alter oder Geschlecht) Innovationen hervorbringen kann. Organisationskultur gilt als ein informelles Koordinationsinstrument, welches sich vom Management nicht oder nur wenig steuern lässt. Es fehlt jedoch bis heute an verlässlichen Aussagen, wie sich die Organisationskultur auf den Innovationserfolg auswirkt. Eine bedeutende empirische Analyse zu Organisationskultur und Innovationserfolg stammt von Prof. Dr. Holger Ernst, der zu möglichen Faktoren für den Innovationserfolg befragt wurde. Die Dimension *Clan* beschreibt die Mitglieder einer Organisation bezogen auf Zusammengehörigkeitsgefühl, Mentoring, Loyalität, Tradition und Bekenntnis zur Organisation. Unter *Adhocracy*-Kultur wird eine flexible Organisationsform verstanden. Bemerkenswert war hier, dass Teilnehmer aus der Projektebene häufig eine Clan- oder Adhocracy-Kultur sahen, wo Teilnehmer mit Leitungsfunktion eine Hierarchie wahrnahmen. Wesentliche Erkenntnisse und Rückschlüsse der Studie sind, dass eine flexible Organisationsform als innovationsfreundliche Unternehmenskultur erhöht signifikant den Innovationserfolg, während eine hierarchische Unternehmenskultur ihn mindert. Wird die Organisation flexibler gestaltet, steigt der Innovationserfolg.

Zusammenwirken von Innovationsprozess, Denkmuster und Organisationskultur

Um zu Innovieren müssen Innovationsprozess, Denkmuster und Unternehmenskultur zusammen gedacht werden. Deutlich wird, dass die Bedürfnisse des Nutzers in den letzten Jahren verstärkt in den in den Fokus von Innovationsforschung rücken um passende, ungewöhnliche und innovative Lösungsmuster zu entwickeln. Die Forderung nach Umdenken scheint dennoch lauter zu werden – um die Worte Albert Einsteins zu nehmen: *„Probleme kann man niemals derselben Denkweise lösen, durch die sie entstanden sind.“*

Aktuelle, iterative Innovationsansätze aus interdisziplinären Bereichen wie Design Thinking (Stanford, IDEO) oder Theorie U (MIT) zeigen bereits eine besondere Beachtung der Integration von Nutzern und ihren Denkmustern in der Anfangsphase auf.

Design Thinking ist ein iterativer, timebox-basierter Prozess für disruptive Veränderung und Innovation von Produkten, Dienstleistungen und Services. Wichtig ist es Beim Design Thinking sich in den Nutzer zu versetzen und seine möglichen Bedürfnisse empathisch zu antizipieren. hierfür werden Methoden des Befragens, Beobachtens oder des Rapid Prototypings verwendet, die den Nutzer in seiner natürlichen Umgebung untersuchen. Harry West beschreibt Design wie folgt: *„Design is a set of principles and ways of*

thinking that help us to manage and create in the material world. It values creativity as much as analysis. It is a way of seeing and painting a new, bigger picture.“ Die Notwendigkeit, dieses bigger picture auch in anderen Bereichen in Betracht zu ziehen, liegt in der Komplexität des Systeme und offenen Kontexte. Multidisziplinäres Zusammenführen verschiedener Perspektiven und Methoden ist essentiell, um diese Umstände zu bewältigen. Design Thinking ist daher keine weitere Kreativitätstechnik, die sich nur auf die Ideenfindung fokussiert, sondern eine iterative Methode die beim Problem Reframing ansetzt. Die Methode besteht laut Plattner, Meinel und Weinberg aus drei Komponenten: Dem Arbeiten in multidisziplinäre Teams, um die Andersartigkeit diverser Teams zu nutzen, einen iterativen Prozess mit sechs aufeinander folgenden Phasen (Verstehen, Beobachten, Sichtweise definieren, Erfinden, Visualisieren/Prototypen entwickeln, Testen) und eine variable Räumlichkeit, um das erfinderische Entwickeln und Erleben zulässt. Design Thinking ist ein eher spielerischer, experimenteller und ergebnisoffener Prozess des Erlernens und Erlebens.

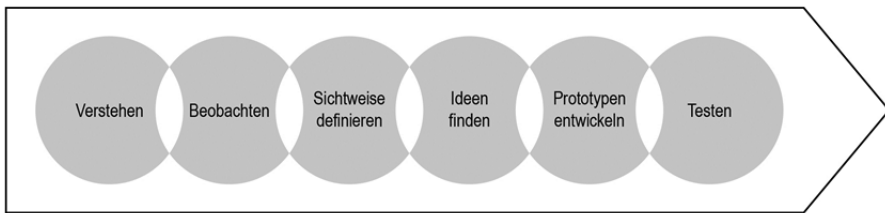


Abbildung 3: Eigene Darstellung: Eigene Darstellung: Design Thinking Prozess nach HPI School of Design Thinking

„So positiv Design Thinking in rational geprägten Organisationen wie SAP oder der Deutsche Bank Einzug erhält, zeigt sich (...) dass es akademisch nicht oder nur in begrenztem Umfang anerkannt und institutionalisiert ist“, wie Uerz treffend beschreibt. Gründe liegen hier in der Exploration und Zukunftsausrichtung und daher reduzierten Überprüfbarkeit sowie den oftmals spielerischen, methodischen Ansatzes und der interdisziplinären Kommunikationshürde. Er fügt jedoch an, dass insbesondere in der Weiterbildung Design Thinking in die Lehre integriert wird. (Uerz, 2013)

Scharmer beschreibt, dass wir die Gegenwart oftmals mit Erfahrungen aus der Vergangenheit versuchen zu verstehen. Er führt weiter aus, dass die Lerntheorie traditionell auf dem Prozess: ich handle, ich reflektiere meine Handlung, ich verändere meine Handlung basiert. Lernen resultiert aus der Reflektion der Erfahrungen. Er schlägt mit *Theorie U* schlägt einen Prozess

vor, der es ermöglichen soll, über die Erfahrungen der Vergangenheit hinauszugehen und einen Lernprozess zu beginnen (vgl. Scharmer, 2013).

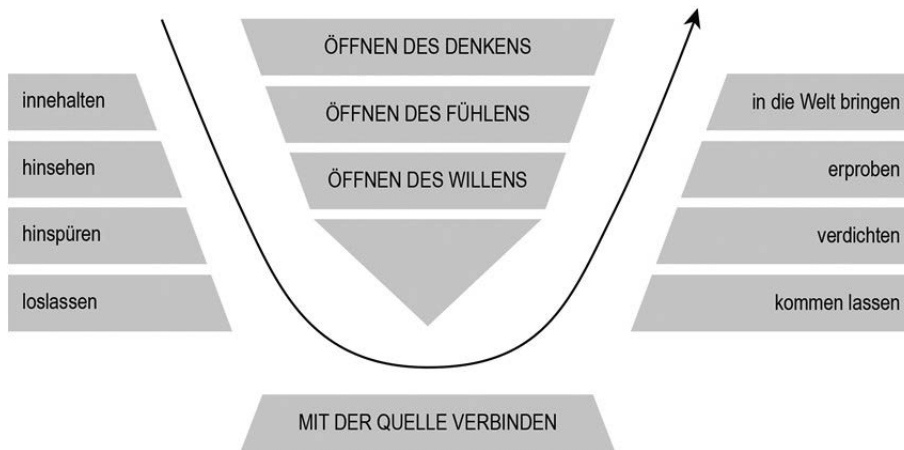


Abbildung 4: Eigene Darstellung: Theorie U Prozess nach Otto Scharmer, MIT

Kurzgefasst, Scharmer thematisiert die individuelle Perspektive eines Individuums zu Beginn eines Prozesses, in seinem Fall der Führung. Er folgt der These: Sich selbst führen zu können, ist essenziell um Andere zu führen. Die Antworten auf diese Fragen prägen unseren Umgang mit anderen Menschen. Er spricht von einem kontinuierlichen, wiederkehrenden Prozess aus Entscheidung, Reflektion und Selbsterforschung.

Übertragen wir nun die Führungsperspektive von Scharmer auf den Innovationsprozess und die Ideengenerierung, gibt es Gemeinsamkeiten. Die hier zu stellenden Fragen sind nicht warum bin ich so, wie ich bin, sondern warum generiere, bewerte und favorisiere ich diese oder jene Idee? Inwiefern und hindern mich daran, andere Blickwinkel zu berücksichtigen.

Problem Reframing

Reframing bedeutet im zunächst nichts anderes als „etwas in einen neuen Rahmen zu setzen“ um es in einem anderen Kontext zu betrachten. Die vorliegende Verwendung bezieht sich auf den Startpunkt eines Innovationsprozesses. In den Wirtschaftswissenschaften etabliert sich der Begriff des *fuzzy frontend* für die erste Phase des Prozesses, in der Designlehre findet jedoch das Problem Reframing bisher kaum Beachtung.

Problem Reframing gilt als die entscheidende Phase, um herkömmliche Denkpfade zu verlassen und ungewöhnliche Lösungen zu entwickeln. Wird

eine neue Idee entwickelt, ohne zuvor das Problem detailliert zu hinterfragen, beruht die Beurteilung des Potenzials der Idee vor allem auf individuellen, persönlichen Erfahrungen der Beteiligten und weniger auf deskriptiven Faktoren. Disruptive Innovationen können nur unzureichend durch persönliche, vergangenheits-orientierte Denkmuster entwickelt werden. Die Gestaltung von Innovationen bedeutet das Entwerfen von Produkten, Dienstleistungen oder Business Modellen für eine ungeschriebene Zukunft (vgl. Seelig, 2013). Heutzutage scheint es, als sei es für die meisten Innovationsteams ausreichend, den Sprung in die *Schuhe des Nutzers* zu wagen. Nutzer werden in die Ideengenerierung integriert mit dem Ziel durch ihre Werte, Wünsche und Bedürfnisse den Produktentwicklungsprozess zu optimieren.

Dieser durch Empathie geprägte Prozess greift nach Meinung der Autorin nicht weit genug. Das Empathie Empfinden verhindert oder ersetzt in keiner Weise das bereits vorhandene, persönliche Bewusstsein, sondern baut auf dieser Grundlage auf. Konkret: Durch die Ideengenerierung auf Grundlage von persönlichen Erfahrungen unter Einbeziehung von Kundenbedürfnissen, wird einerseits die Qualität verringert, da nur Ideen entstehen, die aus dem persönlichen Blickwinkel entstammen. Andererseits ist die Potenzial-Analyse der Ideen subjektiv gesteuert. Beide Phänomene verhindern das Entstehen disruptiver Innovationen in Produktentwicklungsprozessen.

Sie schlägt vor, Problem Reframing bereits frühzeitig in die Designlehre zu integrieren, um den Studierenden einerseits erweiterte Kompetenzen zu vermitteln und ihnen den Prozess systemisch zu lehren.

Reframing ersetzt damit keineswegs die unterschiedlichen Perspektiven in multidisziplinären Teams, sondern geht einen Schritt zurück und empfiehlt das Problem zu Reframen, sich von individuellen Vorstellungen im „*Downloading*“ Prozess nach Scharmer zu verabschieden und durch Diversität voneinander zu lernen.

„We are creating frames for what we see, hear, and experience all day long, and those frames both inform and limit the way we think. In most cases, we don't even consider the frames—we just assume we are looking at the world with the proper set of lenses.“ —Tina Seelig

Learning in Action | Lehrkonzept Student Research Teams

Die Lehre der HfG Schwäbisch Gmünd baut traditionell auf drei Säulen: wissenschaftsbasiertes Lernen, gestalterische Grundlagen und Methodenkompetenz durch themenrelevante Projektarbeit. Zumeist fehlt in den bisherigen Seminaren die Forschungsrelevanz und praktische Methodenanwendung. Methoden werden derzeit in theoretischen Seminaren behandelt.

Das selbstständige Erarbeiten und Erkennen des Problems, welches es zu lösen gilt, wird bisher weniger berücksichtigt. Der Fokus liegt zumeist auf der Problemlösung. Oftmals wird diese mit der Aufgabenstellung durch Lehrperson oder Praxispartner definiert. Ebenso ist die Designforschung um eine sehr junge, akademische Disziplin und hat daher bisher nur vereinzelt Einzug in die Lehre erhalten. Durch die Umstrukturierung der Studiengänge in Bachelor und Master sind normative Lernziele zumeist im Master Studium verankert (vgl. St. Galler Management-Modells).

Im Forschungsprojekt *Student Research Teams* an der HfG Schwäbisch Gmünd erlernen die Studierendenden mit einem gezielt eingesetzten Methodenkanon das Problem Reframing. Ziel ist es im studiengang- und semesterübergreifendes Lehrkonzept bereits das Problem Reframing im Design Prozess zu fokussieren. Dadurch erhalten die Studierenden einerseits einen systemisches Verständnisses des Produktentwicklungsprozesses und erweitern andererseits Ihre praktische Methodenkompetenz. Das „Student Research Teams“-Modell - kurz SRTM - stellt die Hypothese auf, dass durch Selbsterleben (*Learning in Action*) die Kompetenz des Problem Reframings erlernt wird.

Ziel ist es sie durch die Erweiterung des Prozesses darin zu befähigen, sich in der Forschung zu orientieren, qualifizieren und sich mit anderen wissenschaftlichen Disziplinen austauschen zu können. Die veränderten und komplexen Anforderungen an junge Gestalter bringen auch eine Kompetenzerweiterung mit sich.

Learning in Action nach Marquardt schließt fünf Faktoren ein: Entschluss zu handeln, Engagement zu Lernen, die Gruppe, der Moderator und den Prozess des Fragens und Reflektierens. Im folgenden werden die Lernformate skizziert und verdeutlicht, wie das Zusammenspiel von Prozess, Denkmuster und Organisationskultur, hier mit Arbeitsatmosphäre gleichzusetzen, mit dem Erlernen und Erleben zusammenwirkt.

Diversität der Studierenden erhöht Perspektivwechsel

In interdisziplinären zweier Teams der Studiengänge Produkt-, Kommunikations- und Interaktionsgestaltung wird den Studierenden die Möglichkeit geboten, voneinander und miteinander neue Denkmuster und Lernpfade zu erkunden. Das Lehrkonzept strebt es an, durch die Andersartigkeit von Studiengang, Semesterzahl und Themen die Flexibilität des Denkmusterwechsels bei den Studierenden zu fördern. Das Lehrkonzept arbeitet iterativ, mit flexiblen Räumlichkeiten und visuellen Mitteln, um den offenen Umgang zu fördern.

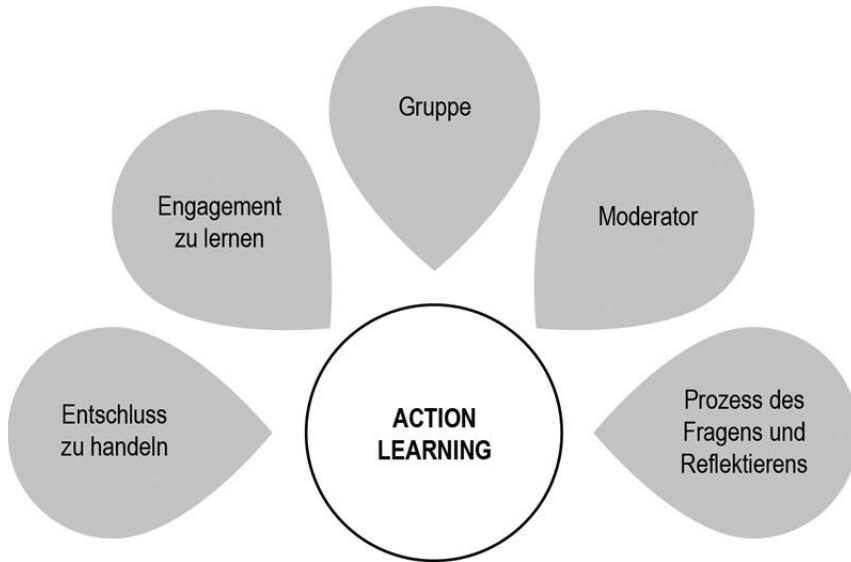


Abbildung 5: Action Learning nach Michael Marquardt

Motivation stärkt Lernbereitschaft

Zu Projektbeginn wird ein Projektkatalog mit ca. 15 Themenfeldern angeboten, diese umfassen Themen aus den Bereichen u. a. Medizintechnik, Bionik, Mobilität, Nachhaltigkeit, Demografie, Sozial. Die Wahl eines Themenfeldes erfolgt eigenständig, ebenso sind eigene Themenvorschläge seitens der Studierenden möglich. Dies garantiert eine hohe intrinsische Motivation und ein Interesse für das Thema und ihre Lernbereitschaft. Jede zweier Gruppe arbeitet sich im selbstständig gewählten Themenfeld ihre eigene Fragestellung. Durch die Themenvarianz arbeiten die Teams nicht vergleichend oder kompetitiv, wie es in den anderen Seminaren üblich ist, sondern lernen voneinander.

Entscheidungskompetenz

Das Formulieren der eigenen Fragestellung, als eine erste Form der Problemdefinition, stellt eine hohe Eigenleistung dar, da die Studierenden aufgefordert sind, sich im Themenfeld zu orientieren, und ein Problem herauszuarbeiten. Dies sollte einerseits Relevanz besitzen und ihrem Interesse entsprechen. Die Lehrende begleitet den Prozess methodisch ohne Lösungen vorzudefinieren. Hier gilt es anzuführen, dass dies in den bisherigen Designprojekten zumeist bereits definiert ist. Der akademische Rahmen und

das Erhalten von ECTS Punkten für das erfolgreiche Bestehen eines Seminars ist ebenso ein externer Motivationsgrund zum Handeln. Bisher zeigt Evaluation jedoch auf, dass die freiwillige Projektwahl zumeist durch eine hohe intrinsische Motivation geprägt ist, und daher der Entschluss zu handeln damit einhergeht.

Die Rolle der Lehrenden als Facilitator

Durch die Einführung des Bologna Prozesses ist ein *Shift from Teaching to Learning* deutlich geworden. Gefordert ist in aktuellen Lehrkonzepten eine hohe Beteiligung der Studierenden am Lehrgeschehen, die Möglichkeit des selbstgesteuerten Lernens sowie der Wandel der Lehrenden Rolle. Die aktivierende Lehre unterscheidet sich in ihrer Rolle des Lehrenden grundlegend von einer tradierten Denkweise. Hintergrund ist hier ein Paradigmenwechsel des Lernverständnisses vom Behaviorismus zum Konstruktivismus.

Die aktivierende Lehre ist gekennzeichnet durch das primäre Ziel, die Befähigung der Studierenden. Es löst das Modell der Belehrung, auch bekannt als Top-Down Lehrstil oder Meister-Schüler Beziehung weitestgehend ab und erhält derzeit eine Reform in der Hochschuldidaktik.

Das Lehrkonzept enthält sich einer rein frontalen Vermittlung, stattdessen basiert es auf dem selbstständigem Erlernen und Ausprobieren der Studierenden und dem kollaborativen Austausch. Das Lehrkonzept folgt dem Credo: Ermöglichen statt Vorgeben. Die Reflexionskompetenz greift nach Meinung der Autorin dadurch weiter, als es in einer tradierten Lehrenden-Studierenden Beziehung, in dieser der Lehrende Entscheidungen vorgibt, ermöglicht wird. Der Lehrende übernimmt die Rolle des *Facilitators* und stärkt durch den Freiraum die Selbstverantwortung und Entscheidungskompetenz des Studierenden.

Hohe Fehlertoleranz stärkt Mut zur Nachfrage und zur Reflektion

Das Lehrkonzept besteht aus drei Lernformate, die iterativ zu durchlaufen sind: Plenum, Teamgespräch und Selbststudium. Im *Plenum* werden Methoden vorgestellt und ausprobiert. Durch das Erleben der Methoden erlernen die Studierenden diese und entscheiden im zweiten Schritt eigenständig im *Selbststudium* über den skalierten Einsatz in ihrem individuellen Projekt. Im dritten Schritt dem *Teamgespräch* haben sie die Möglichkeit durch Fragen an die Lehrperson ihr Vorhaben zu reflektieren und argumentieren. Im folgenden Plenum stellen die Teams alle ihre gewonnenen Erkenntnisse vor und erleben zusätzlich inwiefern andere Teams die Methode angewendet haben. So erlernen sie begleitend Varianten in Einsatzgebiet und Ausführung der Methoden.

Das Plenum ist das *Herzstück* des Projektes. Es fordert und fördert die Synergien von aktivierender Lehre, die Vermittlung von Methodenkompetenz und die Dialogfähigkeit der Studierenden. Das Plenum ist als aufeinander-aufbauendes Workshop-Format konzipiert und hat einen Umfang von 3 SWS, das heißt 2,25 Zeitstunden und ist verpflichtend für alle Studierenden. Durchschnittlich finden 12 Plenen pro Semester statt, dies umfasst 27 Zeitstunden. Damit nimmt das Plenum, neben Teamgespräch und Selbststudium die zentrale Position ein, und ist essentiell verantwortlich für den Erfolg des gesamten Projektes. Durch die Möglichkeit, einen festen Arbeitsraum fortlaufend für das Lehrkonzept nutzen zu können, ist es möglich, Materialien im Raum zu platzieren und Einheiten fortlaufend zu konzipieren. Deutlich zeigt sich bei den Studierenden, dass die offene Workshop-Kultur gekennzeichnet durch Lehrende als Moderator, eine flexible Raumstruktur und diverse Materialien (Packpapier, Post-it, Knete, Wolle, Stifte etc.) die Fehlerkultur fördert. Die Studierenden reduzieren durch das Mittel des Materials die Angst, Fehler zu machen und stärken ihr eigene Motivation, indem sie schnell sichtbare Ergebnisse produzieren, die ihnen im weiteren Prozess das Reflektieren erleichtern. Im Plenum wird ein fördernder Rahmen gegeben, um einerseits mit unscharfen Zielen in Forschung und Wissenschaft umzugehen, andererseits in neuen Teamsituationen angemessen und zielorientiert zu interagieren und die dafür erforderlichen Schlüsselkompetenzen zu erlernen.

Literaturverzeichnis

- Brockhoff, K. 1989: Forschung und Entwicklung: Planung und Kontrolle, München *et al.*: Oldenbourg
- Burmester, R. & Vahs, D. 2005: Innovationsmanagement: Von der Produktidee zur erfolgreichen Vermarktung. Stuttgart: Schäffer-Poeschel
- IBM Institute for Business. 2010: Capitalizing on Complexity.
<http://public.dhe.ibm.com/common/ssi/ecm/en/gbe03297usen/GBE03297USEN.PDF>, veröffentlicht 2010, abgerufen am 01.04.2014
- Ernst, H. 2003: Unternehmenskultur und Innovationserfolg : eine empirische Analyse. In: Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 55.2003 (1), 23–44
- Marquardt, M. J. 1999: Action learning in action. Transforming problems and people for world-class organizational learning. Palo Alto CA: Davies-Black
- Scharmer, O. 2013: Theorie U: Von der Zukunft her führen: Presencing als soziale Technik. Heidelberg: Carl-Auer Verlag
- Seelig, T. 2013: How Reframing A Problem Unlocks Innovation.
<http://www.fastcodesign.com/1672354/how-reframing-a-problem-unlocks-innovation>, veröffentlicht 2013, abgerufen 01.04.2014

- Schloen, T. & Rüger, M. 2005: Wissensnetzwerke als Innovationsarenen. Das Konzept der Communities of Innovation In: Gronau, N. ; Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. -bitkom-: Wissensmanagement - Motivation, Organisation, Integration. Tagungsband zur KnowTech 2005 : 7. Konferenz zum Einsatz von Knowledge Management in Wirtschaft und Verwaltung. 207-214, München: CMP-WEKA Verlag
- Uerz, G. 2014: Vorausschauendes Zukunftsgestalten ... oder Herausforderungen für Foresight und Design Thinking in großen Unternehmen. In: Hofmann, M. und Vetter, A. (Hrsg.): Design Thinking, Das Denken, Das Apple & Co. gross gemacht hat, 111-128, München: Wilhelm Fink.
- West, H. 2007: The Cross-Discipline Design Imperative.
http://www.businessweek.com/innovate/content/oct2007/id2007104_562559.htm, veröffentlicht 2007, abgerufen 01.04.2014
- Witt, J. 1996: Produktinnovation: Entwicklung und Vermarktung neuer Produkte, München: Vahlen

Kontakt

Dipl.-Des. Andrea Augsten
Hochschule für Gestaltung Schwäbisch Gmünd
Marie-Curie-Str. 19
D-73529 Schwäbisch Gmünd
www.hfg-gmuend.de

Potenziale und Herausforderungen für das Design in der Konzeptionsphase von soziotechnischen Systemen

Jennifer Müller, Christophe Kunze und Madeleine Berger

Kurzfassung

Der vorliegende Beitrag beschreibt die Integration von interdisziplinären Methoden bei der Entwicklung von soziotechnischen Systemen im Anwendungsfeld AAL (Ambient Assisted Living), insbesondere die Kombination von Methoden des User-centered Design mit verschiedenen Kreativitätstechniken. Das gemeinsame Entwickeln eines gesamtheitlichen Versorgungskonzeptes zusammen mit den Verbundpartnern und Akteuren soll neue Denkweisen und innovative Lösungsansätze erzeugen. Besondere Herausforderungen hierbei sind das breite Anwendungsfeld, die rudimentär definierte Ausgangsbasis, die gegenseitige Abhängigkeit der Entwicklungsaktivitäten der Partner und die sich daraus ergebende *>Wicked Problems<* (Rittel & Webber, 1973).

Problemstellung und Zielsetzung

Beschreibung der Projekte allgemein

Ziel dieses Beitrags ist es zu beschreiben, wie mit Hilfe eines benutzerorientierten und iterativen Designprozesses innovative Ideenfindung, Moderation und Kommunikation, sowie ein Öffnen des Lösungsraumes stattfinden kann. Zudem soll die Bedeutung und der relevante Einfluss von kreativen Impulsen dargestellt werden. Ausgangslage der Projekte ist der ländliche Raum, welcher in besonderem Maße von den Herausforderungen des demographischen Wandels betroffen ist. Abgelegene Höfe und große Entfernungen sowie die geringe Versorgungs- und Nachfragedichte stellen die verschiedenen Akteure des Pflegenetzwerks vor große logistische und wirtschaftliche Herausforderungen. Die Versorgung der Menschen ist bei dieser geringen Nachfragedichte nur schwer aufzubauen und aufrechtzuerhalten. Unter dem Begriff AAL werden vor allem Produkte und Dienstleistungen verstanden, deren Ziel es ist, älteren und eingeschränkten Men-

schen ein möglichst langes selbstbestimmtes Leben in der eigenen Umgebung zu ermöglichen. Der Themenschwerpunkt der Arbeit ist das methodische Vorgehen in der gesamten funktionalen Dienstleistungs- und Technikentwicklung in AAL-Projekten. Das gemeinsame Entwickeln eines gesamtheitlichen Versorgungskonzeptes zusammen mit den Verbundpartnern und Akteuren soll neue Denkweisen und innovative Lösungsansätze erzeugen.

Folgende grundlegende Fragen sollen bearbeitet werden:

- Ist es möglich, dass Experten aus unterschiedlichen Disziplinen sich gegenseitig bei den Strategien und Methoden in der Konzeptionsphase unterstützen, ohne dass die (definitiv auftretenden) Spannungen den Arbeitsfluss behindern?
- Kann die Unschärfe welche das umsetzungsorientierte Forschungsprojekt durch die offene Ausgangslage impliziert durch designspezifische, strategische Planungen konkretisieren und geschärft werden?
- Kann durch Designmethoden das Potenzial der Zusammenarbeit mit Nutzern und Akteuren bei der Ideengenerierung ausgeschöpft/ausreichend genutzt werden?
- Ist es der Disziplin Design möglich die Kombination der Methoden und Fähigkeiten anderer Disziplinen zu nutzen, weiterzuentwickeln und so neuartige und innovative Entwicklungsprozesse zu generieren?

Bisher gibt es nur sehr wenige dokumentierte Anwendungen von Kreativitätstechniken in AAL-bezogenen Projekten. In diesem Beitrag soll mit Hilfe der Projekte ›*selbstbestimmt und sicher*‹ und ›*SONIA*‹ aufgezeigt werden, dass dieses Vorgehen im Gestaltungsprozess eine zufriedenstellende Abstimmung aller Partner im soziotechnischen System gewährleisten kann. Herausforderung für das Design in diesen Projekten ist allem voran die Unschärfe der Ausgangsbasis: Vorab ist bewusst kein genau definierter Technologiebereich oder Lösungsansatz festgelegt und auch kein spezifisches Problemfeld in der Pflege determiniert worden. Die nur rudimentär beschriebene Ausgangslage, die sich erst in fortschreitender Bearbeitung konkretisieren lässt, erzeugt oft Spannungen zwischen den entwickelnden und anwendenden Projektpartnern. Vor allem die sprachlichen Konkretisierungen verbunden mit einem hohen Zeitaufwand lassen oft Zweifel an der Effizienz der Verständigung aufkommen. Das kann zum Beispiel schon bei der Zielgruppendefinition beginnen:

Definition: ›Der Betroffene ...‹

- Projektpartner 1: „... ist eine pflegebedürftige Person, die sich schon in der Pflege befindet, oder in die Pflege übergeht.“
- Projektpartner 2: „... ist eine physiologisch und/oder leicht kognitiv beeinträchtigte Person, die noch nicht pflegerisch versorgt werden muss und wird.“

Hier wird einmal von einer stark beeinträchtigten Person ausgegangen, die auf intensive pflegerische Unterstützung dringend angewiesen ist. In der anderen Beschreibung wird hingegen von einer Person ausgegangen, die nur leicht eingeschränkt ist und ein eigenständiges Leben führen kann. Im Entwurfsprozess wird versucht mit Hilfe von Designmethoden die Unschärfe von kreativen Darstellungsformen zu reduzieren. Ein gewisser Grad an Unschärfe ist jedoch sinnvoll, da dies auch immer ein Indikator für Innovation ist, welche die Exploration von neuen Dingen vorantreibt. Oftmals ist eine Vorwegnahme der potentiellen, angewandten Strategie nicht möglich und kann erst während des Entwicklungsprozesses entworfen werden. Hier besteht die Schwierigkeit in der methodisch richtigen und subtilen Adressierung des Wissens an die Projektpartner. Mit den durch Interdisziplinarität geschaffenen Potenzialen, nämlich Interaktion, heterogene Struktur des Verbundes, Wissenstransfer und Innovation, ergeben sich zwangsläufig auch Problemfelder wie z. B. vermehrter Zeitaufwand, wahrgenommene Koordinationskonflikte, sinkende Motivation, Verständnisprobleme, Machtspiele, Zielkonflikte und komplexe Kommunikation. Zudem kommen noch das breite Anwendungsfeld, die gegenseitige Abhängigkeit der Entwicklungsaktivitäten der Partner, sowie der sich daraus ergebende große Gestaltungsraum hinzu. Mit Hilfe eines benutzerorientierten und iterativen Designprozesses soll eine Annäherung stattfinden.

Beschreibung der einzelnen Projekte

›*Selbstbestimmt und sicher*‹ (›Selbstbestimmt und sicher‹ Projekt-Website, 2013) ist ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördertes Verbundprojekt, in dem auf Basis neuer Formen der Mensch-Technik-Interaktion innovative Systeme und Konzepte für eine bedarfsgerechte, pflegerische Versorgung im ländlichen Raum entwickelt und evaluiert werden. Das Projekt *selbstbestimmt und sicher* setzt auf ein technisch unterstütztes Lösungskonzept. Ziel ist nicht nur eine Produktentwicklung, sondern ein komplettes Versorgungssystem zu entwerfen.

Das Verbundprojekt ›*SONIA*‹ (›Verbundprojekt für Soziale Inklusion – SONIA‹ Projekt-Website, 2013) untersucht die soziale Inklusion durch technikgestützte Kommunikationsangebote. Hier werden die Lebenskontexte im

städtischen Raum mit den Lebenskontexten im ländlichen Raum verglichen. Das Projekt wird im Rahmen des Impulsprogramms Medizin und Pflege vom Ministerium für Arbeit und Sozialordnung, Familie, Frauen und Senioren des Landes Baden-Württemberg gefördert. Die Intention des Projekts *SONIA* ist es, ausgehend von konkreten Erfordernissen an gesellschaftlicher Teilhabe, entsprechende technische Anwendungen die bereits existieren auszuwählen und ihre Alltagstauglichkeit zu testen. Daraus sollen Lösungsszenarien entstehen, die mit anderen Hilfskonzepten kombinierbar sind und im regionalen Kontext erfolgreich eingepasst werden können.

Methoden und Vorgehen

Eine frühe Einbindung der Designaktivität und Designkompetenz zu Beginn der Entwicklungsphase, hat den Vorteil, eine direkte Reflektion der Denkmodelle, Handlungsweisen und Zielvorstellungen der einzelnen Projektpartner zu bekommen und so ein möglichst effektives Zusammenwirken zwischen Mensch und Technik gestalten zu können. Um die Teilhabe aller Akteure am Gestaltungsprozess zu garantieren, wurde auf Grundlage von Kommunikation und Verständnis der nutzerzentrierte Ansatz direkt beim Kick-off gestartet. Durch den intensiven Austausch wurde ein einheitliches Verständnis der genutzten Begrifflichkeiten zwischen den Akteuren aus den verschiedenen Bereichen geschaffen. So erfuhren die Mitarbeiter aus der Pflege beispielsweise anhand von praxisbezogenen Details, welche Möglichkeiten neue Technologien bieten können. Umgekehrt wurde für die technischen Partner transparenter, wo akuter, konkreter Bedarf besteht und welche Probleme bei aktuellen, technischen Lösungen bestehen.

Beide vorgestellten Projekte folgen also auf methodischer Ebene dem *User-centered Design* (UCD) (*DIN EN ISO 9241-210: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion*, 2011) in Verbindung mit einem permanenten partizipativen Ansatz (Sanoff, 2006). Der Prozess ist dabei iterativ und evaluationsgetrieben, unterscheidet sich aber in beiden Projekten unter anderem durch die angewandten Techniken. (siehe Abbildung 1) Die ersten Schritte folgen dem UCD-Leitfaden, welcher sich in vier Phasen teilt: Analysieren, Gestalten, Erfahrbar machen und Evaluieren.

Methodisches Vorgehen *selbstbestimmt und sicher*

Das Projekt *selbstbestimmt und sicher* verfolgt einen Entwicklungsansatz auf Basis der Methode des *Scenario-based Design* (Rosson & Carroll, 2002), welcher in den UCD-Prozess eingebettet ist. Zuerst wurde mit Hilfe von qualitativen Einzelinterviews eine Bedarfsanalyse erstellt. Dazu wurden unterschiedliche Akteure des Pflegenetzwerkes sowie technische Partner

befragt. Diese Analyse stellt die Grundlage für fiktive, typische Nutzer, den sogenannten Personas dar. In der nächsten Phase des Zyklus wurden Problemszenarien ausgearbeitet. Szenarien sind narrative, konstruktive Beschreibungen menschlicher Aktivität. Sie bestehen aus einer Anwendungssituation, einer oder mehrerer Personas mit persönlichen Zielen und Werkzeugen sowie Objekten, mit denen sie umgehen. Szenarien tragen wesentlich zur Nutzbarmachung von unbewusstem Wissen bei. Zur Moderation des interdisziplinären Austauschs, zur Konzeptionskonkretisierung und zur Generierung von Varianten wurden mit Hilfe von Kreativtechniken (wie zum Beispiel der *6-3-5 Methode* oder der *Hüte- Methode* nach de Bono; etc. (Glende, Nedopil, Podtschaske, Stahl, & Friesdorf, 2011)) Lösungsideen entworfen, bewertet und kommuniziert. Die bei Kreativmethoden entstehenden Ideen sind nicht immer umsetzbar. Dazu kommt die Herausforderung, dass durch die offene Ausgangsbasis sehr viele miteinander in Beziehung stehende Lösungsansätze entstehen können. Daher kommt dem Schritt der Ideenbewertung und der Auswahl eine besondere Bedeutung zu. Mit Hilfe von *Claims* (Rosson & Carroll, 2002) werden die Szenarien durch Erfahrungen und kritische Aspekte ergänzt, evaluiert und anschließend in einem weiteren Iterationsschritt in den Entwicklungszyklus wieder aufgenommen.

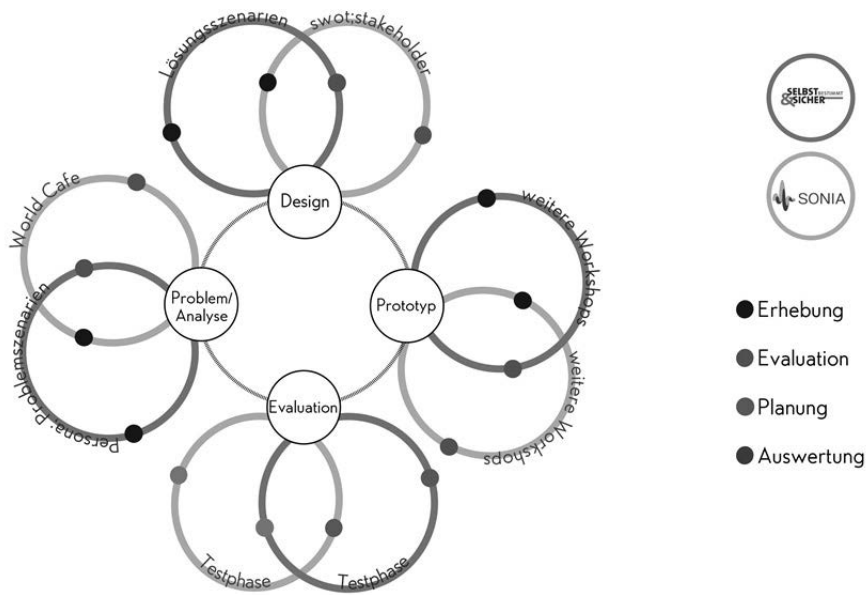


Abbildung 1: evaluationsgetriebene, nutzerzentrierte Entwicklungsprozesse der Projekte *Selbstbestimmt und sicher*, sowie SONIA

Methodisches Vorgehen in SONIA

Im Projekt SONIA wird die soziale Inklusion durch technikgestützte Kommunikationsangebote im Stadt Land-Vergleich untersucht wobei unser Fokus primär auf dem Sektor Land liegt. Als Ausgangsbasis konnte auf eine Nutzungskontextanalyse zurückgegriffen werden, die von Projektpartnern durchgeführt wurde und die in zwei Stufen ablief. Zunächst erfolgten leitfadengestützte, narrative Interviews mit zweiundzwanzig Primärnutzern. Diese ergaben Eindrücke aus ihrem Alltag und erklärten typische Merkmale und Verhaltensmuster dieser Nutzergruppe. Das schaffte die Grundlage für eine Bedarfsanalyse. Im Rahmen der zweiten Stufe der Nutzungskontextanalyse wurden Vertreter aus der Zielgruppe zu moderierten Diskussionen geladen. Um die in den Gruppendiskussionen vorgestellten Ideen und Bedarfe in ihren Einzelheiten zu konkretisieren, wurden Kreativ- und Evaluierungsworkshops mit Stakeholdergruppen geplant. Der erste Zielgruppenworkshop wurde als *World Café* (Steier, Gyllenpalm, Brown, & Bredemeier, 2008, Steier *et al.*, 2008) konzipiert, um die Teilnehmenden und Projektmitarbeiter in einen intensiven Austausch zu bringen. Hierzu wurde die Gesamtgruppe der teilnehmenden Personen in drei Fokusgruppen eingeteilt, die über bestimmte, im Vorfeld festgelegte Themen diskutierten. Diese Themen wurden mit Hilfe von *Aktionskarten* (siehe Abbildung 2) verdeutlicht.



Abbildung 2: Aktionskarten aus dem Projekt SONIA

Die Karten dienten als impulsgebendes Material und beinhalteten eine Themenübersicht und kurze Storyboards. Die bildliche Darstellung von Storyboards erleichtert die Erarbeitung von Bedarfen und Anforderungen, da insbesondere in Gruppen von Akteuren mit technischem und nicht techni-

schem Hintergrund oft eine gemeinsame Sprache fehlt. In der zweiten Runde wurden sogenannte *Technikkarten* verteilt um den Fokus auf technikgestützte Kommunikation zu lenken. Die Dokumentation der Ergebnisse erfolgte durch die Teilnehmer selbst indem die Ergebnisse direkt auf Papierdecken geschrieben wurden. Ergänzt wurden sie durch die Projektmitarbeiter, die als Moderatoren fungierten. Als Reflexion wurden die Tischdecken zu einer Galerie aufgehängt. Dieses graphische Instrument schafft einen Überblick über die Themen, die Verbindungen und Ideen. In der zweiten Konzeptphase folgte eine Evaluationsstufe. Als methodisches Gestaltungselement wurde neben einem *SWOT-Analyse-Poster* (Daniels, Van Ael, & Denis, 2011) eine *Akteure-Karte* entworfen, welche mögliche Akteure identifizieren soll. Die SWOT-Analyse (Umbach, 2014) ist ein strategisches Planungsinstrument welches die kritische Auseinandersetzung (*Stärken/Chancen; Schwächen/Risiken*) mit den zuvor entworfenen Ideen ermöglicht. Da es oft Verständnisprobleme mit den internen und externen Faktoren gibt, wie sie bei der klassischen SWOT-Methode verwendet werden, haben wir eine vereinfachte Variante gewählt, bei der nur ein positives und ein negatives Feld existierte. Zusätzlich wurde ein *Innovationsfeld* integriert, das die Möglichkeit bietet weiterführende und ergänzende Aspekte einzutragen (siehe Abbildung 3).

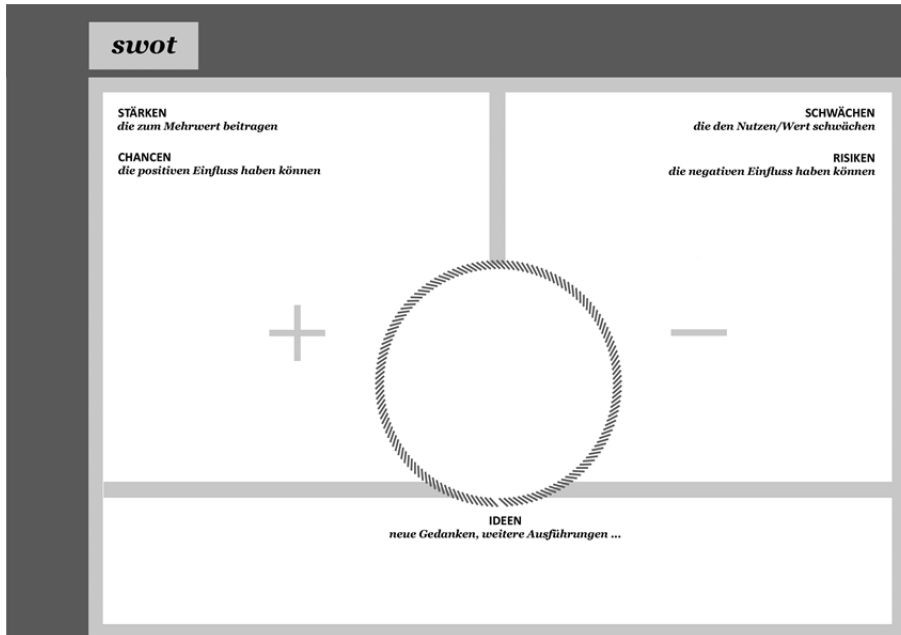


Abbildung 3: swot Plakat (vereinfachte Darstellung)

Nachdem die Anforderungsanalyse abgeschlossen war sollten mögliche Akteure identifiziert werden. Dies geschah mit Hilfe einer *Akteure-Karte* (siehe Abbildung 4). In dieser werden sämtliche Akteure erfasst, die in irgendeiner Form am Inklusionsprozess beteiligt werden können. Hierbei werden auch ihre Rolle, ihr Einfluss und ihre Verantwortung evaluiert.



Abbildung 4: Eindruck aus dem Workshop für SONIA

Aktueller Projektstand

Zurzeit (Stand Frühjahr 2014) befinden sich beide Projekte noch in einer iterativen Schleife der Gestaltungsphase. Demnächst sollen mögliche Prototypen entworfen werden um dann im Herbst die praktische Testphase einzuleiten.

Diskussion der Methoden und erste Ergebnisse

Erfahrungen aus den Konzeptionsphasen der Projekte

Im Folgenden werden spezifische Erfahrungen beschrieben, welche sich aus der Anwendung der unterschiedlichen Methoden in den Projekten ergeben haben. Der Einsatz der verschiedenen Techniken ist Aufgabe von Designern, die den Entwicklungsprozess methodisch gestalten und moderieren, die Zusammenarbeit mit Experten anderer Disziplinen fördern und

auch Verantwortung für den Gesamtprozess übernehmen. Die unterstützende Funktion des Designers ist bei interdisziplinären Projekten besonders wichtig. Er muss nicht nur die Kompetenzen der beteiligten Partner kennen sondern auch beurteilen welches Verfahren geeignet ist und ob sich die jeweilige Methode sinnvoll anwenden lässt. Dem Entwicklungsprozess kommt so der ganzheitliche Blick, die emphatischen Fähigkeiten und die Externalisierungsmöglichkeiten (Definition siehe: (Zavala & Hirsch, 2012)) des Designers zu Gute.

Beispiele für den moderierenden Einsatz von Externalisierung

Beispiel 1:

Bei der Umsetzung in textuelle oder grafische Problem- und Lösungsszenarien entstand das Problem, dass der Überblick über Gesamtzusammenhänge sowie über Verbindungen zwischen den Szenarien in den Hintergrund trat. Für eine effiziente Weiterbearbeitung wurde daher auf eine graphische Darstellung in Form einer *Szenario-Karte* zurückgegriffen, die eine Betrachtung des gesamten Gestaltungsraums ermöglicht.

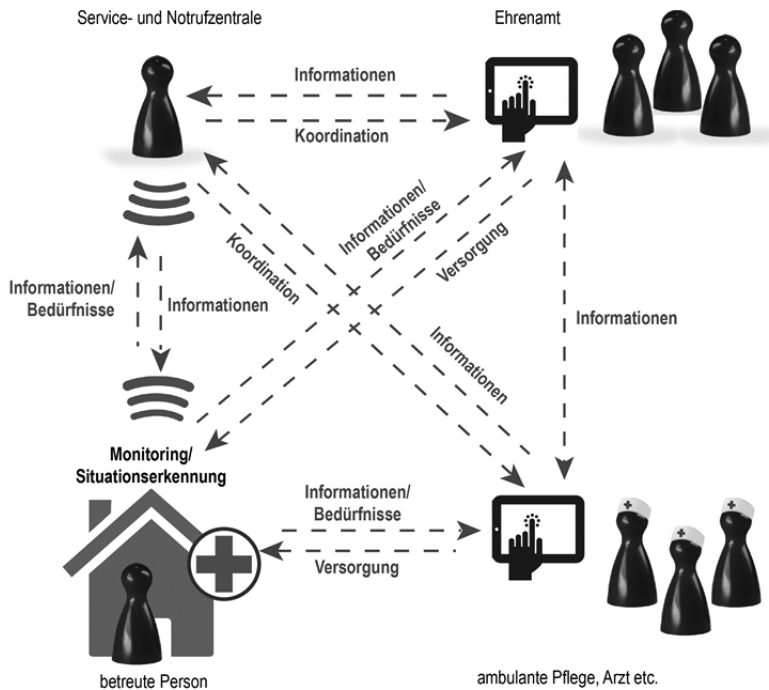


Abbildung 5: Netzwerk der Zukunft – Schaubild aus dem Projekt *Selbstbestimmt und sicher*

Beispiel 2:

Bei der Vernetzung der Akteure mit Hilfe von Technik wurde ein Schaubild entworfen, das Ausgang für die Diskussion der verschiedenen Netzwerkpartner war. Bereits existierende Verbindungen und mögliche Versorgungslücken konnten so veranschaulicht werden. Aber nicht nur der Ist-Zustand wurde so dokumentiert sondern auch die mögliche innovative Erweiterung des Netzwerks mit ausgewählter Technik und weiteren Partnern konnte so verständlich dargestellt werden. (siehe Abbildung 5).

Gerade bei komplexen (technischen) Zusammenhängen sind darstellende Materialien wichtige Instrumente. In räumlich verteilten Projektkonsortien ist oft eine gemeinsame Arbeit in Workshops und in der Praxis nicht möglich. Der dezentrale, asynchrone Bearbeitungsprozess kann durch Externalisierungen einfacher fortgeführt werden. Ausschlaggebend für den Erfolg von Kreativmethoden sind weitere Faktoren wie Gruppengröße, Homogenität der Gruppe (Endnutzer, Sekundärnutzer), Moderation, Methodenwahl, Aufwand, Vorbereitung und Nachbereitung. Ein wichtiger Aspekt bei der Arbeit mit Kreativmethoden ist, dass die Integration von Kreativitätstechniken hilfreich sein kann – jedoch nicht für alle Settings erfolgversprechend ist. Der Einsatz von Kreativmethoden macht vor allem Sinn, wenn die Ergebnisse einen hohen Innovationsgrad aufweisen sollen.

Herausforderungen und mögliche Probleme beim Einsatz der Methoden

Die Methodik des SBD ist inzwischen in vielen Anwendungsfeldern der Mensch-Maschine-Interaktion und soziotechnischen Systemen etabliert. Auch in AAL-spezifischen Projekten wurde der Nutzen der Methode verifiziert. Szenarien und Personas unterstützen zum einen ein einheitliches und konstantes Nutzerbild in Entwicklungsprojekten. Zum anderen unterstützen sie durch die Förderung von Empathie seitens der Entwickler den Transfer von Ergebnissen der Bedarfserhebung in die konkrete technische Entwicklung. Der Einsatz des SBD ist allerdings nicht problemlos. Ohne eine qualitative Bedarfsanalyse, welche auf Basis von realen Nutzern erstellt wurde, sind die entworfenen Personas rein hypothetisch. Man spricht von sogenannten *fake personas* (Nielsen, 2013). Auch handwerkliche Fehler bei den Szenarien können negative Folgeerscheinungen haben und so den ganzen Entwicklungsprozess verfälschen (*assumption scenario*) (Jarke, Bui, & Carroll, 1998). Ein wesentlicher Kritikpunkt an SBD ist der Aufwand für die Modellierung und Evaluation der Beschreibungen. Dies liegt auch daran, dass Szenarien häufig, gerade von technischer Seite, als Vorstufe von späteren (semi-) formalen Modellierungen gesehen werden und einige positive Effekte (z. B. Szenario als moderierendes Element beim Wissensaustausch

in interdisziplinären Arbeitsgruppen) nicht direkt wahrgenommen werden. Des Weiteren ist zu bedenken, dass die Szenarien nach der Wahrnehmung derer, die den Bedarf ermittelt haben, gestaltet wurden. Zusätzlich kommen Restriktionen hinsichtlich des technisch Machbaren hinzu. Um diese möglichen Fehler zu relativieren, sind wir der Charakteristik des UCD-Prozesses gefolgt, welcher die einzelnen Phasen iterativ durchläuft und so eine stetige Evaluation gewährleistet.

Die Methode des World Cafés ist, wie auch die Erarbeitung einer Akteure-Karte, eine sehr effektive Form der Partizipation. Diese Methode ist insofern als positiv zu beurteilen, da sie eine Revision der Vorurteile der Teilnehmer durch einen Perspektivwechsel ermöglichen kann. Es wird an den jeweiligen Tischen ein eigenes Dialog- und Verständnisnetzwerk geschaffen. Das World Café ist sehr flexibel, es ist eine lebendige Methode, die sich dem Kontext und den Akteuren individuell anpassen lässt. Der Prozess welcher dem World Café zu Grunde liegt ist simpel, jedoch mit gutem Ergebnispotential. In unseren Workshops haben wir erkannt, dass oftmals in der zweiten Runde ein gewisses *Sättigungsniveau* erreicht wird, d. h. dass die Beteiligung und Motivation rapide abnimmt. Dies kann möglicherweise auch daran liegen, dass die Workshopgruppe aus vorwiegend älteren Menschen bestand. Spontanität und Flexibilität sind unabdingbare Eigenschaften bei der Durchführung dieser Techniken. Bei der Methode des World Cafés und auch bei der SWOT-Analyse lassen sich sowohl soziale, als auch ethische Faktoren implementieren. Diese gehören auch zu den Akzeptanzrisiken, genau wie der kulturelle Kontext der Teilnehmer. Ein weiterer Aspekt ist die Emotionalität der Methoden. Zum Beispiel ist die Formulierung der bedeutenden Standpunkte ein Bereich, der für viele Teilnehmer oft mit Tabuthemen behaftet ist. Eine weitere Schwierigkeit, die fast immer in Gruppenarbeit auftritt, ist dass sich einzelne Teilnehmer zurückziehen bzw. zu dominant sind. Deswegen ist eine intervenierende Moderation dringend notwendig. Lösung kann hier zum Beispiel ein sogenannter Dialogstein sein, welcher die Diskussion strukturieren kann. World Cafés helfen dabei, tiefe Einblicke in die Erkenntnisentwicklung zu erlangen. Im Bezug auf inhaltliche Diskussionen generiert diese Technik neue Perspektiven auf zentrale Fragen und bestimmte signifikante Inhalte. Bei diesen generativen Methoden gehen jedoch auch viele Ideen und Vorschläge verloren – gleichzeitig werden aber durch den partizipativen Prozess neue Erkenntnisse auf einem fortgeschrittenen Level gewonnen.

Ergebnisse und Ausblick

In den vergangenen Jahren gab es unterschiedliche Forschungsaktivitäten, die sich mit der Anwendung von Designmethoden in AAL-Projekten beschäfti-

gen. Dennoch ist der bisherige Erkenntnisstand bei der expliziten Beschreibung von Anwendungsfällen bisher als gering zu bezeichnen. Mit Hilfe von Szenariotechniken und ausgewählten Workshop- und Kreativmethoden konnte eine produktive Zusammenarbeit in einer innovationsfreundlichen Atmosphäre unterstützt werden. Es zeigte sich, dass die Verwendung von darstellenden Materialien eine bedeutende Rolle in der Verständnisvermittlung und Förderung der Kommunikation zwischen Akteuren bewirkt. Die Förderung der Nutzerakzeptanz bei technischen Innovationen, mit denen der Nutzer bisher keine Erfahrung hat, ist eine der schwierigsten Herausforderungen in AAL-Projekten. Mit den Ergebnissen der Anwenderworkshops wird die Anforderungsanalyse ergänzt und erweitert. Auf Basis der so gewonnenen Ergebnisse werden in der nächsten Entwicklungsphase wiederum Kreativmethoden zum Einsatz kommen um konkrete Entwurfsentscheidungen für erste (Service-) Prototypen im Projekt zu erarbeiten. Die Ergebnisse dienen der technischen Entwicklung und der sozialen (Begleit-) Forschung und werden im weiteren Projektverlauf durch Tests in realen Umgebungen evaluiert.

Literaturverzeichnis

- ›Selbstbestimmt und sicher‹ Projekt-Website. (2013). Retrieved March 31, 2014, from <http://www.projekt.selbstbestimmt-und-sicher.de>
- ›Verbundprojekt für Soziale Inklusion – SONIA‹ Projekt-Website. (2013). Retrieved March 31, 2014, from <http://www.verbundprojekt-sonia.de/>
- Daniels, M., Van Ael, K., & Denis, A. (Eds.). (2011). *Service Design Toolkit 2011*. Brussels: Namahn; Yellow Window Service Design, Design Flanders. Retrieved from <http://www.servicedesigntoolkit.org/>
- DIN EN ISO 9241-210: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion*. (2011). Retrieved from <http://www.beuth.de/cmd;jsessionid=B0TPU3M0EIR466HIBMPV70B.3?workflowname=infolnstantdownload&docname=1728173&contextid=beuth&servicerefname=beuth&ixos=toc>
- Glende, S., Nedopil, C., Podtschaske, B., Stahl, M., & Friesdorf, W. (2011). *Erfolgreiche AAL-Lösungen durch Nutzerintegration. Ergebnisse der Studie „Nutzerabhängige Innovationsbarrieren im Bereich Altersgerechter Assistenzsysteme“* (p. 57). Berlin. Retrieved from http://www.youse.de/de/kompetenzen/publikationen/publikationen_2011
- Jarke, M., Bui, X. T., & Carroll, J. M. (1998). Scenario Management: An Interdisciplinary Approach. *Requirements Engineering*, 3(3-4), 155–173. doi:10.1007/s007660050002
- Nielsen, L. (2013). Personas-User Focused Design. In J. Karat & J. Vanderdonck (Eds.), *Human-Computer Interaction Series* (p. 164). Copenhagen: springer. doi:10.1007/978-1-4471-4084-9

- Rittel, H. W. J., & Webber, M. M. (1973). Dilemmas in a general theory of planning. *Policy Sciences*. doi:10.1007/BF01405730
- Rosson, M. B., & Carroll, J. M. (2002). Scenario-Based Design. In *The Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies and Emerging Applications*. Lawrence Erlbaum Associates, 2002, pp. 1032-1050. (pp. 1–35). virginia.
- Sanoff, H. (2006). Multiple Views of Participatory Design. *Journal of the Faculty of Architecture, Middle Eastern Technical University Faculty of Architecture, Middle Eastern Technical University*, 23(2), 11.
- Steier, F., Gyllenpalm, B., Brown, J., & Bredemeier, S. (2008). World Café. Förderung der Teilhabekultur. In *Politische Beteiligung-Einführung in dialogorientierte Instrumente politischer und gesellschaftlicher Partizipation*. VS Verlag für Sozialwissenschaften. doi:10.1007/978-3-531-91071-0_10
- Umbach, G. (2014). SWOT-Analyse und Portfolio-Bewertung. In *Erfolgreich als Medical Advisor und Medical Science Liaison Manager* (pp. 229–233). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. doi:10.1007/978-3-8349-4334-7
- Zavala, C. M., & Hirsch, S. (2012). Interdisziplinäre Spannungen durch Unschärfe-Herausforderungen für das Design. In *Enwerfen, Entwickeln, Erleben* (1st ed., pp. 77–93). Dresden: TUDpress Verlag der Wissenschaften Dresden.

Kontakt

M.A. Jennifer Müller
Hochschule Furtwangen
Robert-Gerwig-Platz1
78120 Furtwangen
muj@hs-furtwangen.de

Prof. Dr. Ing. Christophe Kunze
Hochschule Furtwangen
Robert-Gerwig-Platz1
78120 Furtwangen
kuc@hs-furtwangen.de

M.Sc. Madeleine Berger
Hochschule Furtwangen
Robert-Gerwig-Platz1
78120 Furtwangen
berma@hs-furtwangen.de

Einsatz von mobilen Eye Tracking Technologien in der nutzerorientierten Produktentwicklung

Moritz Mussnug, Quentin Lohmeyer und Mirko Meboldt

1 Einleitung

Produkte, die sich heutzutage erfolgreich am Markt durchsetzen, zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass sie sich stark an den Bedürfnissen des Nutzers bzw. an den Bedürfnissen einer Vielzahl verschiedener Nutzer in einem Spektrum variierender Anwendungsfälle orientieren. Folglich ist es für die Entwicklung neuer Produkte von entscheidender Bedeutung, relevante Nutzerbedürfnisse frühzeitig zu identifizieren und zielführend in den Produktentwicklungsprozess einfließen zu lassen. Zu diesem Zweck haben sich in der Praxis neben altbewährten Methoden, wie fragebogen- oder interviewbasierter Befragung, insbesondere User-Experience-Tests (Moser 2012) etabliert, in welchen Nutzer eine konkrete Aufgabenstellung erhalten, die es durch Anwendung des betreffenden Produktes erfolgreich zu bewältigen gilt. Nutzungsprozess wie auch Nutzungsergebnis werden dabei dokumentiert und im Anschluss ausgewertet.

Die Dokumentation erfolgt hier in der Regel videobasiert. Videoaufzeichnungen haben den Vorteil, dass sie das Nutzerverhalten mit einem hohen Grad an Vollständigkeit und Objektivität festhalten. Dies ermöglicht beispielsweise eine sequenzielle Auswertung zu einzelnen spezifischen Gesichtspunkten oder aber eine parallele Auswertung durch mehrere Fachleute unterschiedlicher Disziplinen. Ein wesentlicher Nachteil der konventionellen Videodokumentation besteht jedoch darin, dass die Beobachtung der Interaktion des Nutzers mit dem Produkt von außen, d. h. aus Sicht eines an der eigentlichen Produktnutzung unbeteiligten Person, erfolgt. Mobile Eye Tracking Technologien erlauben hier die videobasierte Dokumentation der Produktnutzung direkt aus der Perspektive des Nutzers. Dies erleichtert nicht nur den Vorgang, sich während der Auswertung in den Nutzer hineinversetzen zu können, um so bewusste, insbesondere aber auch unbewusste Bedürfnisse besser erkennen zu können. Der kontinuierlich erfasste Blickpunkt des Nutzers in der Interaktion mit dem Produkt ermöglicht es

zudem, nachzuvollziehen, wann der Nutzer welches Maß an Aufmerksamkeit auf bestimmte Elemente des Produktes oder der Umgebung lenkt (Helmert 2009). So kann aufgezeigt werden, in welchen Handlungen der Nutzer kognitiv gefordert bzw. in welchen er sogar überfordert ist.

Dieser Beitrag stellt den Einsatz von mobilen Eye Tracking Technologien zur Untersuchung des Nutzerverhaltens im Kontext der Entwicklung technischer Produkte vor. Anhand von drei grundlegend unterschiedlichen Fallbeispielen wird aufgezeigt, wie videobasierte Eye Tracking Daten genutzt werden können, um die Interaktion zwischen Nutzer und Produkt im realen Anwendungsumfeld hinsichtlich erfüllter und nicht erfüllter Nutzerbedürfnisse auszuwerten. Die Daten werden dabei durch Verwendung einer Eye Tracking Brille gewonnen, in die zum einen eine Kamera integriert ist, welche die Produktnutzung aus der Ego-Perspektive des Nutzers aufzeichnet. Zum anderen verfügt die Brille über zwei weitere Kameras und eine Infrarotsensorik, welche die Bewegung beider Augen erfassen und in Echtzeit berechnen, welcher Bereich im Blickfeld des Nutzers gerade im Fokus seiner Betrachtung steht. Durch die kompakte und integrierte Bauweise moderner Eye Tracking Brillen wird, im Vergleich zu früheren Technologien, der Nutzer kaum noch durch Einschränkungen seines Sichtfelds oder seines Bewegungsfreiraums beeinträchtigt.

Die vorgestellten Einsatzgebiete von mobilen Eye Tracking Technologien in realen Anwendungsfällen werden abschließend im Kontext einer nutzerorientierten Konzeptionierung und Gestaltung von Produkten diskutiert und ausgehend davon hinsichtlich Ihrer generellen Eignung zur Identifizierung zuvor unberücksichtigter Nutzerbedürfnisse bewertet.

2 Ansätze zur nutzerorientierten Produktentwicklung

Ehrlenspiel (2009) sieht im Informationsrückfluss über den Nutzer ein zentrales Element der integrierten Produktentwicklung. Er erläutert, dass die Erkenntnis über den Erfolg eines Produkts, die für den Hersteller wichtigste Eigenschaft, zwar erst im Lauf der Nutzung gewonnen wird, jedoch durch Erkenntnisse aus früheren ähnlichen Produkten ein Teil der zukünftigen Produkteigenschaften realistisch vorausgesagt werden kann. Insbesondere in den frühen Phasen der Produktentwicklung ist es folglich von besonderer Wichtigkeit, dass sich die Entwickler in die Sicht des Nutzers hineinversetzen und die Interpretation der Anforderungen und Ziele am Kundenwert, d. h. am persönlichen Nutzen sowie an den Erwartungen des Nutzers, ausrichten (Lohmeyer 2013).

Im Rahmen seiner Forschungsarbeit zur nutzergerechten Entwicklung von Produkten unterscheidet Glende (2010) zwischen vier grundlegenden Arten

methodischer Ansätze. Zur ersten Gruppe der statischen Standards zählt er beispielsweise Normen zur ergonomischen Gestaltung oder aber Checklisten von Prüfinstituten wie u. a. der Stiftung Warentest. Die zweite Gruppe bilden dahingegen prozedurale Standards, d. h. Ansätze die nutzerorientierte Anforderungen an ein Produkt nicht direkt vorgeben, sondern standardisierte Vorgehensweisen beschreiben, welche die Entwickler darin unterstützen nutzerorientiert zu denken und zu handeln (z. B. QFD). Mit der dritten Gruppe wird die Verwendung von Menschmodellen und Simulationen adressiert. Mithilfe dieser Ansätze wird die Wechselwirkung zwischen Mensch und Produkt in zum Teil komplizierten und dynamischen Umgebungen abgebildet, um so wertvolle Erkenntnisse für die weitere Entwicklung gewinnen zu können (Matthiesen *et al.* 2012). Die vierte und letzte Gruppe setzt sich aus Methoden der empathischen Produktentwicklung zusammen. Glende (2010) beschreibt, dass das Ziel dieser Methoden darin besteht, sich als Produktentwickler in die Zielgruppen verschiedener Nutzer hineinversetzen zu können. Er betont, dass hier der Grad erreichbarer Empathie insbesondere durch eine aktive Einbindung von Nutzern gesteigert werden kann. Und eben diese Einbindung kann durch die zweckmäßige Anwendung von Eye Tracking Technologien erzielt werden.

Bei Untersuchungen zur „User Experience“, also zu der in der Produktanwendung durch den Nutzer gemachten Erfahrung, steht insbesondere der Aufbau eines ganzheitlichen Verständnisses der Interaktion von Nutzer, Artefakt und Kontext im Fokus (Ortiz Nicolás & Aurisicchio 2011). User Experience Studien kommen derzeit insbesondere in der Softwareentwicklung zum Einsatz, wobei sich zu deren Unterstützung der Einsatz von Eye Tracking bereits weiträumig etabliert hat (Bojko 2013). Da in der Softwareentwicklung die Nutzung des Produktes ausschließlich am Bildschirm erfolgt, können hier sogenannte Remote Eye Tracker verwendet werden. Remote Eye Tracker sind stationäre Systeme, die zumeist direkt unter dem Monitor befestigt werden und den Vorteil bieten, überaus einfach sehr genaue Messergebnisse zu gewinnen (Mussnug *et al.* 2013). In der Entwicklung maschinenbaulicher bzw. mechatronischer Produkte gilt es jedoch, die Nutzung von physischen Produkte in der jeweiligen realen Anwendungsumgebung zu verstehen. Hier bietet sich der Einsatz von mobilen Eye Tracking Brillen (vgl. Abbildung 1) an, deren integrierte Kamera die vom Nutzer betrachtete Szene vollständig aufgezeichnet und deren Sensorik simultan den Blickpunkt des Nutzers innerhalb dieser Szene kontinuierlich erfasst.

Grundlage für die Auswertung von Eye Tracking Daten ist die Unterscheidung des menschlichen Sehens in verschiedene Ereignisse. Die zwei zentralen Ereignisse für die Analyse von Mensch-Produkt-Interaktionen sind Fixati-

onen und Sakkaden. Während einer Fixation fokussiert das Auge einen bestimmten Punkt für eine gewisse Mindestzeit und nimmt Informationen von der betrachteten Stelle auf. Sakkaden hingegen sind „Sprünge“ von einer Fixation zur nächsten. Während einer Sakkade ist der menschliche Sehapparat nahezu blind (Holmqvist 2011).



Abbildung 1: Mobile Eye Tracking Brille mit Aufnahmeeinheit

3 Einsatz von mobilem Eye Tracking

Das erste Fallbeispiel behandelt die Nutzung eines Direktbefestigungsgeräts. Dieses handgeführte Werkzeug wird dazu verwendet, um im professionellen Bauwesen Befestigungselemente, wie z. B. Nägel oder Bolzen, direkt durch einen einzelnen Impulseintrag in Stahluntergründe zu setzen. Die dazu notwendige Energie wird durch einen Verbrennungsvorgang bereitgestellt, bei welchem jeweils eine geringe Menge an Verbrennungsrückständen im Gerät zurückbleibt. Aus diesem Grund muss das Gerät in regelmäßigen Abständen vom Nutzer gewartet, d. h. teilweise demontiert und gereinigt, werden. Unter anderem kommt es dabei zu der Notwendigkeit den Kolben zu wechseln. Dieser Vorgang muss nicht durch Fachpersonal durchgeführt werden, sondern kann direkt vom Nutzer des Produktes vorgenommen werden.

Die hier vorgestellten Eye Tracking Daten dokumentieren den Handlungsablauf der Wartung eines solchen Geräts. Es werden dabei insbesondere Aspekte der Bedienungsfreundlichkeit bei der Demontage und Montage der einzelnen Gerätekomponenten untersucht. Hierzu wurde dem Versuchsteilnehmer die Aufgabe gestellt einen Kolbenwechsel vorzunehmen. Die Blickdaten im Szenenvideo (Abbildung 2) zeigen, dass der Benutzer des Direktbefestigungsgeräts zu Beginn der Aufgabe innerhalb kürzester Zeit viele verschiedene Stellen des Gerätes betrachtet. Es handelt sich hierbei um ein

überblickendes Blickmuster (engl.: skimming pattern), welches durch kurze Fixationen und lange Sakkaden gekennzeichnet ist (Mussnug *et al.* 2013). Nach der Identifikation des Hebels, der zur Demontage des Kolbens verstellt werden muss, wandelte sich das visuelle Verhalten des Nutzers zunehmend hin zu überprüfenden Blickmustern (engl.: scrutinizing pattern), welche durch lange Fixationen und kurze Sakkaden gekennzeichnet sind.

In diesem Fallbeispiel wird deutlich, dass auf Basis der aufgenommenen Blickdaten, Blickmuster identifiziert werden können, die den Entwickler darin unterstützen, die Benutzung eines Geräts in verschiedenen Sequenzen der Anwendung einzuteilen. Im Beispiel folgte auf die Suche nach dem Hebel zunächst eine Sequenz, in der der Nutzer versucht die genaue Funktionsweise des Hebels zu erkennen, bevor der Hebel letztendlich betätigt wird. Eine mögliche Auswertung der Sequenzen ist durch die Bestimmung der einzelnen Zeitaufwände gegeben. So können beispielsweise einzelnen Sequenzen isoliert werden, die verhältnismäßig lange dauern, mit dem Ziel bisher unerkannte Nutzerbedürfnisse zu identifizieren und so neue Ideen für nutzerorientierte Produktverbesserungen zu entwickeln.



Abbildung 2: Eye Tracking Video von der Interaktion mit einem handgeführten Gerät; von links nach rechts: Verlauf der Blickpunktes (innerhalb von 1,2 Sekunden)

Das im zweiten Fallbeispiel betrachtete Produkt ist ein leistungsstarkes E-Bike. Die Nutzung eines solchen elektrisch angetriebenen Fahrrads zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass auch über einen längeren Zeitraum mühelos relativ hohe Geschwindigkeiten von ca. 35 km/h gehalten werden können, wobei gerade im innerstädtischen Anwendungsfall gleichzeitig die visuelle Erfassung der Verkehrssituation für den Nutzer von zentraler Bedeutung ist. Mit Hilfe von mobilem Eye Tracking wurde hier untersucht, wie am Lenker befestigte Informations- und Kommunikationstechnologie die visuelle Aufmerksamkeit des Nutzers beeinflusst. Dazu wurde dem Versuchsteilnehmer die Aufgabe gestellt mit Hilfe der Applikation „google maps“ an einen definierten Ort in der Stadt zu navigieren.

In diesem Fallbeispiel wird sichtbar, dass das Nutzerverhalten bei der Verwendung eines E-Bikes im Stadtverkehr, dem eines Autofahrers stark

ähnelt. Abbildung 3 stellt dar, wie der Blickpunkt bei der Navigation in einem urbanen Gebiet in bestimmten Sequenzen auf die Straße (links) und in anderen auf die Navigationseinheit (rechts) deutet. Die aufgezeichneten Eye Tracking Daten zeigen weiter, dass die hohen Geschwindigkeiten und Beschleunigungswerte des E-Bikes dazu führen, dass nicht alle relevanten Informationen aus der Verkehrssituation einerseits und aus der Navigationseinheit am Lenker andererseits aufgenommen werden können. Besonders in Fällen, in denen beide Elementen der Applikation (d. h. Navigationsanweisung und reale Navigation) aktive Verhaltensweisen des Nutzers erfordern, kommt es zum Informationsverlust und schließlich zur Fehlnavigation. Bei der Betrachtung der eigenen Blickdaten durch den Fahrer selbst zeigte sich zudem, dass die Eye Tracking Daten relevante, dem Fahrer entgangene Informationen aufzeigen, die ihm in der Selbsteinschätzung nicht bewusst gewesen sind.

Die aufgezeichneten Videos geben somit Aufschluss darüber, in welchen Zeiträumen die Verkehrssituation nicht mehr wahrgenommen werden kann und in welchem Maße sich die Situation bis zum erneuten Blick auf die Straße verändert hat. Zudem geben sie implizites Wissen zum Nutzerverhalten preis, welches dem Nutzer selbst oft nicht bewusst ist und somit auch nicht allein über konventionelle Methoden, wie z. B. Befragungen, hätte erkannt werden können.



Abbildung 3: *Eye Tracking Video der Nutzung eines E-Bikes im Stadtverkehr;*
 links: *Aufmerksamkeit auf realer Navigation;*
 rechts: *Aufmerksamkeit auf Navigationsanweisung*

Im dritten Fallbeispiel wird die Nutzung eines Dialysegeräts analysiert. Dieses medizintechnische Produkt dient bei Patienten mit Nierenversagen zur regelmäßigen Reinigung des Blutes von Giftstoffen. Bei der hier untersuchten Behandlungsmethode handelt es sich um eine Peritonealdialyse, die durch den Patienten selbst zu Hause durchgeführt wird. Hierbei wird das

Blut nicht direkt gereinigt, sondern die Giftstoffe werden indirekt über eine Flüssigkeit, die in den Bauchraum des Patienten gepumpt wird, aufgenommen. Durch das zyklische Ein- und Ausbringen der Flüssigkeit wird das Blut schrittweise gereinigt. Bei der untersuchten Therapieform muss der Patient die Behandlung am Abend vorbereiten (ca. 45 min), über Nacht wird die Flüssigkeit dann automatisch ein- und ausgepumpt und am nächsten Tag muss er die Apparatur reinigen (ca. 30 min). Im Zuge einer Studie wurden Patienten zu Hause besucht, um die Nutzung des Geräts zur Peritonealdialyse im natürlichen Anwendungsumfeld mittels mobilem Eye Tracking aufzuzeichnen.

Die mithilfe der Eye Tracking Brille erfassten Daten werden in diesem Beispiel nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ ausgewertet. Um exakt bestimmen zu können, wie oft und wie lang die Aufmerksamkeit des Nutzers auf den einzelnen Interaktionselementen liegt, werden diese Bereiche im aufgezeichneten Video als sogenannte AOIs (engl.: Areas of Interest) definiert (vgl. Abbildung 4). Somit kann exakt bestimmt werden, wie lange der Patient in welchen Bereich schaut. Die Analyse der Daten zeigt, dass es eine geringe visuelle Aufmerksamkeit auf das Gerät selbst gibt, was durch eine geringe Summe aller Fixationen auf das Gerät belegt wurde. Die Aufmerksamkeit auf das Gerät selbst ist somit als eher gering einzustufen, was unter anderem auf eine bereits nutzerorientierte Bedienbarkeit des Geräts hinweist. Vielmehr wird stattdessen offensichtlich, dass die Interaktion mit der Peripherie und dem zusätzlichen zur Peritonealdialyse notwendigen Elementen für den Nutzer eine sehr große Bedeutung in der Nutzung zukommt.



Abbildung 4: Eye Tracking Video vom Patient in der Heimdialyseanwendung; eingearbeitete dynamische AOIs (links) mit eingeblendeten Messwerten (rechts)

Die quantitative Auswertung von mobilen Eye Tracking Daten ermöglicht es, Nutzerverhalten anhand von Messwerten zu erfassen und somit auf eine evidenzbasierte Grundlage zu stellen. Die Möglichkeit einer solchen Analyse ist etwa durch eine Beobachtung von Außen kaum umzusetzen, da der Patient zumeist dem Gerät zugewendet steht und dennoch das Gerät selbst kaum betrachtet.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Die Anwendung von mobilen Eye Tracking Systemen ist für die Untersuchung von Produkt-Nutzer-Interaktionen sehr gut geeignet. Diese Systeme erlauben es im Gegensatz zu Remote Eye Tracking Systemen, die Interaktion in der realen Umgebung der Produktnutzung aufzunehmen. Zudem sind sie minimal invasiv, was bedeutet, dass sie den Nutzer nur in sehr geringem Maße beeinflussen, da sie wie eine Brille getragen werden können. Die Videodaten werden aus der Sicht des Nutzers erhoben, was dazu führt, dass – entsprechend der Grundidee der empathischen Produktentwicklung – sich der Entwickler bei der Analyse der Daten besser in den Nutzer hineinversetzen kann und er so die Produktnutzung aus dem gleichen Blickwinkel nachvollziehen kann. Durch die Visualisierung des Blickpunktes werden darüber hinaus zusätzliche Informationen sichtbar, die mit konventionellen Videoaufnahmen aus der Außenperspektive verborgen bleiben.

Die mit mobilen Eye Tracking Technologien erhobene Daten können unter anderem dazu dienen, die Interaktion zwischen Produkt und Nutzer in einzelne Handlungssequenzen zu unterteilen und daran die Anwendung systematisch zu strukturieren. Insbesondere die Identifikation von überblickenden (skimming) und überprüfenden (scrutinizing) Blickmustern, die hier auch in mobilen Eye Tracking Daten identifiziert werden konnten, unterstützen die Einteilung in Sequenzen dabei maßgeblich (Fallbeispiel 1).

Des Weiteren kann mithilfe der Daten auch festgestellt werden, welche Informationen durch den Nutzer während der Produktnutzung nicht wahrgenommen werden (Fallbeispiel 2). Anhand der vorgestellten Beispiele konnte exemplarisch gezeigt werden, dass sowohl bei nicht wahrgenommenen, als auch bei eindeutig betrachteten Stellen die Blickdaten aus der Ego-Perspektive den Gewinn von Erkenntnissen erlauben, die dem Nutzer selbst nicht bewusst sind und somit auch nicht durch konventionelle Methoden erlangt werden können. Der Zugang zu diesem impliziten Wissen ist eine der wesentlichen Stärken von mobilen Eye Tracking Technologien.

Schließlich erlauben es die gemessenen Eye Tracking Daten die Interaktion zwischen Produkt und Nutzer auch quantitativ auszuwerten (Fallbeispiel 3). Die evidenzbasierte Erforschung des visuellen Verhaltens des Nutzers

ermöglicht deutlich genauer Ergebnisse als etwa durch eine Beobachtung von Außen möglich ist.

Bei der Implementierung von mobilen Eye Tracking Technologien ist es wichtig, im Einzelfall abzuschätzen bis zu welchem Grad ihr Einsatz sinnvoll ist. Bereits die qualitative Analyse der Daten kann große Aufschlüsse über die Produktnutzung geben und ist mit vergleichbar geringem Aufwand umzusetzen. Eine quantitative Analyse kann hingegen schnell sehr aufwendig werden. Insbesondere die Tatsache, dass das aus der Ego-Perspektive aufgenommene Video dynamisch ist, d. h. das Videobild sich durch die Kopfbewegung und die Handhabung des Produktes permanent ändert, erhöhen den Aufwand der Auswertung mobiler Eye Tracking Rohdaten. In Zukunft ist es daher eine zentrale Herausforderung der Forschung, die Analyse von dynamischen Stimuli, die durch die Verwendung von mobilen Eye Tracking Systemen entstehen, zu optimieren und Tools zu entwickeln die den Umgang mit solchen Daten erleichtern.

Literaturverzeichnis

- Bojko, A. 2013: Eye Tracking the User Experience: A Practical Guide to Research. Brooklyn: Rosenfeld Media.
- Ehrlenspiel, K. 2009: Integrierte Produktentwicklung. München: Hanser.
- Glende, S. 2010: Entwicklung eines Konzepts zur nutzergerechten Produktentwicklung. Dissertation, TU Berlin.
- Helmert, J.R. 2009: Der Zusammenhang von objektivem und subjektivem Blickort als Indikator für die visuelle Aufmerksamkeitsausrichtung. Dissertation, TU Dresden.
- Holmqvist, K., Nyström, M., Andersson, R., Dewhurst, R., Jarodzka, H., van de Weijer, J. 2011: Eye Tracking – A Comprehensive Guide to Methods and Measures. New York: Oxford University Press.
- Lohmeyer, Q. 2013: Menschzentrierte Modellierung von Produktentstehungssystemen unter besonderer Berücksichtigung der Synthese und Analyse dynamischer Zielsysteme. Dissertation, KIT.
- Matthiesen, S., Mangold, S. & Schaefer, T. 2012: Modellierung und Simulation des Hand-Arm-Systems bei stoßartiger Anregung. DfX-Symposium 2012, Bamberg.
- Moser, C. 2012: User Experience Design: Mit erlebniszentrierter Softwareentwicklung zu Produkten, die begeistern. Berlin: Springer.
- Mussnug, M., Lohmeyer, Q. & Meboldt, M. 2013: Untersuchung des visuellen Verhaltens von Konstrukteuren als Grundlage einer menschzentrierten Entwicklungsmethodik. Kolloquium Konstruktionstechnik 2013, Aachen.
- Ortiz Nicolás, J.C. & Aurisicchio, M. 2011: A Scenario of User Experience. International Conference on Engineering Design ICED'11. Copenhagen, Denmark.

Kontakt

Dipl.-Ing. Moritz Mussnug
Dr.-Ing. Quentin Lohmeyer
Prof. Dr.-Ing. Mirko Meboldt
ETH Zürich
Tannenstrasse 3
8092 Zürich (Schweiz)
www.pdz.ethz.ch

Methode zur nutzergerechten Interfacegestaltung auf der Basis eines idealen Informationsablaufs zwischen funktionalen und formalen Anforderungen

Markus Schmid

1 Einleitung

Der Fokus bei einer heutigen Produktentwicklung konzentriert sich auf die Mensch-Maschine-Schnittstelle, die sogenannte Interfacegestalt. Zwischen Maschine und Mensch erfolgt eine bidirektionale Informationsübertragung. Das Ziel einer idealen Interfacegestalt besteht aus dem richtigen Verhältnis zwischen den funktional ergonomischen und formal ästhetischen Informationen, die dem Benutzer eine eindeutige, fehlerfreie und lernförderliche Bedienung ermöglichen. Mit der vorgestellten Methode dieses Beitrages

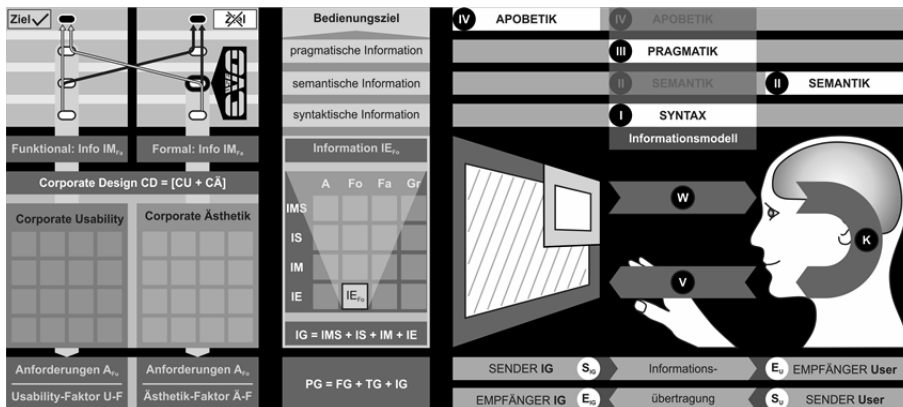


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Methode zum idealen Informationsablauf zwischen funktionalen und formalen Anforderungen

soll auf der Basis eines 4-Ebenen-Informationsmodelles ein Bewertungstool für Interfacekonzepte in einer frühen Entwicklungsphase für alle am Gestaltungsprozess Beteiligten vorgestellt werden. Die gesamte Methodik ist in Abbildung 1 dargestellt. Die einzelnen Bereiche werden in den folgenden Kapiteln der Reihenfolge nach erläutert.

2 Mensch-Maschine-Schnittstelle

Die Mensch-Maschine-Schnittstelle wird durch die Kommunikation zwischen der in der Produktgestalt integrierten Interfacegestalt und dem Nutzer beschrieben. In der bidirektionalen Informationsübertragung kann sowohl die Interfacegestalt als auch der Benutzer als Sender bzw. Empfänger bezeichnet werden. Die Interfacegestalt als Sender sendet dem Benutzer als Empfänger über die Wahrnehmungskanäle (W) multimodale Informationen zu. Multimodalität bedeutet hier, dass der Empfänger Informationen gleichzeitig z. B. über den visuellen, haptischen und akustischen Kanal empfängt. Der Vorteil einer multimodalbasierten Information liegt in der Steigerung der Wahrnehmungsleistung bei gleichzeitiger Reduktion der Reaktionszeit (Pfeffer 2007). In der zweiten Phase – der sogenannten kognitiven Phase – findet die Verarbeitung der Information statt. Der Entscheidungsvorgang wandelt den Empfänger zum Sender. Der Benutzer sendet durch sein Verhalten Information an die Interfacegestalt des Produktes zurück. Das Interface wandelt sich jetzt zum Informationsempfänger.

Der Benutzer bearbeitet diese Informationen kognitiv (K), entscheidet sich und führt mit seinem Verhalten (V) im besten Falle die richtige und zielführende Handlung aus.

Aktuell wird sehr stark über die Zunahme des Automatisierungsgrades in der Fachwelt diskutiert. Autonome Produkte auf der einen Seite und manuelle Bedienung auf der anderen Seite sind die Extreme auf der Automatisierungsskala. Gerade der häufige Einsatz von automatisierten Vorgängen hat einen Einfluss auf die Qualität der manuellen Bedienung (Pasztor, 2013). Weiterhin wird darüber diskutiert, wer im Falle einer Unfallverursachung bei einem autonomen System die Verantwortung trägt. Die Schuldzuweisung in Richtung einer Maschine kann wohl weniger eine adäquate Lösung sein. Im Extremfall dominiert die Maschine den Menschen und nicht umgekehrt der Mensch die Maschine.

3 Information, Informationsmodell und Informationsablauf

Aus Daten entstehen Informationen und aus Informationen Wissen. Wissen ist eine Art von bewerteter Information. Umso mehr ein Mensch an Bewertungswissen in seinem Leben angesammelt hat, desto präziser wird sein

Umgang mit Information. Ab einem gewissen Level an Bewertungswissen ist man in der Lage neue Informationen zu bewerten und auszuwählen um in einer heutigen Informationsgesellschaft mit ständig wachsender Informationsflut zu überleben.

Der Informationsbegriff (DIN 44 300) wird wie folgt definiert. Die Information über ein Ereignis x_i mit der Eintrittswahrscheinlichkeit p_i beträgt:

$$I(x_i) = \text{ld} \left(\frac{1}{p_i} \right) \quad [\text{Bit}]$$

Häufigere Ereignisse haben einen geringeren, seltenere dagegen einen hohen Informationsgehalt. Diese Definition ist für die spätere Betrachtung einer Interfacegestalt von großer Bedeutung. Aus ergonomisch funktionaler Sicht ist für den Benutzer wichtig, aus einer Gesamtheit eines Interfacesystems die richtige Information herauszufinden. Gleichzeitig kann diese sich aus der Gesamtheit hervorhebende Information störend auf ästhetische Prinzipien auswirken.

Das hier zugrunde gelegte Informationsmodell basiert auf 5 Ebenen (Gitt, 1998), die die Information von unten nach oben durchläuft. Zur weiteren Betrachtung kann die erste Ebene der Statistik ausgeklammert werden. Der statische Gehalt oder auch Informationsgehalt von Anzeigern mit n Zuständen wurde von (Shannon, Weaver 1976) definiert und hat bis heute Gültigkeit:

$$\text{Informationsgehalt } I = \text{ld } n \quad [\text{Bit}]$$

Für ein Lämpchen als Anzeiger mit den beiden Zuständen „ON“ und „OFF“ errechnet sich nach dieser Formel einen Informationsgehalt von 1 Bit. Bei der Anwendung dieser Formel bei unterschiedlichen Anzeigern wird schnell ersichtlich, dass der statistische Informationsgehalt nur wenig über die Qualität einer nutzergerechten Gestaltung sagt.

Das 4-Ebenen-Informationsmodell beschreibt die für einen idealen Informationsablauf notwendigen Ebenen. In der syntaktischen Ebene (SYNTAX) werden die dem Benutzer dargebotenen Informationen decodiert. Die in diesem Code versteckten Bedeutungen werden anschließend in der semantischen Ebene (SEMANTIK) interpretiert. Diese Bedeutung wird in der dritten Ebene (PRAGMATIK) in eine Handlung umgesetzt. Bei einem fehlerfreien Informationsablauf in den ersten drei Ebenen wird die vierte Ebene (APOBETIK) und somit das beabsichtigte Bedienzziel erreicht. Die ersten drei Ebenen des Informationsablaufes werden in der Abbildung 2 mit den drei Abschnitten der Mensch-Maschine-Schnittstelle synchronisiert. Der syntaktische Teil der Information entspricht dem Wahrnehmungskanal. Der kogni-

tive Vorgang läuft parallel zum semantischen Teil und das Verhalten wird durch den pragmatischen Teil abgerundet. Die 4. Ebene der Apobetik wird als Zielerreichung der Information dem Produkt und seinem Interface zugeordnet.

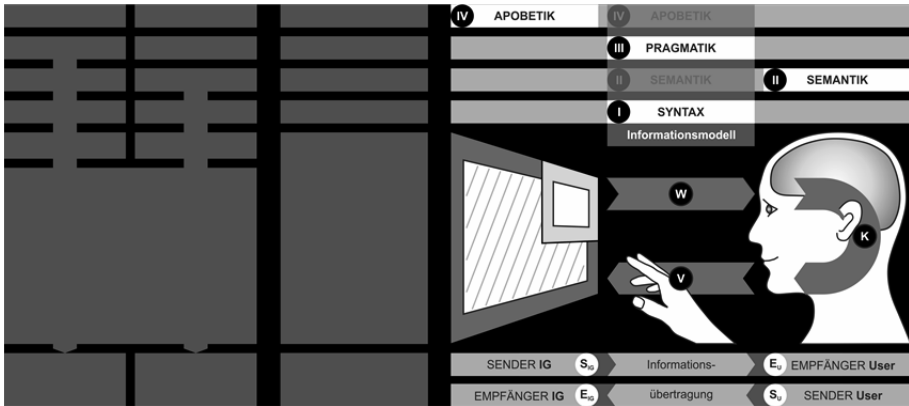


Abbildung 2: Vereinigung des Basisschemas der Mensch-Maschine-Kommunikation mit dem 4-Ebenen-Modell der Informationsübertragung

4 Informationsablauf funktionaler und formaler Anforderungen

4.1 Interfacegestalt im Kontext der Produktgestalt

Die Interfacegestalt ist immer im Kontext zur Produktgestalt zu sehen. Die Produktgestalt (PG) baut sich aus den Teilgestalten der Funktions- (FG), Tragwerks- (TG) und Interfacegestalt (IG) auf. Mehrere Interfacesysteme einer Interfacegestalt werden zu einem Interfacemetasystem (IMS) zusammengefasst. Das Interfacesystem (IS) teilt sich in die Interfacemodule (IM) auf, die wiederum aus den Interfaceelementen (IE) der Anzeiger und Stellteile bestehen. Die Kombination aus den genannten Interfaceteilgestalten mit den Teilgestalten Aufbau (A), Form (Fo), Farbe (Fa) und Grafik (Gr) ergibt die Matrix (siehe Abbildung 3) der gesamten Interfacegestalt. Jede der Teilgestalten der Lösungsmatrix sendet Informationen über die drei Ebenen an den Nutzer. Gleichzeitig werden aus dem Kontext der Teilgestalt IE_{Fo} zu anderen vertikal und horizontal angeordneten Teilgestalten Kontextinformationen an den Nutzer gesendet.

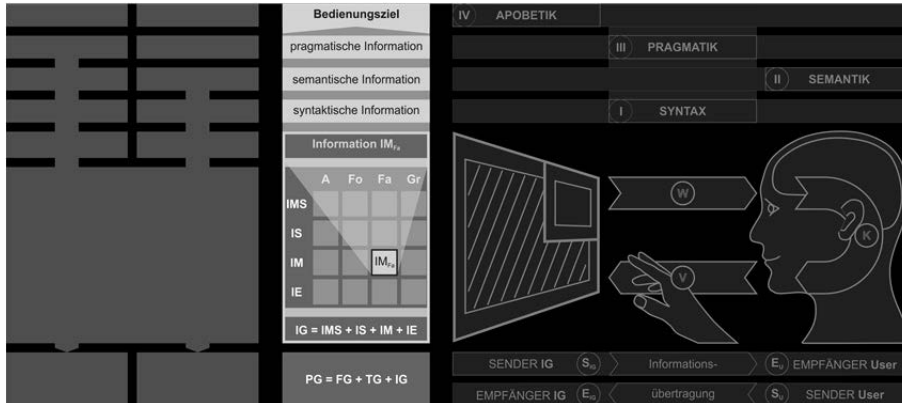


Abbildung 3: Matrix der Interfacegestalt und die ausgesendete Informationen im horizontalen und vertikalen Kontext

Die aus den einzelnen Elementen der Matrix aufgenommene Information (z. B. IE_{Fo} : Form des Interfaceelements), kann in eine funktional ergonomische Anforderung (A_{Fu}) und formal ästhetische Anforderung (A_{Fo}) aufgeteilt werden.

4.2 Anforderungen der Makro- und Mikroergonomie

In der Makroergonomie wird die Planungs- und Konzeptphase der Entwicklung einer Produktgestalt berücksichtigt. In diesen beiden Phasen liegt der Fokus auf dem Aufbau und der Form der Interfacegestalt. Grundlage für die Makroergonomie sind die verschiedenen Bedienszenarien (BSZ) einer ganzheitlichen Bedienung. Dabei wird speziell der Blick auf den Worst Case (WoC) und Most Frequent Case (MoFC) gerichtet. Die Gewichtung dieser Bedienszenarien hängt entsprechend von den Kriterien der Bedienzeit, der Schwierigkeit oder der Häufigkeit ab. Die Makroergonomie basiert auf einem den Körpergrößen entsprechenden räumlichen Ergonomie- und Höhenraster. Darin wird der primäre, sekundäre und tertiäre Bereich der Seh- und Greifräume festgelegt.

In der Mikroergonomie wird die Konzept- und Entwurfsphase der Entwicklung einer Produktgestalt berücksichtigt. In diesen beiden Phasen liegt der Fokus auf der Form, der Farbe und der Grafik der Interfacegestalt. Grundlage für die Mikroergonomie sind die verschiedenen Bedienschritte (BSC) eines Bedienszenarios. Dabei wird wie bei der Makroergonomie der Blick auf den Worst Case (WoC) und Most Frequent Case (MoFC) gerichtet. Die Gewichtung der Bedienschritte hängt entsprechend von den Kriterien der Bedienzeit, der Schwierigkeit oder der Häufigkeit ab. Die der Mikroergono-

mie zugrundeliegenden Bedienschritte repräsentieren die Interfaceelemente Anzeiger und Stellteile. Auf der Basis einer allgemeingültigen Bewertung: Erfüllungsgrade und Gewichtungsfaktoren können Usability-Faktoren erstellt werden.

4.3 Funktionaler Anteile einer Interfacegestalt

Die funktional ergonomische Teil der Anforderung bezieht sich auf die reine Bedieninformation eines Interfaceelementes und resultiert in einem aufsummierten Usability-Faktor. Darin sind alle bedienhinweisenden Informationen in Aufbau, Form, Farbe und Grafik enthalten. Da schon alleine diese Elemente nicht eindeutig sind, können schon erste Mehrdeutigkeiten in der Syntax entstehen. Dies hängt stark mit den individuellen Erfahrungswelten der jeweiligen Benutzer zusammen. Der ideale Informationsablauf einer Interfacegestalt auf der Basis ergonomischer Anforderungen ist durch eine umfassende Wissensbasis gut zu realisieren und kann mit einem Usability-Faktor objektiv bewertet werden.

Bei einer nutzerzentrierten Vorgehensweise müssen die funktional ergonomischen Anforderungen Festforderungen sein. Sobald diese zu Mindestforderungen herabgestuft werden, kann die Bedienungsqualität negativ beeinflusst werden.

Bei einem hohen Anteil von definierten Festforderungen der funktionalen Interfacegestalt werden die Konzeptvarianten stark reduziert. Im Extremfall ergibt sich eine ideal funktionierende Gestalt. Diese Basisinterfacegestalt kann durch formale Interfacegestalten zu kundentypischen Varianten variiert werden.

4.4 Formaler Anteile einer Interfacegestalt

Der formal ästhetische Teil der Anforderungen einer Interfacegestalt beeinflusst aber je nach dem die Qualität der funktionalen Anforderungen. Die formal ästhetische Information muss also im Kontext der funktionalen Anforderung das Bedienungsziel (Apobetik) fehlerfrei erreichen.

Die Beschreibung formal ästhetischer Aspekte von Interfacegestaltelementen ist deshalb schwierig, weil eine klare Aufteilung zwischen objektiven und subjektiven Kriterien fehlt. Alle Anforderungen aus dem objektiven Bereich basieren auf der evolutionären Ästhetik (Volland, Grammer 2003). Darin werden Gestaltprinzipien beschrieben, die teilweise für überlebensnotwendige Entscheidungen notwendig waren und sich in unserer Wahrnehmung bis heute instinktiv im orbitofrontalen Kontext (Zeki 2010) festgesetzt haben. Die subjektiven Kriterien beziehen sich stark auf die persönliche

Erfahrungswelt und der permanenten Reizbefriedigung von Produktgestalten. Dieser evolutionär geprägte Instinkt beeinflusst unsere Bedienungsscheidung stark, obwohl die ursächlichen Wirkungen größtenteils nicht mehr zutreffen. Das ästhetische Maß nach Birkhoff (Birkhoff 1933). wird definiert:

$$M = \frac{\text{Ordnung}}{\text{Komplexität}} = \frac{O}{C}$$

Der Birkhoffsche Quotient bezieht sich auf das Verhältnis von Ordnung zu Komplexität. Umso höher das ästhetische Maß, desto schöner das Produkt. Die Regel die hinter der Formel steckt bedeutet, dass eine Produktgestalt mit einem hohen Ordnungsgrad und einer geringen Komplexität als „schön“ empfunden wird. Birkhoff hat bei seinen damaligen Untersuchungen sich mit abstrakten geometrischen Formen sowie mit Vasen als Alltagsgegenstand beschäftigt. Die Frage des Gebrauches kam dabei nicht zum tragen. Betrachtet man aktuell prämierte Designobjekte, könnte man glauben, dass auch hier die Umsetzung mit dem Birkhoff'schen Quotienten zum Ziel geführt hat. Oft ist aber die Gestalt mit einem hohen ästhetischen Maß auf Kosten der Gebrauchstauglichkeit entstanden. Für eine nutzergerechte Interfacegestalt sollte ein eigenes Maß für die Usability, das auf der Informationsdefinition basiert, eingeführt werden. Dieses neue „ergonomische Maß“ würde dann bei einer hohen Komplexität und einem geringen Ordnungsgrad zu einer guten Beurteilung der Usability führen. Das bisher verwendete ästhetische Maß wird mit der Einführung des „ergonomischen Maßes“ erweitert (siehe Abbildung 4).

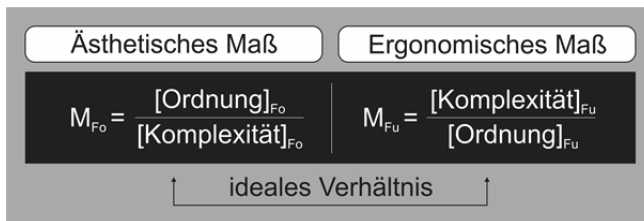


Abbildung 4: Neue Definitionen vom ästhetischen und ergonomischen Maß

4.5 Wissensanteile formaler und funktionaler Anteile bei Gestalter und Nutzer

Je nach Begabung und Ausbildung der Gestalter von Produkten entstehen große Unterschiede in den Ausprägungen der Interfacegestalten. Ingenieure gestalten Funktionsinterfaces von Investitionsgütern für funktionsorientierte Kunden. Designer gestalten Designinterfaces von Konsumgütern für formalorientierte Kunden.

Der subjektive Anteil von formalen Informationen und formalem Wissen hängt von unterschiedlichen Parametern ab, wie z. B. die persönliche Begabung und die Ausbildung. Gleichzeitig ist die Wirkung eines Objektes im jeweiligen Kontext zu sehen. Die Reizabschwächung ist bei Homo Sapiens stark ausgeprägt und benötigt aufgrund dieses Phänomens eine häufig nicht funktional begründete Änderung der Produkt- und somit auch der Interfacegestalt. Bei der beidseitigen Betrachtung einer Produktgestalt aus Sicht des Gestalter und des Benutzers können diese unterschiedlichen Anteile nochmals verdeutlicht werden.

4.6 Parallelisierter Informationsablauf von funktionalen und formalen Anforderungen

Beim funktionalgewichteten Informationsfluss (Fall A) sind die funktionalen Anforderungen der Interfacegestalt Festforderungen. Dies bedeutet, dass der Informationsfluss semantisch eine funktionale Handlung induziert. Dagegen bei einem formalgewichteten Informationsfluss (Fall B) sind die funktionalen Anforderungen Bereichsforderungen. Das ergonomische Ideal (Festforderung) wird von der formalen Anforderung beeinflusst und führt in der dritten Ebene zu einer formalen Handlung, die eine Reduktion der ergonomischen Qualität (Bedienkomfort) bewirkt und als Konsequenz evtl. das Bedienziel verfehlt. In Abbildung 5 sind die beiden Fälle des Informationsflusses dargestellt.

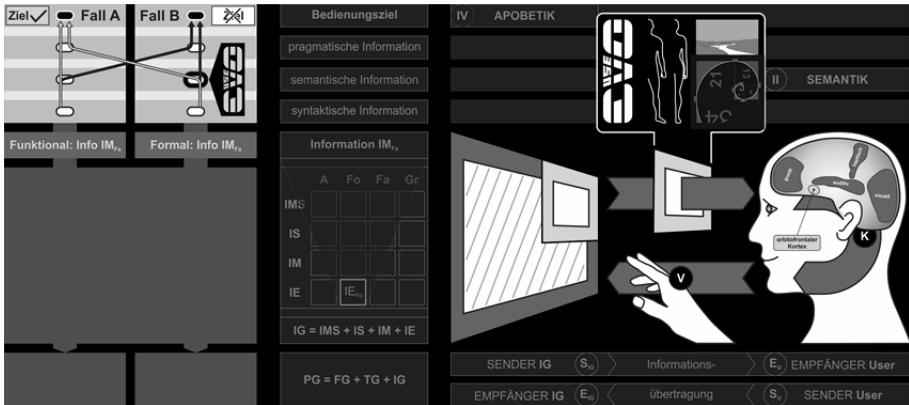


Abbildung 5: Fall A und Fall B: Informationsablauf der funktionalen und formalen Informationsflüsse und der Positionierung der Methode EVOUse zur Erreichung des Bedienziels

5 Methode *EVOuse* als Teil der Gesamtmethode

Mit der Methode *EVOuse* (Schmid, Maier 2011) kann frühzeitig bei der Neugestaltung eines Interfaces der Informationsfluss des Falles B verhindert werden. Dieser negative Einfluss könnte mit *EVOuse* behoben werden, wenn der formalzentrierte Informationsfluss in der semantischen Ebene (siehe Abbildung 5) den zielführenden Verlauf nimmt. Definition von *EVOuse*:

„*EVOuse* ist eine Methode zur instinktgerechten Wahrnehmung ergonomischer Qualitäten einer Interfacegestalt.“

Mit *EVOuse* werden funktionale Interfacegestalten der heutigen Zeit mit evolutionär geprägten und damals überlebensnotwendigen Prinzipien kombiniert um unseren orbitofrontalen Kortex (Zeki 2010) zu befriedigen. Die Kombiinformationen, die wir visuell aufnehmen, geben uns oft nicht die für eine zielführende Bedienung notwendig funktionalen Informationen. Um dieses Paradox zu beheben, muss bei funktional fixen Interfacegestalten dem Nutzer ein orbitofrontal befriedigendes Bild geliefert werden. Vor die ergonomisch sinnvolle Interfacegestalt wird dem Nutzer sozusagen eine „evolutionäre Brille“ gesetzt (siehe Abbildung 5). Diese visuelle Information überdeckt somit die tatsächlich von der funktional sinnvollen Gestalt ausgesendeten Informationen. Deshalb gilt folgender Grundsatz:

„Für unser steinzeitlich geprägtes Gehirn müssen nutzerzentrierte Interfacegestalten der heutigen Zeit formal auf das Empfinden und Beurteilen unserer Vorfahren adaptiert werden.“

6 Anwendung der Methode auf eine Interfacegestalt

Das Ziel der Methode besteht nun darin, in einer frühen Phase der Produktentwicklung die gesamte Matrix einer Interfacegestalt auf den Ebenen der Informationsübertragung zu untersuchen. Dabei werden auf der syntaktischen und semantischen Informationsebene der positive oder negative Einfluss der formal ästhetischen Anforderungen auf die funktional ergonomischen Anforderungen überprüft. Bei einem negativen Einfluss kann durch eine falsche semantische Interpretation eine Fehlhandlung zu einer Fehlbedienung führen.

Am Beispiel einer Interfacegestalt (Stellteil mit Anzeiger) wird die beschriebene Methode vorgestellt (siehe Abbildung 6). Dabei wird mit der Methode *EVOuse* gezeigt, wie trotz unserer instinktbehafteten Wahrnehmung ästhetische Prinzipien einen positiven Einfluss auf die Bedienung haben können.

Als Beispiel für die Methode *EVOuse* wird die Interfacegestalt eines Multi-Source HiFi-Komplettsystems (<http://www.taelektroakustik.de/>) herangezogen. Die tatsächlich kaufbare Interfacegestalt kennzeichnet sich durch eine formal ästhetische Gewichtung. Alle Tasten sind der gleichen Art und übertragen somit die gleiche Information. Aus Sicht der Werkzeugkosten entsteht bei gleicher Art der Stellteile ein großer Kostenvorteil. Würde man die Interfacegestalt des CD-Players aus funktional ergonomischen Anforderungen aufbauen, ändert sich das Bild extrem durch die Erhöhung der Artenzahl. Somit sendet nahezu jedes Stellteil eine andere Information an den Benutzer. Aus formal ästhetischer Betrachtungsweise entsteht somit eine Interfacegestalt geringerer Qualität. Die dritte Stufe zeigt eine Interfacegestalt, bei der die funktionale Gestalt zugrunde liegt und mit formalen Elementen ergänzt wurde. Die funktionale Gruppierung der Interfaceelemente wurde formal verstärkt und dadurch gleichzeitig die durch die funktionale Gestalt entstehende informationsgeprägte Unruhe visuell homogenisiert. Das Interfacesystem bekam eine „formale Klammer“, die mit einem evolutionären Kurvenverlauf gekennzeichnet wurde.

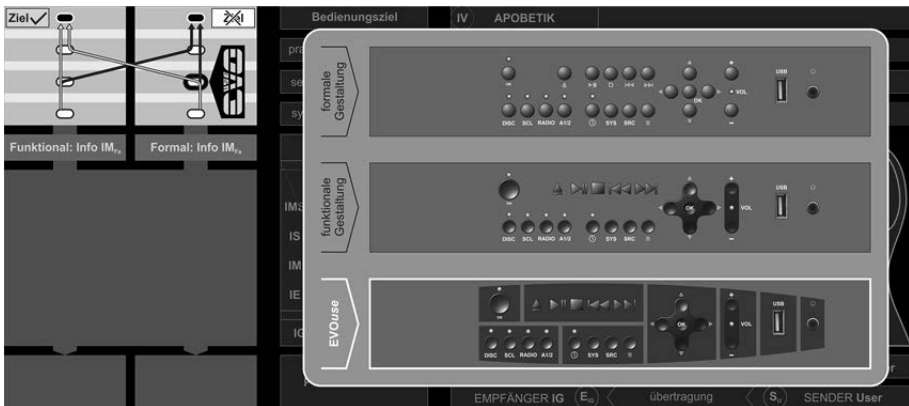


Abbildung 6: Die beiden Extreme einer formal- und funktionalzentrierten Interfacegestalt und die ideale Interfacegestalt mit der Methode *EVOuse*

7 Corporate Design = Corporate Usability + Corporate Ästhetik

Nach (Koppelman 2001) wird die Corporate Identity in die vier Gruppen Corporate Culture, Corporate Communication, Corporate Design und Corporate Image unterteilt. Das Corporate Design wird darin wie folgt definiert: „Corporate Design legt die Rahmenbedingungen für das optische Erscheinungsbild des Unternehmens fest, das vom Briefbogen bis zur Architektur reichen kann. Damit sind auch Grundüberlegungen der Produktgestaltung verbunden.“

Corporate Design wird sehr häufig bei der Produktentwicklung verwendet und unterschiedlichste Definitionen sind in der Literatur zu finden. Eine völlig neue Definition und Betrachtungsweise wurde auf dem Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung 2013 (Schmid, Maier 2013) vorgestellt. Die Definition des Begriffes Corporate Design wurde hier mit folgender Formel vorgestellt:

$$\text{Corporate Design} = \text{Corporate [Usability + Ästhetik]}$$

Aus den beiden zielführenden Informationsverläufen des Falles A können rückwirkend Anforderungen für die neue Interfacegestalt gewonnen werden. Diese werden auf die funktionale und formale Matrix der Lösungsgestalt übertragen. Auch hier wird deutlich, dass die Matrix der Corporate Usability die Matrix der Corporate Ästhetik dominiert. Aus den funktionalen und formalen Anforderungen kann sowohl ein Usability-Faktor als auch Ästhetik-Faktor generiert werden (siehe Abbildung 7).

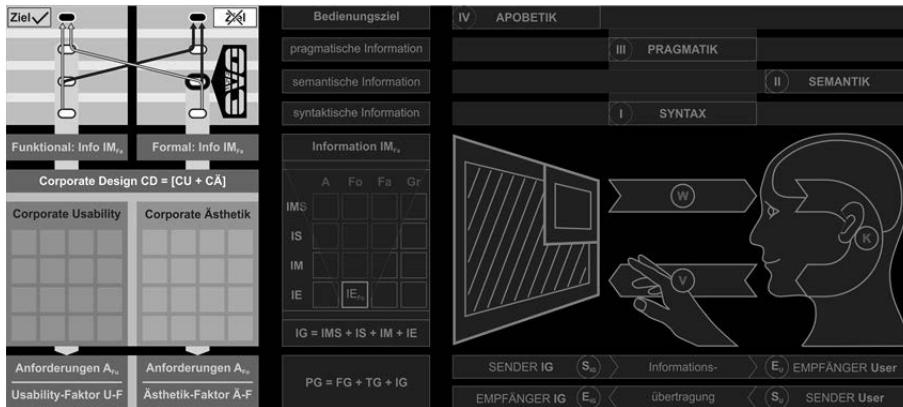


Abbildung 7: Corporate Design als Summe aus den Teilbereichen Corporate Usability und Corporate Ästhetik

9 Zusammenfassung und Ausblick

Neu an diesem Ansatz ist, dass mit der hier vorgestellten Methode den am Gestaltungsprozess beteiligten Disziplinen ein Bewertungs- und Gestaltungstool für die Konzeption von Interfacegestalten gegeben wird. Damit kann erreicht werden, dass trotz des stark ästhetischen Einflusses auf heutige Produkte eine Interfacegestalt mit hoher Usability realisiert werden kann. Diese Methode soll die Kommunikation zwischen den funktional geprägten Ingenieuren und den formal orientierten Designern verbessern. Mit einem einprägsamen Akronym soll im Folgenden das Ziel einer „Idealen Interfacegestalt“ beschrieben werden:

SUN = Schön und Nützlich

Die hohe Qualität der Nützlichkeit einer Interfacegestalt soll in jeder Ausprägung das Schönheitsempfinden beim Nutzer animieren um unserer evolutionären Prägung gerecht zu werden!

Literaturverzeichnis

- Birkhoff, G.D. 1933: Aesthetic Measure. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- DIN 44300, 1995: Informationsverarbeitung Begriffe Teil1: Allgemeine Begriffe.
- Gitt, W. 1998: Ist Information eine Eigenschaft der Materie? In: Ethik und Sozialwissenschaften EuS 9, H. 2, 205-207
- Koppelmann, U 2001: Produktmarketing. Entscheidungsgrundlagen für Produktmanager. Berlin: Springer-Verlag, S. 276 -277.
- Pasztor, A. 2013: Pilots Rely Too Much on Automation, Panel Says. Many Aviators Have Difficulty Manually Flying Planes, Study Commissioned by FAA Finds. The Wall Street Journal.
- Pfeffer, S. 2007: Wahrnehmungspsychologische Untersuchung zum Thema visueller, haptischer und akustischer Kanal, Studienarbeit IKTD, Uni Stuttgart.
- Schmid, M. ; Maier, T. 2013: Corporate Design = Corporate [Usability + Ästhetik]. In: Abstractheft Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung 2013. Stuttgart, S. 25. - ISBN 978-3-8396-0573-8, S. 25.
- Schmid, M., Maier, T. 2011: EVOuse – eine Methode zur instinktgerechten Wahrnehmung ergonomischer Qualitäten der Interfacegestalt. In: Grandt, M., Schmerwitz, S. (Hrsg.): Ergonomie im interdisziplinären Gestaltungsprozess, 53. Fachausschutzsitzung Anthropotechnik der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrttechnik Lilienthal-Oberth e.V. Neu Isenburg, 137-150, Richard Thierbach – Buch- und Offset-Druckerei, Mühlheim an der Ruhr.
- Shannon, C.E., Weaver, W. 1976: Mathematische Grundlagen der Informationstheorie. München: Oldenburg Verlag GmbH
- Voland, E., Grammer, K. (Eds.) 2003: Evolutionary Aesthetics. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag.
- Zeki, S. 2010: Glanz und Elend des Gehirns. Neurobiologie im Spiegel von Kunst, Musik und Literatur. München: Ernst Reinhardt, GmbH & Co KG Verlag, 18-31

Kontakt

Dr.-Ing. Markus Schmid
Universität Stuttgart
Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design
Forschungs- und Lehrgebiet Technisches Design
Pfaffenwaldring 9
70569 Stuttgart
www.ikt.uni-stuttgart.de

Multimodale HMI – Untersuchungen zur Erweiterung der Arbeitsgedächtniskapazität durch visuell-taktile Anzeiger

Matti Schwalk und Thomas Maier

Einleitung

Die nutzerzentrierte Gestaltung von HMI (Human-Machine Interfaces) baut auf den Grundlagen der kognitiven Ergonomie auf, um den Menschen von der Wahrnehmung über die Kognition bis hin zur Handlung ganzheitlich zu erfassen und das Mensch-Maschine-System auf seine Bedürfnisse auszurichten. Dies betrifft insbesondere Ergebnisse der Gedächtnis- und Aufmerksamkeitsforschung, die auch im Ingenieurbereich durch die fortschreitende Technisierung des Berufs- und Alltagslebens stetig an Bedeutung gewinnen. Jedoch basieren die meisten Ergebnisse und Schlussfolgerungen aus grundlagenorientierten Untersuchungen zum Arbeitsgedächtnis sowie zur Aufmerksamkeit nur auf der rein visuellen Wahrnehmung (Ventura & Frings 2013). Auch die Untersuchungen von Miller, die zur „magischen Zahl 7“ führten, gehen auf den visuellen Wahrnehmungskanal zurück. Der Wert 7 ± 2 beschreibt dabei die Anzahl an Elementen, die der Mensch gleichzeitig erfassen bzw. verarbeiten kann (Zühlke 2004). Der vorliegende Beitrag liefert erste grundlegende Ergebnisse, um diese kognitiv ergonomischen Aspekte auf den haptischen bzw. taktilen Wahrnehmungskanal zu erweitern und auf die HMI-Gestaltung zu übertragen. Durch multimodale Informationsdarbietung kann der Mensch in seiner Wahrnehmung und Kognition unterstützt werden. Mithilfe taktiler Anzeiger wird der visuelle Wahrnehmungskanal entlastet und die Usability von Mensch-Maschine-Systemen gesteigert (Schlick 2010). Im Beitrag werden durchgeführte experimentelle Untersuchungen zum Vergleich von visueller, taktiler und visuell-taktiler Reizdarbietung bei Merkaufgaben beschrieben, um daraus Rückschlüsse auf die Gedächtnisleistung während einer Bediensituation zu ziehen. Die visuell-taktile Reizdarbietung wird im Folgenden als bimodal bezeichnet. Insbesondere in sicherheitsrelevanten Situationen können durch zusätzliche taktile Reizdarbietung Reaktionszeiten verkürzt und Fehlbedienungen reduziert werden. Es wird damit eine Optimierung der Usability angestrebt, wodurch

die Zielerreichung in einer speziellen Bediensituation nach ISO 9241 effektiv (wenige Fehler), effizient (kurze Bedienzeit) und zufriedenstellend gestaltet wird.

Relevanz

Die adäquate Berücksichtigung der menschlichen Wahrnehmung und Informationsverarbeitung ist entscheidend für die Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen, insbesondere in sog. Risikobranchen wie der Medizintechnik oder Luftfahrt. Aber auch die sichere Fahrzeugführung oder Bedienung von Maschinen und Anlagen im Allgemeinen unterliegt höchsten Sicherheitsanforderungen. Durch die ständig wachsende Anzahl an Funktionen verschiedenster technischer Systeme sind die kognitiven Ressourcen des Nutzers häufig durch einen hohen Anteil an visuellen Informationen ausgelastet. Trotz verschiedener Ablenkungsquellen muss der Operator jedoch in sicherheitsrelevanten Situationen schnell und angemessen reagieren können. Durch bimodale Informationsdarbietung können kürzere Reaktionszeiten, sowie geringere Fehlerraten erreicht werden (Petrov et al. 2011). Der vorliegende Beitrag beschreibt einen grundlegenden experimentellen Ansatz, um die Effekte einer redundanten visuell-taktilen Informationsdarbietung auf die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses systematisch zu analysieren. Das HMI wird in diesem Zusammenhang als kombiniertes System bestehend aus visuellen und taktilen Anzeigeelementen sowie der Eingabestatur betrachtet.

Theorie

Den durchgeführten Untersuchungen liegt die Hypothese zugrunde, dass die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses erweitert bzw. besser genutzt werden kann, wenn eine Information nicht nur visuell, sondern parallel dazu auch taktil auf dem menschlichen Körper abgebildet wird. Durch die Nutzung des häufig kaum belegten haptischen bzw. taktilen Wahrnehmungskanals zusätzlich zum visuellen Kanal, können die kognitiven Ressourcen des Menschen optimal und situationsabhängig für die Mensch-Maschine-Interaktion ausgeschöpft werden. Dabei stellt sich zunächst die Frage, welche Informationsarten im abstrahierten Mensch-Maschine-System generell auftreten können. Auf Grundlage einiger in DIN EN ISO 14915-3 aufgeführten Informationsarten werden diese erweitert sowie eine Klassifizierung eingeführt (siehe Abbildung 1). Die Darstellung beinhaltet außerdem eine qualitative Ordnung nach dem semantischen Gehalt der jeweiligen Informationsart.

Informationsarten im Mensch-Maschine-System				Semantischer Gehalt
Vernetzte Informationen	System-Informationen	Objekt-Informationen	Räumliche Informationen	
Begriff	Ereignis	Grafik		
Kausal	Wert	Form		
Physik	Zeit	Aufbau		
Funktion	Relation	Oberfläche	Orientierung	
	Zustandsänderung	Farbe	Position	
	Zustand		Richtung	

Abbildung 1: Informationsarten im Mensch-Maschine-System.

Aus der obigen Klassifizierung geht hervor, welche Arten von Informationen sich dafür eignen, auf taktilem Wege dargeboten zu werden. Dies sind insbesondere die Informationsarten im unteren Bereich, die einen geringen semantischen Gehalt besitzen. Für die im vorliegenden Beitrag beschriebenen Untersuchungen wurde eine Positionsinformation ausgewählt und über beide Wahrnehmungskanäle analog, d. h. mit gleichem semantischem Gehalt dargeboten. Goldstein (2008) bezeichnet diesen Fall multimodaler Wahrnehmung als „Redundancy“, gegenüber den drei weiteren Fällen „Complementary“, „Assignment“ und „Equivalence“. Mithilfe von Merkaufgaben wurde ein Vergleich zwischen visueller, taktilem und kombinierter visuell-taktilem (bimodaler) Wahrnehmung angestellt.

Methoden

Der Versuchsaufbau basiert auf der Idee, einem Probanden mit möglichst einfachen Mitteln eine inhaltlich identische Information auf visuellem sowie auf taktilem Wege darbieten zu können. Diese Analogie bzw. Redundanz der Information ist für die durchgeführten Versuche ausschlaggebend. Es ist offensichtlich, dass komplexe Informationen wie z. B. „Finde das passende Stellteil zum Einstellen von Wert X.“ nicht dafür geeignet sind, mit einem einfachen taktilem Anzeiger dargeboten zu werden. Zur taktilem Übermittlung von Informationen mit solch hohem Informationsgehalt muss auf Techniken wie die Brailleschrift zurückgegriffen werden. Diese eignen sich jedoch weniger, wenn der Mensch in dynamischen, sicherheitsrelevanten Bediensituationen schnell reagieren muss. Außerdem sind beim Lesen der Brailleschrift aktive Explorationsvorgänge notwendig. Am Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design (IKTD) wurde im Rahmen einer

studentischen Arbeit von Fischer (2013) ein taktiles Display entwickelt und aufgebaut, womit einfache taktile Reize am Unterarm eines Probanden aufgebracht werden können. Dem Probanden wird dabei eine textile Unterarmmanschette angelegt. An vier definierten Stellen der Manschette werden Aktoren angebracht, an deren Enden jeweils kleine Holzkugeln angebracht sind. Der Abstand wurde so gewählt, dass die Zweipunktschwelle am Unterarm überschritten wird, um die Unterscheidbarkeit zweier taktile Reize stets sicherzustellen. Nach Goldstein (2008) beträgt die Zweipunktschwelle in dieser Körperregion ca. 38 mm. Zwei der beschriebenen Holzkugeln werden seitlich am Arm angebracht und stehen für die Positionen links und rechts. Zwei weitere Kugeln auf der Oberseite stehen für oben und unten. Mithilfe von Bowdenzügen und angetrieben durch vier Hubmagnete kann jede Holzkugel um ca. 10 mm ausgefahren werden, um in einem leichten Winkel zum Arm einen taktilen Reiz zu erzeugen. Dieser entstehende Reiz ist eine Kombination aus Reibung und Druck, wodurch verschiedene Mechanosensoren der Haut angeregt werden, hauptsächlich Merkel-Zellen bzw. Merkel'sche Tastscheiben und Ruffini-Körperchen. Der Prüfstand wird über einen PC mit der Software LabVIEW angesteuert. Mithilfe der Software wurde eine äquivalente visuelle Anzeige programmiert, um visuelle Reize analog zu den taktilen präsentieren zu können. Dabei wird auf einem PC-Monitor als visuellem Anzeiger eine einfache Anordnung von vier virtuellen Lampen dargestellt. Analog zum taktilen Display werden durch das Aufleuchten der Lampen ebenfalls die Positionen links, rechts, oben und unten angezeigt. Eine schematische Darstellung des Versuchsaufbaus wird in Abbildung 2 gezeigt. Zur Untersuchung der Arbeitsgedächtnis-Kapazität wurde eine Merk-Aufgabe gewählt. Dabei mussten sich die Probanden eine angezeigte Code-Abfolge einprägen und anschließend über die Navigations-tasten einer PC-Tastatur richtig wiedergeben.

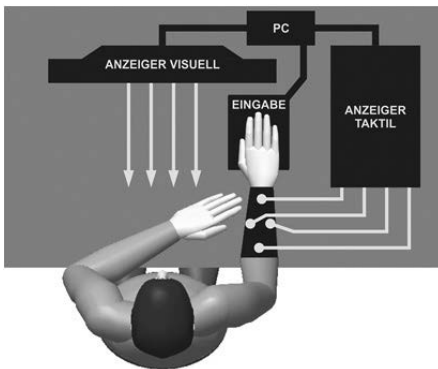


Abbildung 2: Schematischer Versuchsaufbau des bimodalen HMI.

Versuchsreihe 1 – Definierte zwölfstellige Code-Abfolgen

Randbedingungen

Bei der ersten Versuchsreihe wurden Codes generiert, die aus zwölf Elementen bestehen und eine Abfolge der vier Positionen links, rechts, oben und unten darstellen. Die Anzeige eines Codes beginnt mit einem Element und wird nach jeder Eingabe des Probanden um ein weiteres Element verlängert (bis zwölf Elemente). Das Vorgehen ist in Abbildung 3 beispielhaft für die ersten drei Abfragen eines Codes dargestellt.



Abbildung 3: Beispielhafter Versuchsablauf (von oben nach unten).

Für die verschiedenen Wahrnehmungskanäle wird jeweils ein neuer Code mit vergleichbarer Schwierigkeit verwendet. Entscheidend für den verfolgten Ansatz zum Vergleich zwischen visuellem, taktilem und bimodalem Erinnerungsvermögen ist, dass für jeden Wahrnehmungskanal vergleichbare Randbedingungen vorliegen. Die Reihenfolge der Teilversuche wurde probandenübergreifend randomisiert, um mögliche Lerneffekte zwischen den verschiedenen Wahrnehmungskanälen auszugleichen. Des Weiteren wurde abwechselnd mit dem rechten bzw. dem linken Arm begonnen. Folgende Randbedingungen wurden definiert:

- Eingabe mit rechter Hand über Navigationstasten einer Standard-Tastatur.
- Untersuchungen mit taktilem Anzeiger am rechten Arm und am linken Arm.
- drei Code-Abfolgen pro Arm (visuell, taktile, bimodal).

- Insgesamt sechs Code-Abfolgen pro Proband in randomisierter Reihenfolge.
- sechs verschiedene zwölfstellige Codes mit vergleichbarem Schwierigkeitsgrad.
- Eingaben der Probanden aufgezeichnet und als Fehlersummen ausgewertet.

Ergebnisse

Der Versuch wurde mit neun Probanden durchgeführt (sechs männlich, drei weiblich). Das Durchschnittsalter lag bei 24,7 Jahren (22 bis 28). Einer der Teilnehmer war Linkshänder, alle weiteren waren Rechtshänder. Erfasst wurden die Fehler bei der Wiedergabe der Codes durch den Probanden. Für jeden Probanden wurde pro Arm und Modalität eine Fehlersumme über alle Code-Längen (ein bis zwölf Elemente) gebildet. Die Auswertung aller Probanden wird in Abbildung 4 mithilfe von Box Plots für den linken und rechten Arm dargestellt. In den beiden grauen Bereichen liegen dabei jeweils 25% aller Werte, die Grenze dazwischen ist der Medianwert. Die schmalen schwarzen Linien nach oben bzw. unten repräsentieren die jeweils restlichen 25% der Werte in beiden Richtungen. Zusätzlich wird der arithmetische Mittelwert als schwarzer Kreis eingezeichnet und unter dem Diagramm in Klammern angegeben.

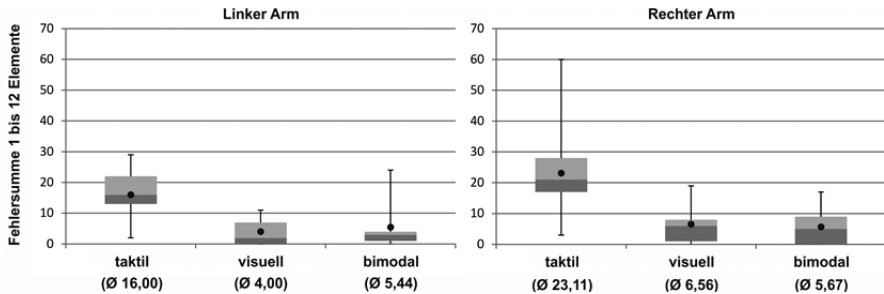


Abbildung 4: Fehlersummen für linken und rechten Arm.

Die Ergebnisse zeigen zunächst, dass die rein taktile Darbietung der Codes erwartungsgemäß am schlechtesten ausfällt. Außerdem streuen die Ergebnisse hier am stärksten, was auf die ungewohnten taktilen Stimuli zurückgeführt werden kann. Dies korreliert auch mit den verschiedenen Aussagen der Probanden, wonach einige generell empfänglicher für diese Art der Informationsdarbietung zu sein scheinen als andere. Des Weiteren lässt sich die Tendenz einer Verbesserung bei bimodaler im Vergleich zu visueller Darbietung am rechten Arm erkennen. Dies äußert sich sowohl in dem

etwas niedrigerem Mittelwert und Median, als auch zwei komplett fehlerfreien Probanden. Gleiches gilt am linken Arm für die rein visuelle Informationsdarbietung. Es wird deutlich, dass die Codes durch die stetige Erweiterung und die damit einhergehende Wiederholung von den Probanden im Allgemeinen als zu einfach empfunden wurden, was auch durch die insgesamt sehr geringe Fehlerquote bestätigt wird, ausgenommen die taktile Modalität. Dieser Befund schränkt das Optimierungspotential durch bimodale Informationsdarbietung ein, da quasi schon visuell fast keine Fehler gemacht werden. Somit wird eine weitere Versuchsreihe notwendig, bei der die Aufgabe für den Probanden erschwert werden muss. Auch die teilweise Ähnlichkeit der Codes durch vergleichbare Muster wurde von einigen Probanden als hilfreich bewertet. Es wird daher im Folgenden mit komplett zufallsgenerierten Codes gearbeitet. Ein weiterer Aspekt ist die bisher ausgebliebene Geräuschkulisse der auslösenden Aktuatoren bei rein visueller Darbietung. Auch dies wird in Versuchsreihe 2 berücksichtigt.

Versuchsreihe 2 – Zufällige achtstellige Code-Abfolgen

Randbedingungen

Bei der zweiten Versuchsreihe wurden zufällig generierte Codes verwendet, die aus acht Elementen bestehen und eine Abfolge der vier Positionen links, rechts, oben und unten darstellen. Diese Code-Länge wurde auf Basis der ersten Versuchsreihe sowie weiteren Zwischentests herausgearbeitet und für zweckmäßig befunden, da hier bei rein visueller Darbietung ein Maß an Fehlern auftritt, das einerseits Spielraum für eine Optimierung durch bimodale Präsentation lässt, andererseits jedoch nicht so viele Fehler hervorruft, dass der Proband demotiviert wird. Jedem Probanden werden nun pro Arm und Modalität jeweils fünf achtstellige Codes präsentiert, die sich dieser merken und nach der Anzeige richtig wiedergeben bzw. eingeben muss. Auch bei dieser Versuchsreihe wurde die Reihenfolge der Teilversuche probandenübergreifend randomisiert. Zusätzlich wurde diesmal auch bei rein visueller Darbietung der Codes der Prüfstand angesteuert, um auch akustisch eine vergleichbare Situation zu schaffen, da die Aktuatoren für eine gewisse Geräuschkulisse sorgen. Von manchen Probanden wurde dies auch als „akustischer Taktgeber“ bezeichnet. Ob sich dies letztlich positiv oder negativ auswirkt, wurde an dieser Stelle nicht weiter untersucht. Folgende Randbedingungen wurden insgesamt definiert:

- Eingabe mit rechter Hand über Navigationstasten einer Standard-Tastatur.
- Untersuchungen mit taktilem Anzeiger am rechten Arm und am linken Arm.

- 3 × 5 Code-Abfolgen pro Arm (visuell, taktil, bimodal).
- Ausschließlich achtstellige, zufallsgenerierte Codes.
- Vergleichbare akustische Situation auch bei rein visueller Darbietung.
- Eingaben der Probanden aufgezeichnet und als mittlere Fehler ausgewertet.

Ergebnisse

Der Versuch wurde mit sieben Probanden durchgeführt (fünf männlich, zwei weiblich). Das Durchschnittsalter lag bei 23 Jahren (22 bis 27), alle Teilnehmer waren Rechtshänder. Erfasst wurden die Fehler bei der Wiedergabe der Codes durch den Probanden. Für jeden Probanden wurde pro Arm und Modalität ein Mittelwert der 5 abgefragten Codes (5 × 8 Elemente) gebildet. Die Auswertung aller Probanden wird in Abbildung 5 mithilfe von Box Plots für den linken und rechten Arm dargestellt. In den beiden grauen Bereichen liegen dabei jeweils 25 % aller Werte, die Grenze dazwischen ist der Medianwert. Die schmalen schwarzen Linien nach oben bzw. unten repräsentieren die jeweils restlichen 25 % der Werte in beiden Richtungen. Zusätzlich wird der arithmetische Mittelwert als schwarzer Kreis eingezeichnet und unter dem Diagramm in Klammern angegeben.

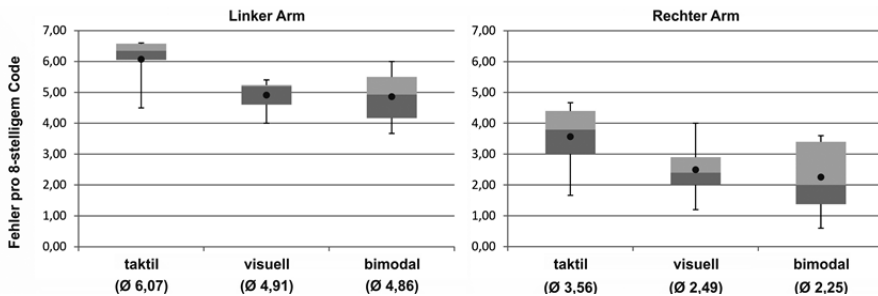


Abbildung 5: Mittlere Fehler für linken und rechten Arm.

Die Ergebnisse bei bimodaler Darbietung zeigen leichte Vorteile gegenüber der visuellen Darbietung. Auch hier ist der Unterschied deutlicher, wenn die Armmanschette am rechten Arm, d. h. dem Eingabearm angelegt ist. Auffällig sind die größere Streuung der Werte bei bimodaler Darbietung, sowie die absolut gesehen deutlich besseren Ergebnisse am rechten Arm. Dies kann insbesondere für den visuellen Kanal nicht erklärt werden.

Diskussion

Die durchgeführten Untersuchungen sind als erste Voruntersuchungen zu sehen, um das Potential bimodaler HMI zu erforschen. Die ermittelten leichten Verbesserungen werden positiv gesehen, zumal die taktile Informationsdarbietung am Unterarm für die Probanden sehr ungewohnt war und es keine langen Gewöhnungsphasen im Vorfeld des Versuchs gab. Potential für signifikantere Verbesserungen wird daher in der Streuung bei bimodaler Darbietung vermutet, wenn den Probanden eine gewisse Gewöhnungszeit gewährt wird. Ein weiterer Punkt ist die nicht immer vergleichbare Schwierigkeit der zufallsgenerierten Codes. Tendenziell einfachere Codes entstehen, sobald eine Position (links, rechts, oben oder unten) häufiger hintereinander vorkommt. Für weitere Versuche muss hier ein Mittelweg zwischen den Lösungen beider Versuchsreihen gefunden werden. Während bei Versuchsreihe 1 die Codes zu ähnlich waren, war die Schwierigkeit bei Versuchsreihe 2 teilweise zu unterschiedlich. Vorstellbar ist eine Bedingung im Versuchsprogramm, dass eine Richtung nicht oder z. B. nur maximal zweimal hintereinander vorkommen darf.

Zusammenfassung und Ausblick

Die vorgestellten Ergebnisse zeigen erste Potentiale zur Erweiterung der Arbeitsgedächtniskapazität durch visuell-taktile Anzeiger auf und werden langfristig durch weitere Probanden-Versuche erweitert und validiert. Auf Basis der ermittelten Ergebnisse und den beschriebenen Optimierungen des Versuchsablaufes, werden Untersuchungen mit größeren Probandenkollektiven durchgeführt. Aktuell werden am IKTD weitere Prüfstände entwickelt, um an verschiedenen Körperregionen taktile Stimuli erzeugen zu können. Dabei wird beispielsweise untersucht, ob Positions- und Richtungsinformationen grundsätzlich auf verschiedenen Körperregionen, z. B. linke und rechte Körperhälfte präsentiert werden müssen, um intuitiv und eindeutig erkannt zu werden. Auch die vergleichende Untersuchung verschiedener Reiztypen (Druck, Vibration, Reibung) wird verfolgt. Ferner wird versucht, durch höher auflösende taktile Anzeiger (mit mehr Aktuatoren) auch Informationen mit höherem semantischem Gehalt auf dem menschlichen Körper abzubilden. Neben Untersuchungen zu redundanten visuellen und taktilen Stimuli werden auch Versuche zur gezielten Aufmerksamkeitssteuerung durch taktile Zusatzinformationen durchgeführt. Mithilfe der unterschiedlichen Versuchsaufbauten werden die Möglichkeiten bimodaler Informationsdarbietung systematisch erforscht, um daraus allgemeingültige Empfehlungen für neue Formen der HMI-Gestaltung abzuleiten. Insbesondere in kritischen Bediensituationen soll der Mensch dadurch in seiner Kognition

unterstützt werden, um stets ein adäquates Situationsbewusstsein entwickeln zu können.

Literaturverzeichnis

- DIN EN ISO 14915-3 2003: Software-Ergonomie für Multimedia-Benutzerschnittstellen, Teil 3: Auswahl und Kombination von Medien.
- Fischer, C. 2013: Konzeption und Konstruktion einer Versuchsvorrichtung zur Kodierung von taktilen Informationen. Studienarbeit (unveröffentlicht), IKTD – Universität Stuttgart.
- Goldstein, E. B. 2008: Wahrnehmungspsychologie – Der Grundkurs, 7. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Petrov, A., Pfeffer, S. & Maier, T. 2011: Visuelle Präsentation und taktile Repräsentation – redundante, substitutive oder komplementäre Informationsdarbietung?. In: 9. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme, Berlin.
- Schlick, C. 2010: Arbeitswissenschaft, 3. Auflage, Seite 993. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Wentura, D. & Frings, C. 2013: Kognitive Psychologie, Seite 98. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Zühlke, D. 2004: Useware-Engineering für technische Systeme, Seite 19. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag.

Kontakt

Dipl.-Ing. Matti Schwalk
Prof. Dr.-Ing. Thomas Maier
Universität Stuttgart
Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design (IKTD),
Forschungs- und Lehrgebiet Technisches Design
70569 Stuttgart
www.iktd.uni-stuttgart.de

Assistenzsysteme im industriellen Kontext – Interviews und Kontextanalyse

Anja Knöfel, Ralph Stelzer, Rainer Groh und Jens Krzywinski

Zusammenfassung

Interaktive technische Assistenzsysteme können Aufgaben und Funktionen menschlicher Assistenten oder Kooperationspartner übernehmen. Sie unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Interaktivität, in der Art und Weise der Informations-Repräsentation sowie im Grad der intelligenten Datenverarbeitung. Derartige Assistenzsysteme werden zunehmend häufiger als Unterstützung in Alltagssituationen und im professionellen Umfeld eingesetzt. Dies umfasst auch Systeme für die Steuerung und Überwachung, sowie Informations- und Trainingssysteme für den industriellen Kontext. In diesem Beitrag wird am Beispiel der mobilen Arbeitsmaschinen die Herangehensweise an eine Nutzer- und Kontextanalyse und mögliche Ergebnisse einer qualitativen Datenauswertung vorgestellt.

Maschinenbedienung im Zeitalter der »Industrie 4.0«

Die Steigerung der Qualität und Individualisierung von Produkten sowie Flexibilität, Effizienz und Wirtschaftlichkeit der produzierenden Maschinen und Anlagen sind wesentliche Zielstellungen in der Produktentwicklung. Im Zeitalter der »Industrie 4.0« wird dies maßgeblich durch die Entwicklung so genannter Cyber-Physical-Systems (CPS) vorangetrieben. Die CPS umfassen neben mechanischen und elektronischen Komponenten auch computerbasierte Systeme. Sie kombinieren so Aspekte computertechnischer und physikalischer Systeme. Die autonome Kommunikation der CPS untereinander sowie über das Internet mit verschiedenen Umgebungen soll zukünftig ermöglichen Produktionsprozesse kontextabhängig und hochdynamisch anzupassen. (Bauernhansl 2014)

Die Komplexität von Prozessen und Umwelt, fehlende Daten und Modelle, Sicherheitsbestimmungen und verschiedene andere Aspekte bedingen jedoch, dass immer noch viele Bereiche existieren, in denen Automatisie-

nung nicht möglich ist. Dies trifft insbesondere auch für den Bereich der Landwirtschaft zu. Hier werden Verarbeitungsprozesse im Wesentlichen durch die natürlichen Umgebungsbedingungen und das gewachsene Produkt bestimmt. Beide Größen unterliegen lokalen und temporalen Schwankungen und sind nach wie vor nicht vollständig mittels technischer Sensoren erfassbar. An diesen Stellen wird der Mensch nach wie vor für die Steuerung der Systeme benötigt. Als Bediener und Nutzer solcher hochkomplexen Anlagen ist der Mensch mit der steigenden Informationsmenge und Systemkomplexität direkt konfrontiert.

Bereits eine Studie in den 90er Jahren zur Arbeit an Maschinen und Anlagen der Serien- und Kleinserienfertigung machte deutlich, „dass den Maschinenbedienern meist nur 50 % des Funktionsumfangs ihrer Maschine bekannt war ...“ (Zühlke 2012, S. 1f) Auch mobile Arbeitsmaschinen werden zunehmend leistungsfähiger aber dadurch auch deutlich komplexer (vgl. u. a. Böttinger 2012, Knechtges & Renius 2012). So zeigen aktuellere Studien aus dem Bereich der Landwirtschaft, dass Maschinenbediener z. B. im Bereich des Mähdruschs, nur ca. 60–80 % der verfügbaren Maschinenleistung ausnutzen (Feiffer 2005). Ursachen hierfür liegen auch in den veränderten Arbeitsaufgaben und -bedingungen. So zeichnet sich die Arbeitssituation im Bereich der Landwirtschaft durch schub-/phasenweise Arbeitsblöcke mit sehr intensiver Maschinennutzung aus.

Die vor allem mentalen Belastungen der Maschinenbediener resultiert aus der Arbeitsaufgabe: die Maschinen in einer natürlichen Umgebung über einen langen Zeitraum auf dem Optimum zu fahren. Darüber hinaus ergeben sich durch die Komplexität der Informationen aus landwirtschaftlichen Prozessen, Maschinenprozessen sowie aktuellen situations- und umweltbedingten Parametern extreme Herausforderungen an die Maschinenbediener. Diese müssen Prozess- und Technologiewissen einbringen, um situationsbedingt optimal zu agieren und in Stresssituationen eine Vielzahl von Handlungen (Lenken, Verzögern, Gerät Manövrieren u. a.) zeitgleich abarbeiten. Hierbei können zusätzliche intelligent und interaktiv arbeitende Assistenzsysteme oder aber die CPS selbst, den Nutzer anleiten und dabei unterstützen, die Komplexität der Maschinen und Prozesse zu beherrschen.

Assistenzsysteme im industriellen Kontext

Es gibt bereits für viele Bereiche des privaten sowie professionellen Umfeldes interaktive Assistenzsysteme. Je nach Kontext und Zielstellung der Assistenzaufgabe unterscheiden sich die Interfaces der Systeme sehr voneinander. Eine Recherche zu entsprechenden Interfacekategorien Assistenzsystemen ergab mit Grafischen User Interfaces (GUI), Voice User Inter-

faces (VUI), Chatbots, Embodied Conversational Agents (ECA) und autonomen Robotern fünf verschiedene Grundkategorien (Knöfel *et al.* 2013). Die Entwicklungen im Bereich der Human Computer Interaction (HCI) führt aktuell zu vielen weiteren Interfacekategorien wie Tangible User Interfaces (TUI) oder Natural User Interfaces (NUI). Diese können ebenfalls als Ansätze für die Interfacegestaltung einbezogen werden. Die einzelnen Kategorien unterscheiden sich jeweils in mehreren Aspekten. Je nach Assistenzbedarf und Einsatzkontext muss also ermittelt werden, welche Art Interface erforderlich bzw. am besten geeignet ist.

Im industriellen Kontext kommen Assistenzsystemen in zwei wesentlichen Bereichen zum Einsatz – erstens bei Planung, Überwachung und Darstellung von Prozessen sowie zweitens bei der Ausführung konkreter Aktionen, wie z. B. das Bewegen schwerer Teile oder die Ausführung konkreter Prozesse. Die wesentliche Aufgabe bei Prozessplanung, -überwachung und -steuerung liegt in der Unterstützung des Nutzers bei der Wahrnehmung und Interpretation von Informationen. So dienen diese Systeme einerseits der Dokumentation und geben andererseits den aktuellen Status der Maschinen und Anlagen, der Umgebung sowie konkrete Warnmeldungen wider. Hierbei kommen nahezu ausschließlich Grafische User Interfaces (GUI) zum Einsatz. Weiterhin kann der Nutzer durch die Visualisierungen abstrakter Daten oder der Auswirkungen einzelner Handlungen bei der Entscheidungsfindung und Ausführung unterstützt werden. (Wandke 2005, Ziegler & Zühlke 2012)

Darüber hinaus kann mittels zur Interaktion und Kooperation fähigen Assistenzsystemen auch die Aufmerksamkeit des Nutzers gelenkt werden. Auch emotionale Aspekte wie Motivation und Zielsetzung können adressiert und beeinflusst werden (Cassell 2000). Dies kommt insbesondere in Lern- und Trainingsszenarien zum Tragen. Die Entwicklung solcher intelligenten und interaktiven Assistenzsysteme stellt daher neben der Automatisierung einen weiteren wesentlichen Baustein im Rahmen der Strategie »Industrie 4.0« dar. Kooperative technische Systeme, die nutzer- und kontextabhängig agieren können das lebenslang begleitende Lernen am Arbeitsplatz unterstützen. Dies kann dazu beitragen, dass sich die Fähigkeiten der technischen Systeme und Fähigkeiten des Menschen diese zu beherrschen, gleichermaßen entwickeln. Dies trägt dazu bei, dass der Mensch auf allen Ebenen aktiver und bestimmender Teil der vierten Industriellen Revolution wird. Hier reichen klassische Mensch-Maschinen-Schnittstellen nicht. Um diesen neuen Kommunikationsformen zwischen Mensch und Maschine gerecht zu werden, sollten neben rein funktionalen auch individuelle und emotionale Aspekte der Interaktion einbezogen werden (Ziegler & Zühlke 2005).

Am Beispiel mobiler Arbeitsmaschinen wird untersucht, welche Aspekte die Passfähigkeit solcher Interaktions- und Gestaltungskonzepte wesentlich beeinflussen. Mit Assistenzsystemen sind hier alle zusätzlichen technischen Systeme gemeint, die bei der Ausführung der eigentlichen Arbeitsaufgaben unterstützen (vgl. hierzu Taxonomie nach Sheridan 1988b, S. 171).

Technologie- und Kontextanalyse zur Ermittlung funktionaler Einflussfaktoren

Bei der Entwicklung technischer Systeme steht die Umsetzung konkreter Funktionen im Vordergrund der Entwicklung. In Bezug auf Assistenzsysteme beinhaltet dies allgemein die Zielstellung des Assistenzszenarios, Art und Umfang der darzustellenden Informationen, die Umgebungsbedingungen sowie funktionale nutzerspezifische Aspekte (Schwerhörigkeit, Blindheit u. a.).

Aufbauend auf Expertengesprächen wurde der Nutzungskontext erarbeitet und wesentliche funktionale Aspekte gesammelt. Des Weiteren ergab die Marktrecherche auf einer branchenspezifischen Fachmesse einen Überblick zum aktuellen Entwicklungsstand im Bereich der Interfacegestaltung im Bereich der Agrarsystemtechnik. Für das benannte Untersuchungsszenario der mobilen Arbeitsmaschinen in der Landwirtschaft ergeben sich hier folgende konkrete Rahmenbedingungen.

- Die Arbeitsaufgabe Maschinenbediener besteht darin, die Maschine in den wechselnden Umgebungsbedingungen zu fahren und optimal zu betreiben. Dies erfordert Kenntnisse der landwirtschaftlichen Prozesse, der Maschinentechnologie sowie der direkten Umgebungsbedingungen. Der Fahrer ist dauerhaft konzentriert, um die Maschine zu steuern, auf Umgebungsbedingungen zu reagieren und maschinelle Anpassungen vorzunehmen.
- Das zu entwerfende Assistenzsystem sollte den Fahrer bei der Ausführung einzelner Arbeitsschritte in erster Linie durch die Bereitstellung von Informationen unterstützen.
- Der Fahrer sitzt hauptsächlich in der Fahrerkabine der mobilen Arbeitsmaschine. Diese bewegt sich und entsprechende Vibrationen sind für den Fahrer deutlich spürbar ist. Auswirkungen auf die Interaktion mit einem Assistenzsystem sind dadurch möglich.
- Die Maschinen werden durch eine Vielzahl verschiedener Bedienelemente, wie Pedal, Lenkrad, Schalter, Knöpfe, Hebel, Joystick und (Touch-) Display überwacht und gesteuert.

- Informationen werden vorwiegend visuell über eines der Displays dargestellt.
- Die visuelle Wahrnehmung ist möglicherweise durch Sonneneinstrahlung eingeschränkt. Auditive Einschränkungen können sich durch die Maschinengeräusche ergeben. Die Bewegung der Maschine kann zu Einschränkungen der haptischen Wahrnehmung führen.
- Darüber hinaus sind keine gravierenden körperlichen Einschränkungen zu erwarten.

Die benannten Aspekte lassen sich aus der Analyse Arbeitssituation sowie der Maschinen und Fahrerkabinen verschiedener Hersteller ableiten. Zielstellung und die funktionalen Rahmenbedingungen haben Einfluss auf die Auswahl geeigneter Technologien und die Funktionsfähigkeit eines interaktiven Assistenzsystems. Dies betrifft unter anderem das Trackingsystem, die Informationsausgabe oder auch die Einbindung der Nutzerschnittstellen des Assistenzsystems in die Gesamtmaschine beziehungsweise deren Interface.

Beobachtungen & Interviews zur Ermittlung nutzerbedingter Einflussfaktoren

Viel zu oft werden die Innovationen jedoch ausschließlich von der technischen Seite betrachtet. Zur Bewertung der Sicherheit der Systeme, wird zumeist noch die Nutzerperspektive betrachtet. Fragen der Akzeptanz oder der Beherrschbarkeit von Seiten des Nutzers werden jedoch oft vernachlässigt. Diese rücken bei der Entwicklung von Assistenzsystemen jedoch in den Vordergrund. Damit technische Systeme eine assistierende Funktion einnehmen können ist eine positive Kommunikation zwischen Mensch und Technik erforderlich. Hierfür sollte der Nutzer dem System ohne Berührungssängste gegenüberstehen und sich den individuellen Nutzen der Technologie selbst erschließen können. Gerade das positive Erleben eines assistierenden Systems stellt eine wesentliche Voraussetzung für die Kooperation zwischen Mensch und technischem System dar. (Geisberger 2012) Die Gestaltung geeigneter Interaktionsschnittstellen kann dabei einen Beitrag leisten. Ziel ist es ganzheitliche positive Erfahrung im kooperativen Umgang mit den Assistenzsystemen zu erzeugen. Der Mensch bewertet in erster Linie zumeist den individuellen Nutzen. Passfähige Interaktions- und Gestaltungskonzepte können den Umgang mit Assistenzsystemen erleichtern oder erschweren und dadurch diesen Nutzen für den Einzelnen beeinflussen (Wandke 2005).

Für die Gestaltung ist es daher notwendig subjektive, erlebenszentrierte Aspekte der Mensch-Maschine-Interaktion zu erfassen und bei der Entwicklung geeigneter Interaktionsschnittstellen zu berücksichtigen. Hierfür eignen sich insbesondere Methoden aus dem Bereich der empirischen Sozialforschung wie Beobachtung, Interviews oder Gruppendiskussionen. Im Folgenden wurde daher ein Leitfaden für die Durchführung problemzentrierter Interviews mit verschiedenen Personengruppen erarbeitet.

Zielstellung der Interviews mit Entwicklern und potentiellen Nutzern ist zu ermitteln, welche konkreten Probleme im Umgang mit mobilen Arbeitsmaschinen existieren und welche Lösungsansätze bereits existieren. Dabei stehen die Perspektive des Anwenders und dessen Erleben im Vordergrund der Analyse. Darüber hinaus soll ermittelt werden, welche Faktoren in der Umgebung oder seitens der potentiellen Nutzer die Interaktion voraussichtlich beeinflussen und welche Art von Unterstützung die Anwender bisher in den benannten Problemsituationen nutzen. Zielstellung der Interviews ist somit:

1. die Validierung des ermittelten Nutzungskontext in der konkreten Praxis.
2. die Ermittlung weiterer nutzerbedingter, subjektiver Aspekte welche die Interaktion mit der Maschine sowie einem Assistenzsystem beeinflussen können.
3. die Ermittlung konkreter Problemsituationen im Umgang mit den Maschinen sowie potentieller Assistenzfunktionen.

Hierfür wurde ein Leitfaden mit fünf Fragenbereichen für ein problemzentriertes Interview mit Experten sowie Anwendern erarbeitet. Der Interviewleitfaden umfassen Fragen zu Arbeitsbedingungen und -belastungen der Fahrer, Problemen und Assistenzbedarf bei der Arbeit, Lösungsansätzen für die benannten Probleme sowie Umgang mit und Kenntnis von Assistenzsystemen im professionellen als auch im privaten Kontext. Jeder Fragenkomplex besteht aus ca. zwei bis vier Teilfragen. Für einen fünften Fragenkomplex wurden darüber hinaus die in Abschnitt 2 benannten und prinzipiell möglichen Interfacevarianten anhand von Bildern vorgestellt, um eine erste subjektive Reaktion der potentiellen Nutzer zu erhalten. Hierbei wurde einerseits danach gefragt, ob diese Art von Interface und Interaktion bekannt ist und inwieweit es für ein Assistenzsystem im Anwendungskontext geeignet sein könnten. Zielstellung dieser Frage ist zu ermitteln, wie die Anwender neuen Interaktions- und Gestaltungskonzepten wie Gesten- und Touch-Interaktion, sprachbasierten Systemen oder virtuellen Charakteren gegenüberstehen. Darüber hinaus werden in einem abschließenden Fragenkomplex demographische Daten erfasst.

Für die Überprüfung des Interviewleitfadens wurden Testinterviews mit drei Fahrern und vier Mitarbeitern verschiedener Maschinenhersteller aus den Bereichen Entwickler und Kundenbetreuung durchgeführt. Die Herstellerinterviews wurden telefonisch als auch im direkten Gespräch durchgeführt. Zwei der Interviews mit den Herstellern wurden aufgezeichnet die anderen beiden während des Interviews stichpunktartig schriftlich dokumentiert. Die Interviews mit den Fahrern wurden während der Arbeit beim Fahren der Maschine durchgeführt und alle aufgezeichnet. Die Situation in der Fahrerkabine und Handlungen des Fahrers wurden schriftlich sowie teilweise mit Fotos dokumentiert.

Ergebnisse zu Durchführung und Auswertung der Testinterviews

Die durchgeführten Interviews unterscheiden sich hinsichtlich InterviewszENARIO und Interviewpartner. Dabei haben Szenario und Interviewpartner Auswirkungen auf das Gespräch und somit auf die Qualität und Verwertbarkeit der Interviews. Eine erste situationsbezogene Auswertung der durchgeführten Interviews führte zu folgenden Aussagen:

- Der Interviewleitfaden ist gut geeignet für die Experteninterviews mit Entwicklern und Kundendienstmitarbeitern der Herstellerfirmen. In Interviews mit den Fahrern kann auf den Leitfaden aufgebaut werden, aber es muss wesentlich mehr bei der weiteren Gesprächsführung improvisiert werden. Die Gesprächssituation gestaltet sich hier wesentlich offener.
- Die schriftliche stichpunktartige Dokumentation der Antworten während des Telefoninterviews ist gut möglich. In direkten Gesprächen wirkt sich das Mitschreiben eher nachteilig auf die Interviewsituation aus. Hier wurde daher deutlich weniger dokumentiert. Die Dokumentation der Interviews mit den Fahrern während der Fahrt ist bis auf kurze Bemerkungen nahezu unmöglich. Hier wurden nachträgliche zusammenfassende Notizen und ein Audiomitschnitt angefertigt. Zudem wurden mit Fotos die Bedienelemente und Umgebungsbedingungen in der Fahrerkabine dokumentiert.
- Die Gesprächssituation ist in den Experteninterviews mit Mitarbeitern der Herstellerfirmen ist wesentlich klarer und strukturierter. Die Kontaktaufnahme erfolgte im Vorfeld und der Gesprächspartner sowie die Zielstellung des Interviews sind weitgehend klar. Die Interviewsituation mit den Fahrern gestaltet sich hingegen eher spontan, da dies unmittelbar zuvor auf Zuteilung durch deren Vorgesetzten entschieden wird. Da zuerst ein Gespräch aufgebaut werden muss und der Start der Aufnahme

erst nach vollständiger Information erfolgen sollte, fallen zumeist schon zu Beginn des Gespräches Informationen an, welche dann nicht aufgezeichnet werden. Auch in den einleitenden Gesprächen mit Betriebsleitern ergeben sich Informationen welche nicht als Audiomitschnitt sondern lediglich als schriftliche Notiz vorliegen.

Für die schriftliche Dokumentation der der Interviewmitschnitte kommen verschieden genaue Methoden in Frage: die wörtliche Transkription, die kommentierte Transkription, ein zusammenfassendes Protokoll, oder ein selektives Protokoll. Flick empfiehlt, dass die Genauigkeit der Dokumentation in einem sinnvollen Verhältnis zum Aufwand stehen sollte „und nur so viel und so genau zu transkribieren, wie die Fragestellung erfordert (vgl. hierzu Strauss 1991).“ (Flick 2011, S. 380). In einem Ausschnitt der exemplarischen wörtlichen Transkription einer Textpassage wurden wesentliche protokollierende Aussage markiert und mit den schriftlichen Notizen zweier zusammenfassender Protokolle verschiedener Protokollanten der entsprechenden Textpassage sowie den während des Interviews gemachten Notizen verglichen. Die Erstellung zusammenfassender Protokoll hat sich im Sinne der Zielstellung als zweckmäßig und ausreichend umfangreich erwiesen. Da der Fokus auf der inhaltlich-thematischen Auswertung des Interviewmaterials liegt, ist dies angemessen. Sowohl bei der Verschriftlichung als auch bei der anschließenden Auswertung muss dann jedoch einbezogen werden, dass durch ein zusammenfassendes Protokoll bereits eine erste Abstraktion und Verallgemeinerung des Materials erfolgt. Diese sollte daher methodisch kontrolliert durchgeführt werden (vgl. hierzu Mayring 2006).

Darüber hinaus wurde das Interview- und Beobachtungsmaterial hinsichtlich erster inhaltlicher Aussagen gesichtet. Im Vergleich der beiden Interviewsituationen sind folgende Tendenzen zu verzeichnen.

- Die Einstellung gegenüber neuen Systemen und Technologien im Arbeitskontext korreliert mit der privaten Technologienutzung sowohl bei befragten Experten der Herstellerfirmen als auch bei Fahrern.
- Weder Hersteller noch Fahrer unterscheiden klar zwischen Automatisierung und Assistenzsystemen.
- Die zuverlässige Funktionsweise von Assistenz- bzw. Automatisierungssystemen steht im Vordergrund.
- Nach der ersten Stichprobe vielversprechende Ansätze scheinen sprachbasierte Interfacekonzepte, kombiniert mit zusätzlicher grafischer bzw. textueller Ausgabe.
- Die befragten Experten der Herstellerfirmen sehen Probleme maßgeblich in der richtigen Konfiguration und Einstellung der

- Maschine. Automatisierung und Assistenzsysteme sehen Sie daher als wesentlichen Ansatz, um die prinzipiell möglichen Maschinenleistung zu erzielen.
- Die Fahrer gaben hingegen an, dass sie keine Probleme im Umgang den Maschinen haben. Diese zeigen sich eher indirekt im Verlauf des Gesprächs. Verbesserungsvorschläge liegen eher im Bereich der Interfacegestaltung der Maschinenterminals (z. B. Zusammenfassung und Vereinheitlichung, Personalisierung, Abbau von Sprachbarrieren, einfachere Menüstrukturen) oder konstruktiven Verbesserungen (z. B. Verarbeitung, Zugänglichkeit).

Resümee

Die Testinterviews und Beobachtungen machen deutlich, dass es sinnvoll ist den Nutzungskontext möglichst aus verschiedenen Perspektiven zu erfassen, um eine sinnvolle Bewertung zu ermöglichen. So ist z. B. denkbar dass, die Fahrer tatsächlich keine Probleme im Umgang mit den Maschinen haben, oder auch aber dies nicht erzählen wollen. Es ergibt sich ein komplexeres Bild, wenn Interviews mit Mitarbeitern des herstellereigenen Kundendienstes oder Werkstätten hinzugezogen werden. Zudem zeichnet sich ein bekannter Konflikt ab, vor welchem Entwickler von Investitionsgütern stehen. Die Maschinen werden für den professionellen Einsatz entwickelt und somit nicht von den direkten Nutzern, sondern von deren Arbeitgebern gekauft. Die landwirtschaftlichen Unternehmen sind somit die eigentliche Zielgruppe der Hersteller. Bei der Entwicklung und Verbesserung der Maschinen stehen daher Gedanken der Effizienz- und Leistungssteigerung im Vordergrund. Dies führt zu Lösungsansätzen von mehr Automatisierung oder Assistenzsystemen. Die Analyse der Fahrerinterviews und –beobachtungen macht jedoch offensichtlich, dass dies nur ein Teil des Lösungsspektrums darstellt. Die Optimierung der eigentlichen Bedienschnittstellen oder die bessere Aufbereitung von Informations- und Schulungsmaterialien können ebenso einen wesentlichen Beitrag darstellen.

Aufbauend auf den bereits durchgeführten Testinterviews werden weitere Interviews durchgeführt und zusammenfassend protokolliert. Eine anschließende qualitative Inhaltsanalyse sollte konkrete inhaltliche Ansatzpunkte für die Verbesserung der Interaktion mit den mobilen Arbeitsmaschinen ergeben. Im Hinblick auf eine Untersuchung von Gestaltvarianten interaktiver Assistenzsysteme im gewählten Einsatzkontext bleibt abzuwarten, inwiefern aus den Interviews ein sinnvolles Einsatzszenario für ein Assistenzszenario abgeleitet werden kann. Fernab von Assistenzsystemen ist das Interviewmaterial hingegen vielversprechend in Bezug auf die generelle Verbesserung der Mensch-Technik-Interaktion im untersuchten Kontext.

Danksagung

Die Nachwuchsforschergruppe „Cognitive Interface Technologies“ wird vom Europäischen Sozialfonds (ESF) und dem Freistaat Sachsen gefördert und besteht aus insgesamt zehn Nachwuchswissenschaftlern, angelagert an der Professur Mediengestaltung der Fakultät Informatik, der Professur Ingenieurpsychologie und Kognitive Ergonomie der Fakultät Mathematik und Naturwissenschaften und Professur Konstruktionstechnik / CAD Fakultät Maschinenwesen an der TU Dresden. Wir danken der Europäischen Union und dem Freistaat Sachsen (Projekt-Nr.: 100076040).

Literaturverzeichnis

- Bauernhansl, T. 2014: Die Vierte Industrielle Revolution – Der Weg in ein wertschaffendes Produktionsparadigma. In: Thomas Bauernhansl, Michael ten Hompel und Birgit Vogel-Heuser (Hg.): *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik*: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 5-35. Online verfügbar unter http://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-04682-8_1.
- Böttinger, S. 2012: Mährescher. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): *Jahrbuch Agrartechnik*, S. 1-14, Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge
- Cassell, J. 2000: *Embodied conversational agents*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Feiffer, A. 2005: *Getreideernte - sauber, sicher, schnell*. DLG-Verlag Frankfurt a. M.
- Flick, U. 2011: *Qualitative Sozialforschung: eine Einführung*, Vollst. überarb. und erw. Neuausg., 4. Aufl., Rowohlt-Taschenbuch-Verl.
- Geisberger, E. 2012: Politische und Gesellschaftliche Herausforderungen. In *Agenda CPS*, S. 105-125, Springer Berlin Heidelberg.
- Knechtges, H.; Renius, K. T. 2012: Gesamtentwicklung Traktoren. In: Frerichs, Ludger (Hrsg): *Jahrbuch Agrartechnik*, S. 1-9; Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge.
- Mahlke, S. 2008: *User Experience of Interaction with Technical Systems* (Doctoral dissertation). Berlin: Technische Universität.
- Mayring, P. 2006: *Einführung in die qualitative Sozialforschung*.
- Sheridan, T. B. 1988: Task allocation and supervisory control. In *Handbook of Human-Computer Interaction*, M. Helander (Ed.), pp. 159–173 Amsterdam: North-Holland: Elsevier Science Publishers.
- Ziegeler, D., & Zuehlke, D. 2005: Emotional user interfaces and humanoid avatars in industrial environments. In *Proceedings of the 16th IFAC World Congress*.
- Zühlke, D. 2012: *Nutzergerechte Entwicklung von Mensch-Maschine-Systemen: Ueware-Engineering für technische Systeme*. Springer.
- Wandke, H. 2005: Assistance in human-machine interaction: a conceptual framework and a proposal for a taxonomy. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 6(2), 129–155.

Kontakt

Dipl.-Ing. Anja Knöfel
Technische Universität Dresden | Fakultät Informatik
Professur für Mediengestaltung
01062 Dresden
<http://mg.inf.tu-dresden.de/>

Prof. Dr.-Ing. habil. Ralph Stelzer
Technische Universität Dresden | Fakultät Maschinenwesen
Professur für Konstruktionstechnik/CAD
01062 Dresden
<http://tu-dresden.de/imm/ktc/>

Prof. Dr.-Ing. habil. Rainer Groh
Technische Universität Dresden | Fakultät Informatik
Professur für Mediengestaltung
01062 Dresden
<http://mg.inf.tu-dresden.de/>

Jun.-Prof. Dr.-Ing. Jens Krzywinski
Technische Universität Dresden | Fakultät Maschinenwesen
Juniorprofessor für Technisches Design
01062 Dresden
<http://tu-dresden.de/imm/ktc/td/>

Design im Bereich der Sicherheitstechnik

Christian Fritz

1 Motivation

Seit Jahren arbeitet man erfolgreich mit Unternehmen der Sicherheitsbranche zusammen. Dabei stellen wir ein wachsendes Bewusstsein für Design in dieser Branche fest. Die frühe Einbindung von Designern ermöglicht Produkte einer ganz neuen Qualität. Aber welche Rolle spielt dabei das Design in einem Umfeld, wo jede Sekunde über Leben oder Tod entscheiden kann? Wie müssen Produkte gestaltet werden, damit sie den Anwender schützen, ohne ihn in seinem Handeln einzuschränken, sodass er sich voll auf die Arbeit konzentrieren kann? Es gilt, wer mit den Gedanken bei seiner Ausrüstung ist, ist nicht beim Einsatz.

Die Hersteller von Sicherheitsequipment bewegen sich bei der Gestaltung ihrer Produkte zwischen Prävention und Sanktion – zwischen Verhindern und Überführen. So soll man beispielsweise einem Schloss ansehen, das es besonders haltbar ist, eine Überwachungskamera hingegen kann auffällig gestaltet werden oder sich zurücknehmen, um nicht aufzufallen. Rauchmelder hingegen sollen sowohl unauffällig sein als auch durch ihre bloße Anwesenheit Sicherheit ausstrahlen.

Nachfolgend sollen Methoden und Erfahrungen geschildert werden, die sich als wirkungsvoll erwiesen haben, um folgende Fragen zu beantworten.

Wie muss der Designer die Handhabung und Ästhetik eines Produktes gestalten, damit es losgelöst von kurzlebigen Strömungen auf die wirklichen Bedürfnisse der Anwender eingeht und lang anhaltende Akzeptanz schafft?

- Wie kann das Design als Innovator wirken und Wettbewerbsvorteile generieren?
- Wie kann das Design eine Marke prägen und den Wiedererkennungseffekt stärken?
- Wie kann das Design die Projekt- und Produktionskosten senken?

- Wie kann das Design zwischen Abteilungen projektübergreifend vermitteln?

2 Vorgehensweise

ma design unterteilt Projekte in Vor- und Hauptprojekte. Diese Trennung reduziert das Projektrisiko und ermöglicht bewertbare Innovationen, da während des Vorprojektes bei allen Beteiligten ein gemeinsames Projektverständnis erzeugt wird und der Grundstein für das Hauptprojekt gelegt wird. Eine inkrementell-iterative, agile Projektarbeit sichert einen effizienten und dabei stetig transparenten Anstieg des Projektreifegrads.

2.1 Vorprojekt

Um als Gestalter die wirklichen Anforderungen der Kunden zu verstehen, ist es notwendig, sich selbst in das Anwendungsgebiet zu begeben. Wie fühlt sich ein Feuerwehrmann, wenn er in Gefahr ist und in voller Montur versucht, eine Steigleiter zu erklettern? Dafür gibt es spezielle Ausbildungsräumlichkeiten, in denen in absoluter Dunkelheit, bei Rauchentwicklung, in beengter Umgebung, unter Stress, mit Temperaturschwankungen etc. der Ernstfall simuliert werden kann. Jeder, der diese Erfahrung gemacht hat, weiß, warum Tasten entsprechend groß und blind mit Handschuhen zu bedienen sein müssen.

Anhand ergonomischer Gestaltung und optimaler Usability wird die Effizienz im Umgang mit dem Produkt erhöht. Aber wie gelingt es, die wirklichen Anforderungen eines Produktes entsprechend des Nutzungskontextes zu definieren? Dafür ist eine freie Analyse der Handlungsabläufe notwendig, ohne sofort vom Korsett der Herstellungskosten und aller zu berücksichtigten Parameter eingengt zu werden.

Im Rahmen des Vorprojektes wird der komplette „Life cycle“ eines Produktes betrachtet. Das komplette Portfolio wird beleuchtet. Welche Synergien ergeben sich? Welche Produktmerkmale können zusammengefasst werden? Welcher Produktanteil lässt sich digital über die Software abbilden? Welches Herstellungsverfahren und Material sind für die Hardware am sinnvollsten? Die Ergebnisse werden in enger Abstimmung mit dem Kunden mithilfe anschaulicher Zeichnungen gemeinsam besprochen.

Wir nennen es die „Was-Passiert-Wann“-Maschine. Dieser Schritt ist elementar, um sicher zu gehen, dass keine Anforderungen vergessen werden. Der Kunde denkt oft, die Zielmärkte und Bedürfnisse genau zu kennen. Wir müssen allerdings immer wieder feststellen, dass ein neutraler Blick auf die Dinge zum Teil völlig andere Ergebnisse erzielt und die Kernausrichtung des

Projektes völlig verändern kann. Wie unterschiedlich man die Kernanforderungen lösen kann, wird mithilfe von „Morphologischen Kästen“ ermittelt.

Wichtig dabei ist, nicht in fertigen Lösungen zu denken. Ein Beispiel: Wie kann man etwas signalisieren? Jeder denkt schnell an akustische Signale in Form von Sirenen oder optische Signale in Form von blinkenden Leuchtflächen. Dabei geht es im Kern darum alle Sinne anzusprechen, um Aufmerksamkeit zu erzeugen: Was ist mit Riechen und Fühlen? Warum wird keine Flächenvergrößerung angewendet, wie wir es aus der Tierwelt kennen zum Abschrecken von Feinden? Was ist mit Projektionen, die die Umgebung als Darstellungsfläche nutzen?

Bei diesem Kreativ-Prozess wird eine Vielzahl an Ideen generiert und später gemeinsam bewertet. Die besten Ideen bilden dann die „Product Story“. Das Produkt erhält wirkliche Mehrwerte und somit einen Wettbewerbsvorteil, bevor die eigentliche Formgestaltung beginnt. Infolge eines frühzeitigen Prototypings kann die Akzeptanz bei Kunden abgefragt werden, wodurch sich das Projektrisiko verringert.

Neben den Kundenwünschen sind Normen und Sicherheitsvorschriften zu beachten. So müssen Produkte explosionsgeschützt sein, die in einem Umfeld genutzt werden, wo zum Beispiel Gase ausströmen können. Das heißt, es müssen leitfähige Materialien eingesetzt werden. So ist die Farbe Schwarz bei vielen Produkten nicht zufällig gewählt, sondern begründet sich in der Tatsache, dass die Kunststoffe mit Kohlenstoff angereichert werden, um die Leitfähigkeit zu erhöhen. Die Elektronik im Inneren des Gerätes darf keine Kontaktfunken bilden und wird deshalb oft gekapselt verbaut. Silberne Folien werden nicht aus dekorativen Zwecken verwendet, sondern sind hilfreich, um im Dunkeln das Auffinden des Produktes über Reflektion zu erleichtern. Leuchtflächen, um zum Beispiel ein Lebenssignal des Gerätes anzuzeigen, sollten aus mehr als nur einer Richtung vom Betrachter aus zu erkennen sein. Die Tasten sind farbig gekennzeichnet und somit schnell zu erkennen. Ein weiteres Beispiel für intuitives, blindes Bedienen ist das Ventil von Sauerstoffflaschen. Unter Wasser ist die Sicht oft schlecht, allein über die Form des Ventils muss der Taucher erfühlen können, ob er das Ventil öffnet oder schließt. Die Konstruktion muss so robust ausgeführt werden, dass die Geräte der Sicherheitstechnik den harten Umgebungsanforderungen über viele Jahre gerecht werden. Ein Falltest aus zwei Metern Höhe, strömender Regen (IP-Schutz) oder die Hitze einer Wüste sind übliche Anforderungen an ein solches Produkt. Eine schiefe Ebene wird benutzt, um die Standfestigkeit zu überprüfen.

2.2 Hauptprojekt

Mit den Erkenntnissen aus dem Vorprojekt kann sich der Designer während des Hauptprojektes ausschließlich auf die Gestaltung konzentrieren. Jedes Produkt ist so zu entwickeln, dass es als Mitglied einer großen Produktfamilie zu erkennen ist. Damit reiht es sich in ein klares Systemdesign, mit einheitlicher Formsprache, Bedienphilosophie, Symbolik, Software und wiederkehrenden Bedienelementen ein.

Unnötigen Elemente, wie Linien, Bohrungen oder Fugen sind zu vermeiden. Eine einfache visuelle Erscheinung ist gegenüber visueller Komplexität zu bevorzugen. Das Ziel ist es, dem Benutzer im Arbeitsalltag und im sicherheitsrelevanten Ernstfall eine einfache und schnelle Orientierung zu ermöglichen. Ein einheitliches Konzept für Farbe, Material und Oberflächenstruktur tragen ebenso dazu bei, wie gleiche Tastenform, -größe und -anordnung, um dem Nutzer eine bekannte Ordnung und damit Sicherheit und Vertrauen in neuen Systemen zu verschaffen.

Diese bewährten, projektübergreifenden Regeln werden nach Abschluss des Projektes in einem Produktdesign-Manual dokumentiert, um zukünftige Gerätegenerationen darauf aufzubauen, weiter zu entwickeln und Wissen zu transferieren. Diese Durchgängigkeit und Vereinheitlichung erhöht den Wert einer Marke und stärkt den Wiedererkennungseffekt.

3 Beispiel aus der Praxis

Die zunehmende Vernetzung der Produkte untereinander – sprich „das Internet der Dinge“ wird auch für die Branche der Sicherheitstechnik immer wichtiger. Wirkliche Benutzerfreundlichkeit zeichnet sich nicht nur in der komfortablen Art der Wartung, Reinigung oder dem Transport des Gerätes aus. Von User Experience sprechen wir, wenn die Prozesse von den Entwicklern so durchdacht sind, dass sie wie selbstverständlich passieren, ohne dass sich der Anwender selbst damit auseinandersetzen muss. Erfolgreiche Systeme zeichnen sich vor allem durch das automatisierte Zusammenspiel von Hardware und Software aus.

3.1 Der Nutzer im Zentrum der Entwicklung

Ein gutes Beispiel für das Vorgehen von ma design ist das Gruppen-Gaswarngerät X-zone 5000, das wir zusammen mit dem Unternehmen Dräger Safety AG & Co. KGaA entwickelt haben. Viele Produkte werden rein aus der technischen Sicht konzipiert. ma design dreht dieses Vorgehen um. Der Benutzer wird in das Zentrum der Entwicklung gestellt, um seine Wünsche und Anforderungen vor Prozessbeginn genau zu beleuchten. Im

Falle des Gruppen-Gaswarngerätes galt es, ein Produkt zu erdenken, das auf Chemieanlagen, im Bergbau, bei Kanalarbeiten oder auf Ölplattformen zum Einsatz kommt. Diese Bereichsüberwacher werden an Orten aufgestellt, an denen mit einem Gasaustritt gerechnet werden muss. Früher wurde ein Kanarienvogel mit in die Grube genommen. Eine zu hohe Gaskonzentration machte sich bei dem Tier schnell bemerkbar und gab dem Menschen den Hinweis, den Einsatzort sofort zu verlassen. Heute benutzt man personen-gebundene Melder, die Unternehmen vor enorme logistische Herausforderungen stellen. Daher entwickelte ma design ein Gerät, das in Sekundenschnelle von einem personengebundenen Gaswarnmelder zu einem Gruppenmelder gewandelt werden kann.

3.2 Drahtlose Alarmketten

Mehrere solcher Geräte vernetzen sich untereinander und bilden einen virtuellen Zaun (Fence lining), der im Alarmfall viele Personen über gut sichtbare Leuchtflächen und Sirenen alarmiert. Dieses Zusammenschalten der Bereichsüberwachungsgeräte ermöglicht das schnelle Absichern größerer Bereiche. Wenn ein Dräger X-zone 5000 einen Gasalarm anzeigt, so überträgt es die Alarmmeldung auf alle Geräte der Alarmkette. Dieser Tochteralarm wird – im Unterschied zu dem rot blinkenden Mutteralarm – in dem LED-Leuchtring grün/rot angezeigt, so dass eine schnelle und einfache Erkennung sowohl des Alarms selbst als auch des alarmlösenden Bereichsüberwachungsgerätes sichergestellt werden kann.



Abbildung 1: Dräger X-zone® 5000 (Bild: Dräger)

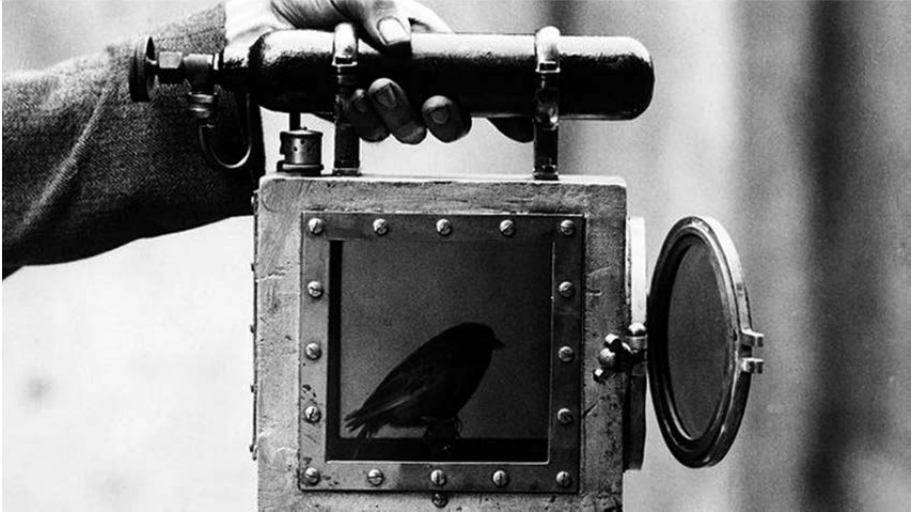


Abbildung 2: Der Schutzengel der Grubenarbeiter (Bild: Bettmann / CORBIS / dukas)



Abbildung 3: Bilden einer Alarmkette – Fence lining (Bild: Dräger)

3.3 Eindeutige Warnung

Schon von weitem zeigt der grüne LED-Leuchtring an, ob die Luft frei von toxischen und brennbaren Gasen ist. Wird eine Gasgefahr detektiert, wechselt die Farbe von Grün zu Rot und gewährleistet somit eine klare visuelle Wahrnehmung. Zusätzlich erfolgt eine lautstarke und sehr gut hörbare Evakuierungsalarmierung. Der Gaszutritt im Gerät ist so angeordnet, dass das Gas von allen Seiten zum Dräger X-am 5000/5600 diffundieren kann. Die robuste sachliche Anmutung des Gehäuses steht sinnfällig für die Stabilität und Zuverlässigkeit des Produktes. Die ikonisierte Form des Dreiecks kommuniziert semantisch ein Achtungssignal. Der zentrale Griff vermittelt wie selbstverständlich, wie das Gerät zu transportieren ist.

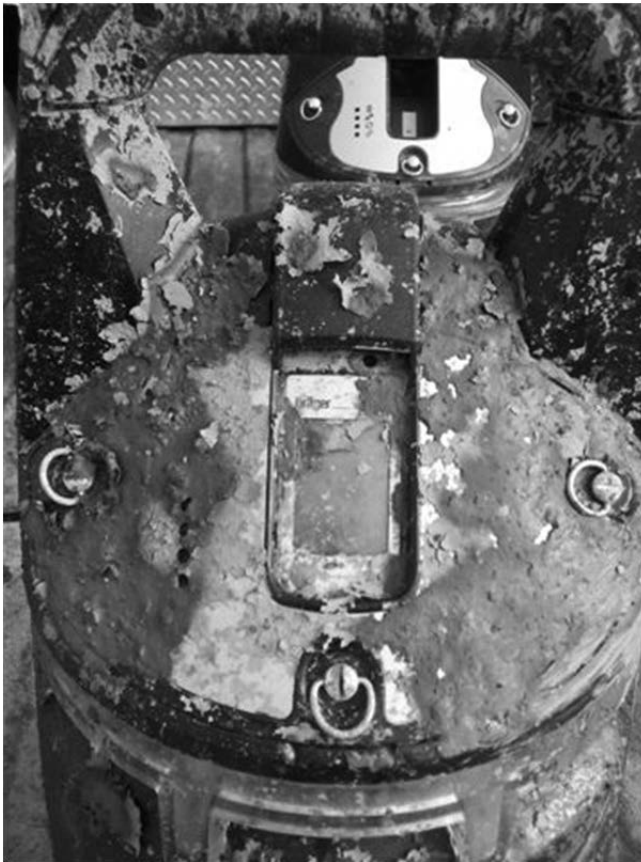


Abbildung 3: Harte Einsatzbedingungen (Bild: Dräger)

3.4 Explosionsschutz

Da der Explosionsschutz bei diesem Produkt besonders wichtig ist, kommuniziert das X-zone Gerät nicht nur untereinander, sondern überträgt im Alarmfall ein Signal an die Switch Off-Box. Diese Box kappt in Sekundenbruchteilen automatisch die Stromversorgung beispielweise zu einem Schweißgerät. Im Gegenzug schaltet die Switch On-Box bei Gefahr sofort eine Ampel zur Zufahrtskontrolle oder eine Belüftung hinzu.

4 Fazit

Im Kreativprozess sollte der Designer stets den Mut haben ungewöhnliche Fragen zu stellen. Die Frage ist neben dem Stift das bedeutenste Werkzeug auf dem Weg zu neuen Ideen. Bei der Gestaltung von sicherheitsrelevanten Produkten ist auf eine lesbare Grundform und die nötige Simplizität zu achten. Eine einfache visuelle Erscheinung ist gegenüber visueller Komplexität zu bevorzugen. Der Nutzer muss sofort erkennen, wie das Produkt benutzt wird. Wiederkehrende Elemente schaffen Vertrauen und vermitteln Sicherheit.

Literaturverzeichnis

- Draeger. 2014: Beitrag im Internet. http://www.draeger.com/sites/de_de/Pages/Chemical-Industry/Draeger-X-zone-5000.aspx, abgerufen am 11.04.2014
- Hassenkamp, M. 2009: Wenn die Form der Funktion folgt. PROTECTOR 9/09, S. 14 bis 15
- Demankowski, P. 2014: Wir machen Ideen sichtbar. top-magazin Dresden/ Ostsachsen 1.14, S. 58 bis 59

Kontakt

Dipl.-Des. (FH)
 Christian Fritz
 ma design GmbH & Co. KG
 Düvelsbeker Weg 12
 24105 Kiel

www.ma-design.de
christian.fritz@ma-design.de

Standort Dresden
 Königsbrücker Str. 96 (Haus 32)
 01099 Dresden
 +49 351 655 715-15

Gestaltungsprinzipien für herstellerproprietäre, mobilfunkbasierte Arbeitsmittel Applikationen – Die Zielgruppenbefragung

Friedrich Niehaus und Tobias Kehrein

0 Kurzfassung

Auf Basis der nutzerzentrierten Entwicklung und Evaluation des Fallbeispiels „eingreifende Nutzfahrzeug-Ferndiagnose“ sollen allgemeine Gestaltungsprinzipien für die Entwicklung der *Nutzerschnittstelle mobilfunkbasierter, herstellerproprietärer Arbeitsmittel-Applikationen* erforscht werden.

Der Begriff beschreibt eine Software, die über eine Mobilfunkverbindung in ein Steuergerätenetzwerk eines Arbeitsmittels übertragen wird. So können dem Bediener, aber auch Wartungspersonal und Besitzer neue Funktionen situationsabhängig zur Verfügung gestellt werden. Im Falle der eingreifenden Nutzfahrzeug-Ferndiagnose wird eine Diagnoseroutine übertragen, die dem Fahrer erlaubt, einen aktiven Bauteiltest unter Anleitung anzustoßen und zu überwachen.

Begonnen wurde die Entwicklung der Nutzerschnittstelle mit der Ermittlung des Nutzungskontextes nach *DIN EN ISO 9241-210*.

In einem Workshop mit einem gemischten Expertenteam (Forschung, Vorentwicklung, Serienentwicklung, Servicetechnik und Marketing) wurden Hypothesen erarbeitet.

Zur Hypothesenüberprüfung wurden Leitfadeninterviews mit Lkw-Fahrern zum Thema Pannenfall durchgeführt. Dabei sollte geklärt werden, welche erwarteten Eigenschaften und statistischen Annahmen für die Bediensituation zutreffend sind:

- Wie weit ist die Kenntnis bestimmter Bedienmetaphern in der Nutzergruppe verbreitet?
- Wie groß ist die Erfahrung der Nutzergruppe mit Pannensituationen?

- Wie ist die bisherige Lösungsstrategie der Nutzergruppe bei einer Panne?
- Wie wird die Situation im Kontext des Fahreralltags empfunden?

Diese Interviews wurden zunächst einer quantitativen Inhaltsanalyse unterzogen um die Hypothesen über den Nutzungskontext des Einzelfalls zu bestätigen.

Die Entwicklung der Gestaltungsprinzipien folgt hier einem deduktiven Forschungsansatz. Die Eigenschaften des Einzelfalls werden abstrahiert um einen ausreichend scharfen Rahmen für ein Forschungsobjekt zu schaffen. Durch die Gestaltungslösung des Einzelfalls werden allgemeine Hypothesen abgeleitet, die plausibel auf das Forschungsobjekt angewendet werden können. Parallel werden weitere Einzelfälle bearbeitet um die Allgemeingültigkeit der Hypothesen zu stützen. Schließlich werden anhand der Gebrauchstauglichkeit der Einzelfälle die Gestaltungsprinzipien evaluiert.

1 Einleitung

Aus den aktuellen Entwicklungen in der Nutzfahrzeugindustrie leitet sich eine neue Gruppe mobilfunkbasierter Arbeitsmittel-Applikationen ab. Der Grund liegt in sinkenden Mobilfunkverbindungskosten, steigenden Kundenerwartungen und so möglichen attraktiven Diensten, die dazu geführt haben, dass führende Hersteller von Nutzfahrzeugen den serienmäßigen Einbau von Hardware planen, welche das Fahrzeug mit dem Mobilfunknetz verbindet, oder diese bereits teilweise eingeführt haben. (Dudek, H. 2012)

Die Hauptfunktion einer solchen Hardware ist es, Fahrzeugdaten über die Funkschnittstelle Anbietern von Navigations-, Dispositions-, Überwachungs- und Entertainmentdiensten zur Verfügung zu stellen. Mit diesen Diensten haben beispielsweise Dispositions-Anwendungen Echtzeit-Daten zur Verfügung, die ihre Leistung erheblich steigern.

Hier bietet sich den Herstellern der eigentlichen Arbeitsmittel die Chance, diese Mobilfunkanbindung zusammen mit ihrem proprietären Wissen über das Arbeitsmittel, für eigene erfolgversprechende Applikations-Entwicklungen zu nutzen. Ein Beispiel für solche Anwendungen ist das Update von Steuergerätesoftware zur Wartung oder Reparatur. Ein anderes die Parametrierung zur Anpassung des Fahrzeugs an Einsatzprofile, Kundenwünsche oder besondere Funktionen.

Besondere Bedeutung hat dabei auch die Ferndiagnose. Durch die Einbindung in das Fahrzeugnetzwerk ist es möglich, Diagnosedienste, deren Einsatz eigentlich für die Werkstatt vorgesehen ist, über die Mobilfunkan-

bindung auf das Fahrzeug zu übertragen und dort auszuführen (Niehaus 2012).

Mobilfunkübertragung, Kommunikation über das Steuergerätenetzwerk des Arbeitsmittels, Abhängigkeit von Bordmitteln für Anzeige und Stellelemente, naive Nutzer und kritische Bediensituationen stellen hohe und neue Anforderungen an die Gestaltung der Nutzerschnittstelle (Niehaus 2013). Diese Eigenschaften lassen darauf schließen, dass die Entwicklung der Nutzerschnittstelle hier besondere Aufmerksamkeit verdient.

Unter der Bedingung, dass der Nutzungskontext dieser Gruppe von Applikationen untereinander ähnlich genug sind, sollte die Entwicklung gemeinsamer Gestaltungsprinzipien für die Nutzerschnittstelle ein lohnendes Forschungsfeld darstellen. Damit wäre es möglich, zum einen zielgerichteter und damit kostengünstiger entsprechende Applikationen zu entwickeln, zum anderen eine höhere Gebrauchstauglichkeit zu erreichen.

2 Fallbeispiel

Zunächst sollte an einem ersten Fallbeispiel eine exemplarische Applikations-Entwicklung durchgeführt werden, um verallgemeinerbare Eigenschaften für zukünftige Gestaltungsprinzipien aufzuspüren.

2.1 Der VGWB-Test

Ein Beispiel für die genannten Applikationen ist der für die Fernwartung adaptierte Werkstatttest der Vorgelegewellen-Bremse (*VGWB-Test*). Dieser Testfall gehört zum Konzept der *interaktiven, eingreifenden Ferndiagnose* deren Motivation darin besteht, Technikern die Fern-Funktionsprüfung spezifischer, mechanischer Bauteile zu ermöglichen. Dadurch können, nach internen Expertenmeinungen, Werkstattaufenthalte reduziert und Abschleppkosten gespart werden. Zudem ist die *interaktive, eingreifende Ferndiagnose* als Service dazu geeignet die Kunden-zufriedenheit zu erhöhen und die Kundenbindung zu fördern.

Beim *VGWB-Test* handelt es sich um ein Software-Skript, welches Steuerbefehle für die Dienste von Steuergeräten im Netzwerk eines Lkw enthält. Sein Zweck ist eine Funktionsprüfung der Vorgelegewellen-Bremse. Das ist eine pneumatisch angesteuerte hydrodynamische Getriebesbremse, die eine Welle im Getriebe bei Schaltvorgängen abbremst, um schnellere Schaltzeiten zu ermöglichen.

Das Software-Skript agiert hier vor allem mit dem Motor- und Getriebesteuergerät, Um eine vergleichbare Funktionsprüfung durchzuführen. Durch den Motor wird die Vorgelegewelle auf eine Nenndrehzahl beschleunigt und

anschließend mit der *VGWB* abgebremst. Durch Messung der Verzögerung der Vorgelegewelle kann die Funktionsfähigkeit der Bremse ermittelt werden.

Mithilfe einer serienmäßigen Telematik-Einheit wird das Software-Skript über das Mobilfunknetz an das Fahrzeug im Feld übertragen. Um die Gebrauchstüchtigkeit des Skriptes zu erhalten, muss jedoch erheblich auf die veränderten Nutzungsbedingungen eingegangen werden. Diese werden im Folgenden kurz skizziert:



Abbildung 1: Ablaufs des VGWB-Tests im Feld über Telediagnose

2.2. Deterministische Nutzungsbedingungen der eingreifenden Ferndiagnose

Zuvor wurde dieser (Werkstatt-)Test durch Fachpersonal in einer kontrollierten Umgebung durchgeführt und überwacht. Dabei verlangt die aktive Ansteuerung eines Bauteils durch den Motor eine Sicherung des Fahrzeugs durch Einhalten einer Checkliste von *Vorbedingungen*. Es herrschen in der Werkstatt folgende Bedingungen:

- Für die Anzeige der *Vorbedingungen* und das Ergebnis der Messung steht ein Anzeige- und Eingabe-system für Diagnosesoftware, ein sogenannter *Werkstatttester* zur Verfügung.
- Das Fachpersonal ist im Ablauf des Tests und am *Werkstatttester* geschult.
- Das Fachpersonal muss den Vorgang überwachen und kann ihn bei Bedarf abbrechen.

Der Einsatz des Tests per Ferndiagnose im Feld, ohne Fachpersonal und *Werkstatttester* vor Ort erzeugt jedoch andere Bedingungen:

- Durch die Verantwortlichkeit des Fahrers, geregelt in der Straßenverkehrsordnung, muss der Fahrer vor Ort den Test-Vorgang überwachen und abbrechen können.
- Aus demselben Grund muss der Fahrer auch die Vorbedingungen herstellen und einhalten, um die Sicherheit des Fahrzeuges gegen unbeabsichtigtes Anfahren zu garantieren.

- Der *Werkstatttester* steht vor Ort nicht zur Verfügung.
- Geschultes Fachpersonal steht vor Ort nicht persönlich zur Verfügung.

2.3 Nutzungsbedingungen nach Expertenmeinung

Bei der technischen Entwicklung der eingreifenden Nutzfahrzeug-Ferndiagnose der Firma Daimler wurden Expertenworkshops mit Teilnehmern aus den Bereichen Marketing, Werkstattservice, Diagnosetechnik, Telematik und Zuverlässigkeit durchgeführt. Folgende Hypothesen wurden aus diesen Workshops heraus gebildet:

- Die Nutzergruppe der Lkw-Fahrer ist vorwiegend männlichen Geschlechts.
- Der Lkw-Fahrer befindet sich während des technischen Defektes seines Lkws in einer Stresssituation.
- technische Defekte von Lkws sind heute verhältnismäßig selten.
- Oft sprechen Lkw-Fahrer nur schlecht Deutsch und Englisch
- Der durch die Maßnahme zu erwartende Gewinn rechtfertigt keine Einbaukosten für die Realisierung der Funktionalität einer eingreifenden Ferndiagnose.
- Die Schulung aller Fahrer für die Bedienung einer Ferndiagnose-Applikation rechnet sich gegenüber den hohen Kosten für Fahrzeugausfälle im Pannenfall nicht, da dieser Fall zu selten auftreten.

Diese Hypothesen über den Nutzungskontext sollten nun mit einer Nutzerstudie untermauert werden.

3 Überprüfung der Nutzungsbedingungen

3.1 Methodik

Auf Grund vorangegangener Interviewerfahrungen mit Lkw-Fahrern im Feld, erschien es am Lohnendsten, die dafür geeigneten Hypothesen anhand eines Interviews der Zielgruppe zu überprüfen. Grund hierfür ist vor allem das zuvor beobachtete hohe Mitteilungsbedürfnis der Kraftfahrer, Gründe für diese Haltung sind bei Michael Florian bereits beschrieben worden (Florian 1994). Zudem bot es zusätzlich die Gelegenheit, Sozialdaten aus erster Hand zu erfassen.

Das Interview wurde als Leitfadenterview nach Mayring (Mayring 2010) durchgeführt. Die Gründe für die Wahl der Interviewform Leitfadenterview waren:

- Aus den indirekten Fragestellungen und Situationsbeschreibungen können Schlüsse über den emotionalen Zustand des Befragten gezogen werden. Eine direkte Fragestellung erscheint nach der Beschreibung des heroischen Selbstbildes der Lkw-Fahrer (Florian 1994) wenig erfolgsversprechend.
- Um auf bisher unbekannte Aussagen zu Nutzergruppe, Aufgabe und Umweltbedingungen reagieren zu können, die sich individuell aus der Interviewsituation ergeben.
- Damit man auf die zu erwartenden Sprachschwierigkeiten mit flexibler Umformulierung der Fragen, Umschreibungen und Sprachwechsel reagieren kann.
- Durch das persönliche Gespräch wird auf das Kommunikations-Bedürfnis der Zielgruppe eingegangen und so eine höhere Teilnahme-Bereitschaft erzeugt.

Eine zufällige Stichprobe sollte durch die Befragungsmodalitäten erreicht werden: Die Fahrer wurden spontan bei ihrer Arbeitspause an Rasthöfen befragt.

3.2 Aufbau des Interviews „Liegenbleiber“

Kern des Nutzerinterviews bildet der Interviewleitfaden (Anhang 1), durch den der Gesprächspartner motiviert werden soll, zur Klärung der folgenden Fragestellungen beizutragen:

- Wie häufig treten Liegenbleiber (herstellerübergreifend) auf?
- Ist diese Situation für den Fahrer eine unangenehme Situation?
- Wenn ja, wie unangenehm ist die Situation im Vergleich zu anderen Situationen?
- Welche Handlungsmöglichkeiten hat der Fahrer?
- Wie verbreitet sind Farbsehschwächen in der Zielgruppe?
- Welche Mobilien Geräte sind der Zielgruppe vertraut? (Klassisches Handy, Smartphone, Laptop, Navigationsgerät, Dispositionsgesamt, Tablett PC)

Der Interviewablauf wurde für eine maximale Menge an Befragten für die verschiedenen Fragestellungen konzipiert. Für verschiedene Abbruchzeitpunkte des Befragten ergeben sich unterschiedliche Untergruppen, auf die man die gesammelten Daten anwenden kann (siehe Abbildung 2).

Vor dem Leitfadeninterview wurden objektive Sozialdaten durch Beobachtung erhoben und in einem Datenblatt festgehalten. Zusätzlich wurden vor dem eigentlichen Interview weitere nicht-personalisierte Sozialdaten erfragt.

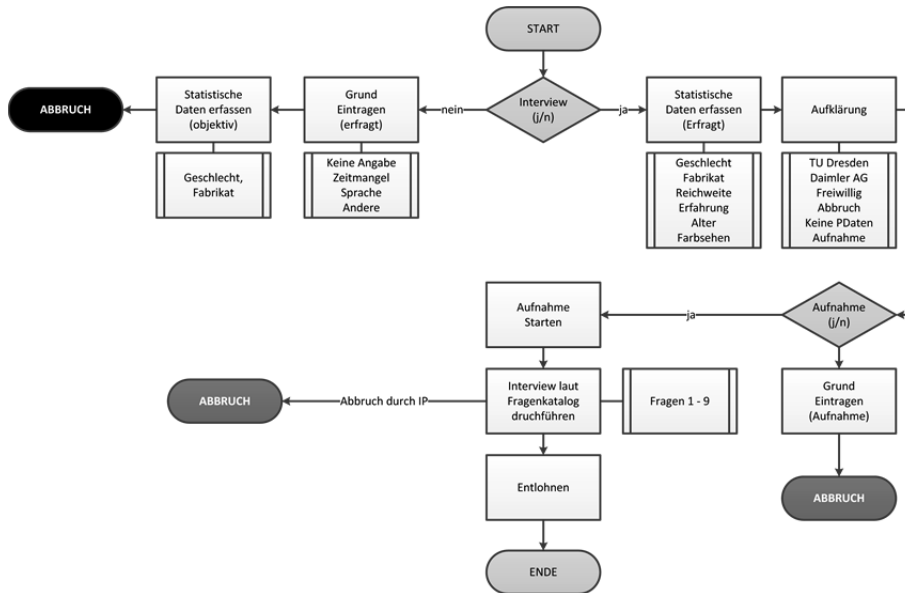


Abbildung 2: Ablaufplanung des Interviews; begonnen bei Start werden möglichst viele Daten erhoben bevor es zu einem Abbruch kommen kann.

Folgende Daten wurden erhoben:

Objektive Daten:

- Geschlecht des Lkw-Fahrers
- Zugmaschinenhersteller
- Landeskennzeichen

Subjektive Daten:

- Alter des Lkw-Fahrers
- Berufserfahrung als Lkw-Fahrer
- Tourenreichweite (D, EU, EU+)
- Farbsehschwäche diagnostiziert
- Gründe für das Abbrechen des Interviews

3.3 Auswertung der Daten

Die aufgezeichneten Tondaten wurden nach den Transkriptionsregeln von Kukartz (Kukartz *et al.* 2008) verschriftlicht. Anschließend wurde eine *quantitative* Inhaltsanalyse nach Mayring (Mayring 2010) begonnen. Für die Codierung wurden nach dem deduktiven Ansatz die Fragen des Leitfadens herangezogen.

Nach aktuellem Stand der Auswertung können Aussagen über folgende Codes und ihre Sub-Codes getroffen werden:

- Schlimmste Momente des Befragten bei der Arbeit.
- Befragter hat einen Liegenbleiber erlebt.
- Aussagen des Befragten hinsichtlich der Häufigkeit von Liegenbleibern.

Daneben können Aussagen über einfache Statistik der Daten aus den Datenbogen über die die Befragten herangezogen werden.

4 Ergebnisse der Interviews

Es wurden insgesamt 114 Lkw-Fahrer befragt. Davon konnten 36 vollständige Leitfadeninterviews aufgezeichnet werden. 78 Interviews mussten abgebrochen werden. Die Befragten waren größtenteils männlich. Ihr Altersdurchschnitt lag bei etwa 48 Jahren, die durchschnittliche Berufserfahrung bei etwa 20 Jahren.

4.1 Häufigkeit von Liegenbleibern

21 von 36 vollständig Befragten sind nach eigener Aussage schon einmal mit dem Truck liegen geblieben. Im Schnitt sagten die Fahrer aus, etwa alle zwei Jahre einen Liegenbleiber zu erleben. Der Hohe Mittelwert mag bei reiner Betrachtung der Mittelwerte erstaunen. Wenn 15 von 36 vollständig Befragten noch keinen Liegenbleiber erlebt haben, erscheinen 0,5 Liegenbleiber pro Jahr bei durchschnittlich 20 Jahren Berufserfahrung unwahrscheinlich. Dies wird jedoch plausibel, betrachtet man dazu die Berufserfahrung der Fahrer (siehe Abbildung 4) und die Verteilung der Aussagen über die Häufigkeit der Liegenbleiber (siehe Abbildung 3). Keine Liegenbleiber haben vor allem Fahrer mit geringer Berufserfahrung erlebt. Zudem sind die Werte bei den Angaben zur Häufigkeit von Liegenbleibern sehr inhomogen.

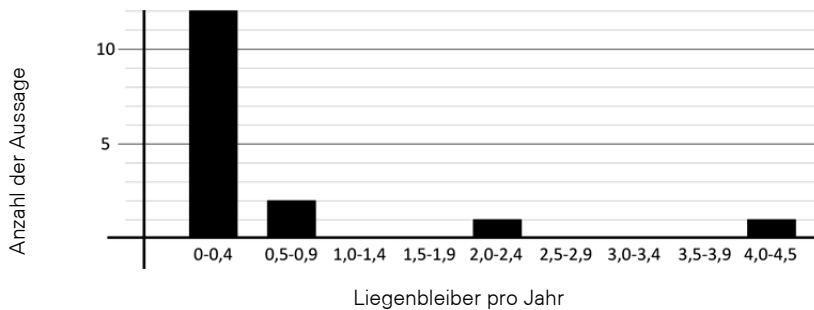


Abbildung 3: Die Verteilung der genannten Häufigkeiten von Liegenbleibern.

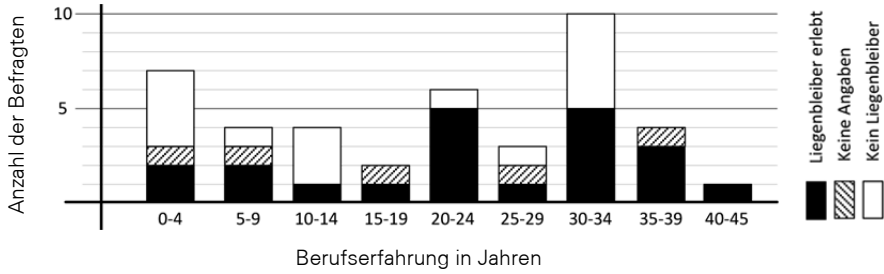


Abbildung 4: Die Grafik zeigt, ob ein Liegenbleiber schon einmal erlebt wurde oder nicht, relativ zur Berufserfahrung des Betroffenen.

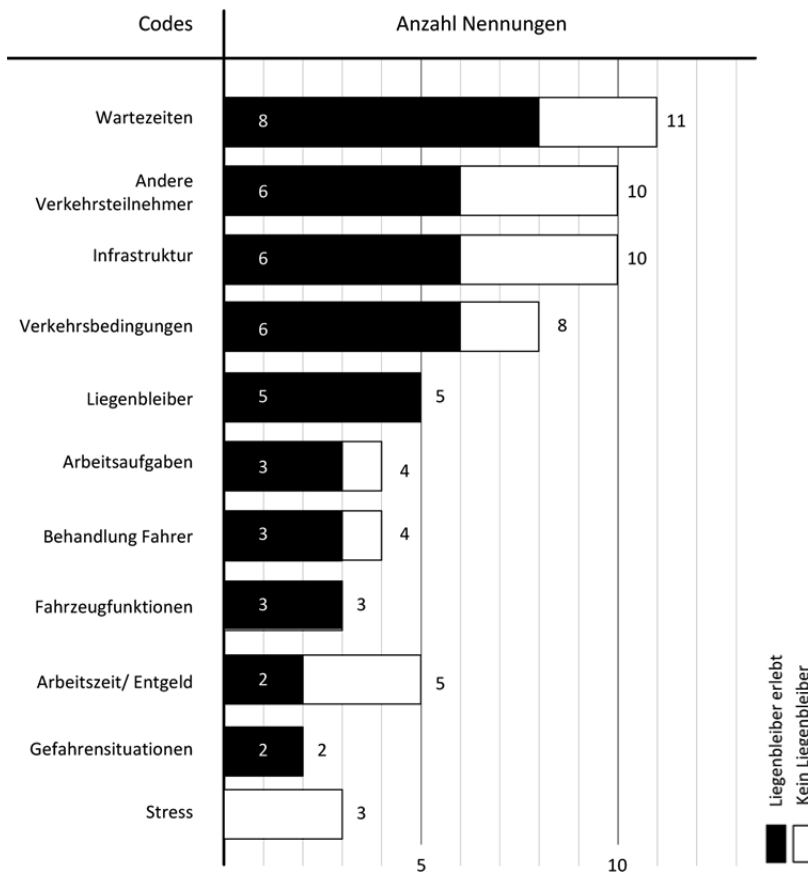


Abbildung 5: Antworten auf die Frage nach den schlimmsten Situationen im Truck-Alltag relativ zu Erfahrungen mit Liegenbleibern

4.2 ‚Schlimmste Situationen‘ bei der Arbeit für Lkw-Fahrer

Bei der Frage nach den ‚schlimmsten Situationen‘ während der Arbeit nannten 5 von 36 der vollständig Befragten Aspekte aus dem Bereich der Pannensituationen (Mehrfach-Nennungen waren erlaubt). Dabei muss jedoch bedacht werden, dass lediglich 21 der vollständig Befragten schon einmal einen Liegenbleiber erlebt haben.

4.3 Gründe für den Abbruch des Interviews

Von 78 abgebrochenen Interviews wurden 44 aufgrund mangelnder Verständigungs-Möglichkeiten zwischen Interviewer und Befragtem abgebrochen (Interviewer sprach Deutsch und Englisch). Fünf Interviews wurden nach Aufnahme der Sozialdaten abgebrochen, da der Befragte einer Aufzeichnung nicht zustimmen wollte.

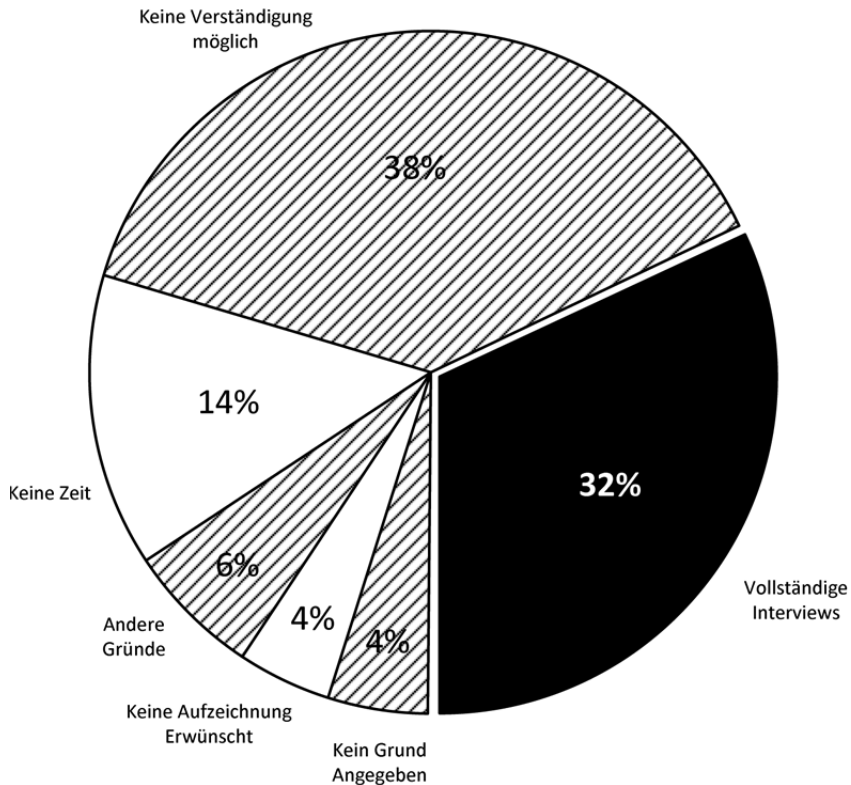


Abbildung 6: Menge der Abgebrochenen Interviews, aufgelistet nach Gründen für den Abbruch.

4.4 Farbenblindheit

Von 36 vollständig Befragten gaben vier an, dass sie unter einer diagnostizierten Farbenblindheit leiden.

5 Diskussion

Schon die quantitative Auswertung eines Teils des Interviewmaterials erlaubt es, einige vorangestellte Hypothesen über den Nutzungskontext der interaktiven, eingreifenden Nutzfahrzeug-Ferndiagnose zu untermauern:

5.1 Farbsehen und Anteil männlicher Fahrer

Wie durch die Expertenmeinung vermutet und durch Daten des Statistischen Bundesamtes ergänzt (Destatis 2012), wird auch von der eigenen Datenerhebung die Aussage gestützt, es handle sich bei der Zielgruppe größtenteils um Männer. Medizinische Erhebungen (Wolfmaier 1999) behaupten, dass etwa 8 % der Männer unter einer Farbsehschwäche leiden. Trotz der geringen Signifikanz (aufgrund einer kleinen Stichprobe), stützen die eigenen Erhebungen diese Aussage. Somit ist die Farbsehschwäche ein relevantes Element im Nutzungskontext der interaktiven, eingreifenden Ferndiagnose.

5.2 Sprachverständigung

Durch die große Anzahl an Interviewabbrüchen auf Grund von Verständigungsproblemen und die großen Schwierigkeiten bei den noch durchführbaren Interviews wird deutlich, dass die geringe Verbreitung von Sprachkenntnissen der Zielgruppe von großer Bedeutung für den Nutzungskontext der Anwendung ist.

5.3 Der technische Defekt als Stresssituation

Die Hypothese, ein Fahrer stehe während eines Fahrzeugdefektes unter Stress, konnte allein durch die Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse des Codes ‚schlimmste Situationen‘ nicht vollständig gestützt werden. Nur fünf von 36 Befragten nannten explizit einen technischen Defekt (Panne/Liegenbleiber) als eine der schlimmsten Situationen bei der Arbeit.

Nimmt man aber an, dass nur ein Fahrer, der auch schon einmal einen Liegenbleiber erlebt hat, diesen auch richtig bewertet, werden die Unterschiede zwischen dem Liegenbleiber und anderen Sub-Codes deutlich reduziert.

Der Autor nimmt an, dass die qualitative Inhaltsanalyse des Interviewmaterials noch mehr Aufschluss über das Erleben der Situation des Liegenbleibens offenlegen wird.

Die Konsequenzen von starkem Stress des Nutzers auf seine Wahrnehmung rechtfertigen eine weitere Untersuchung dieses Punktes (Niehaus 2013).

5.4 Die Häufigkeit von Liegenbleibern

Die Expertenmeinung über die Häufigkeit von Liegenbleibern entsprach insofern dem Umfrageergebnis, dass Liegenbleiber seltene Ereignisse sind. Jedoch waren die Schätzungen der Experten zurückhaltender (alle 5–10 Jahre) als der statistische Mittelwert (alle 2 Jahre).

Dies hat zur Folge, dass Aussagen über Investitionen in die Applikationen überdacht werden müssen, insbesondere in Hinblick auf Einbaukosten und Schulungsmöglichkeiten.

Jedoch wird die Anwendung mit einer Verwendung alle 2 Jahre nicht häufig genug verwendet, um Lerneffekte durch die ständige Nutzung der interaktiven, eingreifenden Ferndiagnose erwarten zu lassen.

6 Ausblick

Aus den bisherigen Ergebnissen über den Nutzungskontext der interaktiven, eingreifenden Nutzfahrzeug-Ferndiagnose lassen sich bereits erste Gestaltungsprinzipien des Übergeordneten Forschungsobjektes, der herstellereigentlichen, mobilfunkbasierten Arbeitsmittel Applikationen skizzieren:

6.1 Abstraktion von Systemeigenschaften

Applikationen, wie der VGWB-Test stellen fallspezifische Einzellösungen dar. Sie dienen naturgemäß der Lösung einzelner Problemfälle. Daher verbieten sich applikationsspezifische Anpassungen von Hardwareelementen im Arbeitsmittel. Stattdessen ist eine reine Softwarelösung anzustreben. Daraus folgt:

- Die Applikation muss in der Lage sein, Dialog-Probleme die durch die für den Spezialfall ungeeignete Anordnung von Schalt- und Anzeigeelementen, aufzulösen.
- Die Applikation muss seine Kommunikations- und Bedienungsaufgabe mit den vorhandenen Anzeigemitteln oder mit externen Drittgeräten (Tablett, Handy, Notebook) lösen können.

Zweitens werden Applikationen dieses Typs über eine Mobilfunkverbindung übertragen und agieren vor Ort im Steuergerätenetzwerk des Arbeitsmittels. Im Falle der Ferndiagnose erfolgt die Übertragung über eine ans Steuergerätenetzwerk des Lkw angeschlossene Telematik Box in den Lkw. Insbesondere aufgrund der hohen Relevanz der Reaktionsgeschwindigkeit eine Nutzerschnittstelle, wie bei Johnson (Johnson 2010) hervorgehoben, muss beachtet werden:

- Verbindungsabbrüche und Ladezeiten durch Datenübertragungen über das Mobilfunknetz dürfen die Gebrauchstauglichkeit der Anwendung nicht beeinträchtigen.
- Datenversatz und Wartezeiten durch die Kommunikationsbeschränkungen des Steuergerätenetzwerkes dürfen die Gebrauchstauglichkeit der Anwendung nicht beeinträchtigen.

6.1 Abstraktion von Nutzereigenschaften

Wie der Lkw-Fahrer ist jeder allgemeine Maschinenbediener lediglich mit den Funktionen seines Arbeitsmittels vertraut, die er täglich braucht. Sei es ein Nutzfahrzeug, eine Fertigungsstraße oder ein komplexeres Handwerkzeug. Wenn er auf die Grenzen seiner Handlungsmöglichkeiten stößt ist eine Stressreaktion, wie in der Liegenbleiber-Situation des Lkw-Fahrers, wahrscheinlich. Daher muss die Gestaltung auf folgende Eigenschaften eingehen.

- Der Nutzer muss seine Bedieneraufgabe allein auf der Basis der durch die Applikation zur Verfügung gestellten Informationen und seinem eigenen Wissen als Bediener des Arbeitsmittels erfüllen können
- Für die Applikation muss eine Darstellung gewählt werden die dazu geeignet ist ihre Kommunikationsaufgabe auch unter Berücksichtigung eines unter Stress stehenden Nutzers zu erfüllen.

Die großen Sprachprobleme der Nutzergruppe der Lkw-Fahrer sind zwar für den Speziellen Fall der Nutzfahrzeug-Ferndiagnose relevant, jedoch nicht ohne weiteres auf die allgemeine Nutzergruppe verallgemeinerbar. Ebenso kann nicht von einer größtenteils männlichen Nutzergruppe ausgegangen werden.

6.2 weiteres Vorgehen

Durch die Entwicklung und Evaluation des VGWB-Test der interaktiven eingreifenden Nutzfahrzeug-Ferndiagnose wird das Bild der Eigenschaften des Forschungsobjektes gefestigt.

Weitere Entwicklungen und Evaluationen der Gebrauchstauglichkeit anderer Applikationsbeispiele lassen Vergleichsmöglichkeiten von Nutzungseigenschaften zu. Parallel zu den Entwicklungen der konkreten Applikationen baut sich ein Konzept aus Gestaltungsprinzipien heraus, welches sich auf Gemeinsamkeiten in Nutzerkontext und daraus abgeleiteten Lösungsvarianten ergibt. Schließlich sollen die Relevanz der Gestaltungsprinzipien selbst geprüft werden. Dazu erfolgt eine Gebrauchstauglichkeitsuntersuchung einer ausgesuchten Applikation in die eine Fehlerkomponente eingefügt wurde.

Diese Fehlerkomponente liegt im Delta zwischen den allgemeinen regeln der Dialoggestaltung nach DIN EN ISO 9241-110 und den speziellen Gestaltungsprinzipien, die geprüft werden sollen,

Ein Vergleich der Gebrauchstauglichkeit mit einer Fehlerlosen Applikation sollte dann die Wirksamkeit der Gestaltungsprinzipien für die herstellereigenen, mobilfunkbasierten Arbeitsmittel Applikationen nachweisen können.

Literaturverzeichnis

- Niehaus, F. 2013: Kulturunabhängige Humanparameter für intuitive Benutzerschnittstellen In: VDI-Berichte, Bd. 2188, 105-126 Düsseldorf: VDI-Verlag
- Florian, M. 1994: "Highway-Helden" in Not. Arbeits- und Berufsrisiken von Fernfahrern zwischen Mythos und Realität. Berlin: Ed. Sigma.
- Niehaus, F. 2012: Interactive Remote Diagnosis HMI. Diplomarbeit, Akademie der bildenden Künste Stuttgart. Stuttgart.
- Johnson, J. 2010: Designing with the mind in mind. Simple guide to understanding user interface design rules. Amsterdam: Morgan Kaufmann Publishers/Elsevier.
- Kuckartz, U. 2008: Qualitative Evaluation. Der Einstieg in die Praxis. (2., aktualisierte Aufl). Wiesbaden: VS, Verlag für Sozialwissenschaften.
- Mayring, P. 2010: Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Weinheim: Beltz.
- Dudek H. 2012: Telematik 2012. Marktübersicht zu Telematiksystemen in Transport und Logistik. <http://www.twie.dhbw-ravensburg-studenten.de/fileadmin/downloads/wirtschaftsingenieur/PublicationTelematik2012.pdf>
- Destatis 2012: Erwerbstätige: Deutschland, Jahre, Wirtschaftszweige (WZ2008), Geschlecht. WZ08-H Verkehr und Lagerei, Statistisches Bundesamt Wiesbaden
- Wolfmaier, T. 1999: Designing for the color-challenged: A Challenge. http://www.internetg.org/mar99/accessibility_color_challenged.html 26.07.2013
- DIN EN ISO 9241-210:2011-01: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme (ISO 9241-210:2010); Deutsche Fassung EN ISO 9241-210:2010

DIN EN ISO 9241-110:2008-09: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 110:
Grundsätze der Dialoggestaltung (ISO 9241-110:2006); Deutsche Fassung EN ISO
9241-110:2006

Kontakt

Dipl.-Des. Friedrich Niehaus
Tobias Kehrein
Daimler AG
Daimler Trucks Vorentwicklung
T331
70546 Stuttgart
friedrich.niehaus@daimler.com
tobias.kehrein@daimler.com

Optimierung gestalterischer Faktoren für die altersgerechte Mensch-Produkt-Schnittstelle durch Greifkraftmessung

Benedikt Janny, Matthias Haug und Thomas Maier

Dieser Beitrag hat die Entwicklung eines Testkörpers zur altersgerechten Optimierung der haptischen Mensch-Produkt-Interaktion zum Inhalt. Als Messparameter dienen hierbei die vom Nutzer bei der haptischen Manipulation und Exploration aufgebrauchten Greifkräfte, welche sensorisch erfasst werden können. Der Testkörper ermöglicht eine systematische Variation der Form und Oberfläche mit dem Ziel der Spezifizierung entscheidender Faktoren für die Gestaltung altersgerechter haptischer Mensch-Produkt-Schnittstellen.

1. Altersgerechte Mensch-Produkt-Interaktion

Als Grundlage der Schnittstellengestaltung dient die nähere Erörterung der altersgerechten Mensch-Produkt-Interaktion.

In Anlehnung an die Modelle von Seeger (2006) und Zühlke (2011) ergeben sich drei wesentliche Bestandteile der Mensch-Produkt-Interaktion; die menschliche Sensorik, Kognition und Motorik, welche produktseitig durch das Produktsignal und die Produktbedienung komplettiert werden. Der Mensch nimmt über die Sensorik die vom Produkt ausgesandten Signale wahr und verarbeitet diese Informationen im Anschluss kognitiv, was letztendlich über ein motorisches Verhalten in einer Form der Produktbedienung mündet.

Die im Laufe des Lebens variierende sensorische, kognitive und motorische Leistungsfähigkeit des Menschen hat Auswirkungen auf die Mensch-Produkt-Interaktion. Abbildung 1 visualisiert die Veränderung der Mensch-Produkt-Interaktion in Abhängigkeit des Nutzeralters.

Um das differierende sensorische, kognitive und motorische Potential des Nutzers auszugleichen, resultiert die Notwendigkeit einer altersabhängigen

Anpassung der Mensch-Produkt-Schnittstelle, welche sich in Anlehnung an Seeger (2006) aus einer Anzeigengestalt und einer Stellteilsteilgestaltung zusammensetzt. Hierbei ist das verbleibende Leistungspotential des Nutzers zu beachten, woraus sich entsprechend der Unterstützungshierarchie aus Richtlinie VDI/GGT 2236-1 (VDI 2013) der notwendige Grad der Gestaltadaptation ableitet.

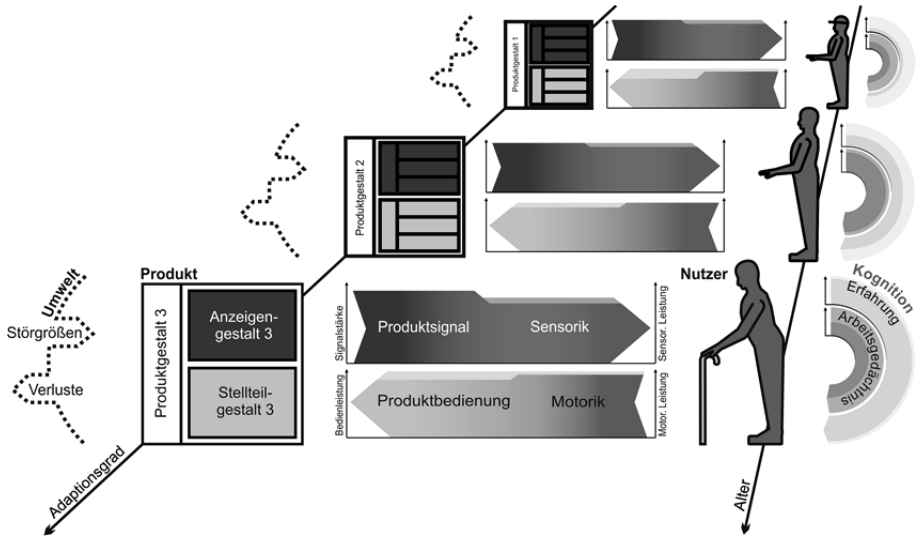


Abbildung 1: Modell der altersgerechten Mensch-Produkt-Interaktion

Diese produktseitige Anpassung muss so erfolgen, dass die Verstärkung des Produktsignals und die Erleichterung der Produktbedienung die Einschränkungen und Verluste der sensorischen und motorischen Interaktion ausgleichen. In Anlehnung an den Ansatz des adaptiv-variablen Stellteils nach Petrov (2012) bietet die altersgerechte adaptiv-variable Mensch-Produkt-Schnittstelle die Möglichkeit, altersbedingte sensorische, kognitive und motorische Einschränkungen durch Anpassung des Produktsignals beziehungsweise der Produktbedienung auszugleichen. Aus designtechnischer Sicht kann dies durch Variation der Schnittstellenteilgestalten in Abhängigkeit des Einschränkungsniveaus des Nutzers erreicht werden.

Die Auswirkungen des Alters auf das nutzerseitige Ende der Schnittstelle, sprich die sensorischen, kognitiven und motorischen Verluste, sind aus physiologischer Sicht weitestgehend erforscht (vgl. Abschnitte 1.2, 1.3 und 1.4 für die haptische Modalität), müssen allerdings in quantifizierbare technische Parameter übersetzt werden. Aus Sicht der Produktentwickler werden solche konkreten Gestaltungsparameter benötigt, um altersgerechte

Schnittstellen zu designen und zu konstruieren. Während zur Gestaltung altersgerechter optischer Schnittstellen (Schriftgrößen, Kontrastwerte etc.) und akustischer Schnittstellen (Frequenz- und Schalldruckbereiche etc.) bereits praktikable Gestaltungsrichtlinien für Ingenieure und Designer zur Verfügung stehen (Biermann & Weissmantel 1995) (Fisk *et al.* 2009), fehlt es im Bereich der Haptik an einer fundierten Datenbasis zur altersgerechten Interface-Gestaltung.

1.1 Altersgerechte Gestaltung der haptischen Mensch-Produkt-Schnittstelle

Im Fokus dieses Beitrags steht die haptische Mensch-Produkt-Interaktion, welche durch Abbildung 2 verdeutlicht wird. Die haptische Produktgestalt untergliedert sich in eine haptische Anzeigengestalt und eine haptische Stellteilmgestalt. Diese setzen sich jeweils aus den Teilgestalten Aufbau, Form und Oberfläche zusammen. Die Anzeige sendet ein produktseitiges, haptisches Signal, welches unter Verlusten nutzerseitig taktil beziehungsweise kinästhetisch wahrgenommen werden kann. Es kann in diesem Kontext ebenfalls von der haptischen Exploration gesprochen werden. Als Konsequenz der kognitiven Verarbeitung, welche sich in Anlehnung an die Überlegungen von Cattell (1987) in einen durch Erfahrung und einen durch das Arbeitsgedächtnis geprägten Prozess unterteilen lässt, ergibt sich ein motorisches Verhalten. Dieses Verhalten führt letztendlich unter erneuten Verlusten zur haptischen Bedienung oder Manipulation der produktseitig angebotenen Stellteilmgestalt.



Abbildung 2: Modell der haptischen Mensch-Produkt-Interaktion im gerontologischen Kontext

Die Grundlage für die altersgerechte Optimierung der Informationsübertragung der produktseitigen haptischen Schnittstelle bilden also die sensorischen und motorischen Einschränkungen, die im Folgenden näher erläutert werden.

1.2 Altersbedingte sensorische Veränderungen

Für die haptische Mensch-Maschine-Interaktion relevante Einschränkungen der Sensorik lassen sich im Kern in zwei Schwerpunkte gliedern; Taktilität und Hautveränderungen.

Rückgang der somatosensorischen Taktilität: Eine Vielzahl an Untersuchungen zeigt, dass es im Alter vermehrt zum Rückgang der schnelladaptierenden Meissner- und Vater-Pacini-Mechanorezeptoren kommt (Thornbury & Mistretta 1981), (Jones & Lederman 2006) (Shaffer & Harrison 2007). Nach Beyer & Weiss (2001) sind diese maßgeblich an der Registrierung von Geschwindigkeit und Beschleunigung geringster Hautdehnung beteiligt. Dies führt vor allem zu einem geminderten Vibrations- und Berührungsempfinden (Kenshalo 1977). Fisk merkt an, dass im Laufe des Alters die Sensitivität niedriger Vibrationsfrequenzen im Bereich von 25 Hz relativ stabil bleibt, während es bei Frequenzen über 60 Hz zu einer linearen Abnahme ab dem Erwachsenenalter kommt (Fisk *et al.* 2009).

Wahrnehmungsrelevante Veränderungen der Haut: Im Alter kommt es zu einer verringerten Durchblutung der Haut, wodurch wahrscheinlich die zuvor diskutierten Veränderungen der Taktilität verursacht werden (Mutschler *et al.* 2007). Gleichzeitig lässt der Grad der Hautelastizität nach, was zu einer weiteren Einschränkung der Taktilität führen kann (Farage *et al.* 2010).

1.3 Altersbedingte kognitive Veränderungen

Der kognitive Informationsverarbeitungsprozess wird prinzipiell in zwei Formen der Intelligenz unterteilt. Cattell spricht von fluider und kristalliner Intelligenz (Cattell 1987). Ihn Anlehnung an diese Unterteilung kann nach Böhm (2009) zwischen einem mechanischen und einem pragmatischen Anteil unterschieden werden. Während die *Mechanik der Intelligenz* Prozesse des Arbeitsgedächtnisses und der Denkfähigkeit beinhaltet, vereint die *Pragmatik der Intelligenz* Erfahrungs- und Wissensbestände, die im Laufe des Lebens erworben werden. Vom Kindesalter bis zu einem Alter von ca. 30 Jahren kommt es zu einem starken Anstieg der mechanischen Intelligenz. Danach setzt eine Abnahme des Leistungsvermögens ein. Dagegen bleiben die Wissensbestände der pragmatischen Intelligenz weitgehend stabil oder nehmen bis ins hohe Alter hin zu. Zwischen diesen Formen der Informationsverarbeitung kann es zu Ausgleichsmechanismen kommen. So ist der ältere Mensch unter Umständen in der Lage, Wahrnehmungsdefizite zum Teil durch Wissen und Erfahrung zu kompensieren und ein insgesamt hohes Intelligenzniveau im Alter beizubehalten (Schlick *et al.* 2010). Hinsichtlich der Gestaltung haptischer Schnittstellen muss vor allem untersucht werden, inwieweit sich die Änderung der kognitiven Prozesse auf die haptische Exploration und Manipulation auswirkt. So legen erste am Institut durchgeführte Untersuchungen nahe, dass junge und alte Probanden bei gleichen haptischen Arbeitsaufgaben unterschiedliche sensorische und motorische Handlungen anwenden (Petrov *et al.* 2013).

1.4 Altersbedingte motorische Veränderungen

Relevante Aspekte der motorischen Einschränkungen beinhalten vor allem Veränderungen der Feinmotorik und der Sudomotorik.

Veränderungen der Feinmotorik: Aufgrund von Verschleißerscheinungen kommt es bei alten Menschen vermehrt zu Beschwerden bei Bewegungen der Hand und Fingergelenke (Haywood & Getchell 2009). Dies betrifft vor allem koordinative Faktoren. Hierbei kann es sowohl zu Einschränkungen des Gelenkkomfortwinkelbereiches als auch zu Schwierigkeiten bei der Ausführung ruhiger und gezielter Bewegungsabläufe durch zitterige Hände kommen (Fisk *et al.* 2009). Dies wird insbesondere durch ein hohes Risiko an Arthritis zu erkranken, verstärkt. Laut Fisk *et al.* (2009) sind 50 % der Männer und 60 % der Frauen über 75 Jahre davon betroffen. Bezüglich der konditionellen Auswirkungen lässt sich festhalten, dass damit geringere Komfort- und Maximalkraftwerte des Hand-Arm-Apparates einhergehen.

Veränderungen der Sudomotorik: Im Zuge der im Alter abnehmenden Durchblutung der Haut kommt es ebenfalls zu einem Rückgang der Schweiß- und Talgdrüsen (Comaish & Bottoms 1984) (Farage *et al.* 2010). Cole (1991) merkt an, dass dadurch ein abnehmender Reibwert der Haut resultiert.

2. Gestaltungsparameter und Einflussfaktoren der altersgerechten haptischen Mensch-Produkt-Schnittstelle

Unter Beachtung des altersgerechten Mensch-Produkt-Modells kann also festgehalten werden, dass die zuvor diskutierten nutzerseitigen sensorischen und motorischen Verluste durch Anpassung des haptischen Produktsignals beziehungsweise der haptischen Produktbedienung kompensiert werden können. Aus designtechnischer Sicht erfolgt dies durch Variation der Mensch-Produkt-Schnittstellengestalt, bestehend aus den haptischen Teilgestalten Aufbau, Form und Oberfläche (vgl. Abbildung 2). Tabelle 1 gibt einen Überblick über variable produktseitige Parameter zur Gestaltung der haptischen Schnittstelle.

Auf die produktseitigen Gestaltungsparameter wirken nutzerseitige Einflussfaktoren, welche im Kontext des sensorischen, kognitiven und motorischen Leistungspotentials betrachtet werden müssen. Tabelle 2 gibt einen Überblick über diese nutzerseitigen Einflussfaktoren auf die Gestaltung der haptischen Mensch-Produkt-Schnittstelle.

Tabelle 1: Produktseitige Gestaltungsparameter der haptischen Mensch-Produkt-Schnittstelle ergänzt nach Bullinger (1979), Schmidtke (1989)

Haptische Teilgestalt	Teilgestaltkategorie	Haptischer Gestaltungsparameter
Aufbau	Aufbauanordnung (L-, X-, V-Anordnung etc.)	Länge
		Höhe
		Breite / Durchmesser
		...
Form	Reiner Grundkörper (Tetraeder, Würfel etc.)	Flächenneigungswinkel
		Kantenradius
		...
Oberfläche	Materialeigenschaften	Elastizität / Härte
		Reibungszahl der Materialpaarung
		Temperaturleitwert
		...
		...
	Oberflächenstruktur	Profiltiefe
		Profildistanz
		Profilbreite/-durchmesser
		Profilform
		Profilrichtung
...	...	

Tabelle 2: Nutzerseitige Einflussfaktoren auf die haptische Mensch-Produkt-Interaktion ergänzt nach Bullinger (1979), Schmidtke (1989)

Betroffene haptische Teilgestalt	Nutzerseitiger Einflussfaktor	Beeinflusst vor allem durch altersbedingte Veränderung der
Aufbau	Einhand- / Zweihandbedienung	Kognition
Form	Greifart	Kognition / Motorik
	Betätigungsart (Ziehen, Drücken etc.)	Kognition / Motorik
Oberfläche	Feuchtigkeitsgrad der Haut	Motorik
	Belastungsrichtung der Haut	Sensorik
	Oberflächenstruktur der Haut	Sensorik
	Sensibilität der Haut	Sensorik
	Elastizität der Haut	Sensorik

Nach der Diskussion möglicher Gestaltungsparameter der haptischen Schnittstelle, muss in einem nächsten Schritt die Optimierung hinsichtlich der aufgeführten Einflussfaktoren erfolgen. Als eine Möglichkeit zur quantifizierbaren Bewertung der Schnittstellengüte führt dieser Beitrag die Messung der Greifkraft an.

3. Optimierung der Form- und Oberflächengestalt durch Greifkraftmessung

Dem vorliegenden Beitrag liegt die Hypothese zugrunde, dass durch angepasste Form- und Oberflächengestaltung der haptischen Mensch-Produkt-Schnittstelle altersbedingte sensorische Verluste teilweise kompensiert werden können, wodurch über ein verbessertes haptisches Signal eine komfortablere und sicherere Bedienung resultieren. Ein wichtiger Messparameter zur Quantifizierung der Eignung bestimmter Form- und Oberflächenausprägungen stellt hierbei die von der Hand des Nutzers aufgebrachte Greifkraft dar.

Im Folgenden wird ein Überblick über bisherige Untersuchungen der form- und oberflächenabhängigen Greifkräfte gegeben.

3.1 Stand der form- und oberflächenabhängigen Greifkraftforschung

Versuche von Johansson & Westling (1984, 1987). Johansson und Westling untersuchten die Krafteinwirkung von gesunden Probanden des zweiten Lebensalters auf ein Objekt mittels Kraftsensoren, während dieses mittels Zweifinger-Zufassungsgriff von einem Tisch angehoben, gehalten und wieder abgesetzt wird. Neben dem Greifkraftverlauf untersuchten sie zudem die Auswirkungen verschiedener Oberflächen (Sandpapier, Veloursleder und Seide) und Gewichte auf die ausgeübten Kräfte. Abhängig vom sich zwischen Hand und Oberflächenmaterial ergebenden Reibkoeffizienten ergibt sich eine minimal aufzuwendende Kraft, um das Entgleiten eines angehobenen Objektes zu verhindern. Johansson und Westling fanden heraus, dass jeder Mensch dabei eine individuell höhere Greifkraft als benötigt aufwendet. Die sich ergebende Differenz nannten sie Sicherheitsspanne. Diese Sicherheitsspanne variiert in Abhängigkeit des Reibwertes des verwendeten Oberflächenmaterials und wird maßgeblich durch die Mechanorezeptoren gesteuert. So wurden größere Sicherheitsspannen bei Sandpapier als bei Velourleder und Seide gemessen. Die entscheidende Größe für die Anpassung der Sicherheitsspanne scheint dabei der Reibkoeffizient zwischen Haut und Objekt zu sein.

Versuche von Cole (1991, 1999) beziehungsweise Kinoshita & Francis (Kinoshita & Francis 1996). Aufbauend auf den Versuchen von Johansson und Westling war der Unterschied der Zwei-Finger-Zufassungsgriffräfte

zwischen jungen (zweites Lebensalter) und alten Probanden (drittes und viertes Lebensalter) Inhalt dieser Versuche. Ergebnis der Untersuchungen war eine stets deutlich höhere Greifkraft und Sicherheitsspanne älterer Probanden (ca. doppelt so hoch) bei der Verwendung gleicher Oberflächenmaterialien. Insbesondere merkt Cole an, dass die Abnahme der Hautreibung bis ca. 60 Jahren wahrscheinlich maßgeblich durch die reduzierte Hydratation und Schweißbildung beeinflusst wird, während danach scheinbar die Veränderungen der schnelladaptierenden Mechanorezeptoren eine weitere Erhöhung der Greifkräfte bewirken. Kinoshita und Francis konnten allerdings festhalten, dass bei älteren Menschen mit häufigen feinmotorischen Freizeitaktivitäten der Anstieg der Sicherheitsspanne im Vergleich relativ gering war. Die diskutierten Versuche zeigen eine Abhängigkeit zwischen Oberflächeneigenschaften und angewandten Greifkräften, insbesondere in Abhängigkeit des Alters.

Versuche von Jenmalm & Johansson (1997) beziehungsweise Goodwin et al. (1998). Inhalt dieser Versuche waren die Auswirkungen verschiedener Neigungswinkel (Jenmalm) und Krümmungen (Goodwin) der Grifffläche auf die bei einem Zweifinger-Zufassungsgriff aufgebrachten Greifkräfte bei Probanden des zweiten Lebensalters. Goodwin *et al.* fanden heraus, dass der Krümmungsradius eine große Auswirkung auf die angewandten Greifkräfte hat. Bei einer Zunahme der Oberflächenkrümmung kommt es gleichzeitig zu einem Anstieg der registrierten Greifkräfte. Jenmalm konnte zeigen, dass sich die horizontale Krafteinwirkung in Abhängigkeit des Neigungswinkels der Kontaktfläche ändert. Somit konnte die Auswirkung der haptischen Objektform auf die angewandten Greifkräfte nachgewiesen werden. Untersuchungen mit Probanden des dritten und vierten Lebensalters sind bislang nicht bekannt.

Allen Versuchen gemein ist die Untersuchung von ausschließlich Zweifinger-Zufassungsgriffen. Offen bleibt das Verhalten hinsichtlich des Mehrfinger-Zufassungs- und des Umfassungsgriffes.

Als zusammenfassende Erkenntnis aus den bisherigen Greifkraftversuchen kann folgendes festgehalten werden. Die aufgewandte Greifkraft ändert sich in Abhängigkeit der Gestaltvariation hinsichtlich Form und Oberfläche. Eine zusätzliche Abhängigkeit besteht hinsichtlich des Nutzeralters, anhand dessen bis zu einem gewissen Grad auf das verbleibende sensorische und motorische Potential des Nutzers geschlossen werden kann. Somit wird die Hypothese aufgestellt, dass die Greifkraft als Güteparameter zur Beurteilung der Qualität der altersgerechten haptischen Schnittstelle geeignet ist. Eine bei alten Menschen geringe Sicherheitsspanne, d. h. ein Greifkraftwert möglichst nah am Minimalwert der für die jeweilig definierte Arbeitsaufgabe

benötigten Greifkraft, ist somit mit einer hohen Güte der haptischen Schnittstellengestalt gleichzusetzen.

Von besonderem Interesse sind damit die designtechnischen Möglichkeiten, durch gezielte Form und Oberflächengestaltung die Kraftverläufe und Greifarten im Kontext des Nutzeralters zu beeinflussen. Zur Erforschung dieser Thematik wurde am Forschungs- und Lehrgebiet Technisches Design des Instituts für Konstruktionstechnik und Technisches Design ein sensorischer Prüfkörper entwickelt, dessen Form und Oberfläche variabel gestaltet werden können.

3.2 Aufbau des Testkörpers

Der Prüfkörper untergliedert sich prinzipiell in einen würfelförmigen Grundkörper (Seitenlänge 40 mm) samt Messsensorik (1) und form- beziehungsweise oberflächenvariable Schalenelemente (2), welche am Grundkörper mittels Magneten (3) angebracht werden können (vgl. Abbildung 3).

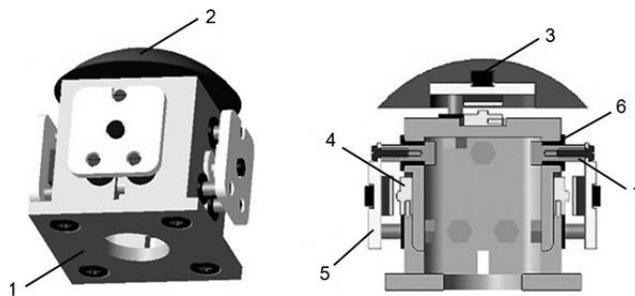


Abbildung 3:
Aufbau des Testkörpers
nach Haug (2013)

Die bei der haptischen Interaktion von außen aufgebrachten Kräfte werden durch fünf Kraftmessdosen (4), welche in die Würfelkontur eingebettet sind, erfasst. Durch die Verformungen des Sensors während der Krafteinwirkung wird über die im Sensor angebrachten DMS in Vollbrückenschaltung (ME Messsysteme, KM10, 100 N) ein von der Krafteinwirkung abhängiges Ausgangsspannungssignal erzeugt. Da die Kraftmessdose lediglich zur Erfassung der senkrecht auftreffenden Kräfte geeignet ist und eine Einwirkung von Querkräften zur Beschädigung des Sensors führt, wird die Krafteinleitung mittels einer linear geführten Platte (5) realisiert. Gleitlagerbuchsen (6) verringern dabei die Reibung der Führungsstifte (7). Über die magnetische Anbindung können verschiedene formvariable Schalenelemente mit variierenden Oberflächeneigenschaften am Grundkörper angebracht werden, wodurch eine Vielzahl an haptischen Gestalten realisierbar ist. Abbildung 4 verdeutlicht die unterschiedlichen Schengeometrien bei einer Kugel-, Würfel- und Zylindergestalt des Prüfkörpers.



Abbildung 4: Kugel-, Würfel- und Zylindergestalt des Prüfkörpers

Die über die Zeit veränderlichen Sensorsignale werden mittels Data Acquisition Cards (NI 9237, National Instruments) erfasst und am PC über die Messsoftware LabVIEW gespeichert und ausgewertet. Jede DAQ-Karte besitzt vier simultan abgetastete Analogeingänge mit einer maximalen Abtastrate von 50 kHz. Die maximale Analogeingangsspannung beträgt 25 mV/V und die Auflösung 24 Bit. Als Chassis kommt das NI cDAQ-9174 zum Einsatz.

4. Fazit und Ausblick

Es wird deutlich, dass mit Hilfe der altersgerechten Anpassung der Mensch-Produkt-Schnittstelle eine Optimierung der Mensch-Produkt-Interaktion erreicht werden kann. Grundlage der Anpassung muss stets das im Laufe des Lebens variierende sensorische, kognitive und motorische Leistungspotential des Nutzers sein. Der Fokus des Beitrags liegt hierbei auf der Gestaltung der haptischen Schnittstelle, wofür bestehende produktseitige Gestaltungsparameter und nutzerseitige Einflussfaktoren aufgezeigt werden. Zur Bewertung der haptischen Schnittstellengüte wird die Messung der Greifkraft vorgestellt, für die ein form- und oberflächenvariabler Testkörper entwickelt wurde. Mit Hilfe dieser Messvorrichtung soll in zukünftigen Versuchen eine systematische Quantifizierung der haptischen Gestaltungsparameter in Abhängigkeit des verbleibenden Leistungsvermögens älterer Nutzer durchgeführt werden.

5. Literaturverzeichnis

- Biermann, H.; Weissmantel, H. 1995: Seniorengerechtes Konstruieren SENSI. Das Design seniorengerechter Geräte. Düsseldorf: VDI-Verlag
- Bullinger, H.-J.; Kern, P.; Solf, J. J. 1979: Reibung zwischen Hand und Griff. Der Einfluß von Material und Oberfläche auf das Reibungsverhalten zwischen Hand und Arbeitsmittelhandseite. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW Verl. für Neue Werbung
- Beyer, L.; Weiss, T. 2001: Elementareinheiten des somatosensorischen Systems als physiologische Basis der taktil-haptischen Wahrnehmung. In: Der bewegte Sinn.

- Grundlagen und Anwendungen zur haptischen Wahrnehmung. Grunwald, M.; Beyer, L. (Hrsg.). Basel: Birkhäuser Verlag, S.25-38
- Farage, Miranda A.; Maibach, Howard I.; Miller, Kenneth W. 2010: Textbook of Aging Skin. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag
- Böhm, K.; Tesch-Römer, C.; Ziese, T. (Hrsg.) 2009: Gesundheit und Krankheit im Alter. Robert Koch-Institut. Berlin.
- Cattell, R.B. 1987: Intelligence: Its structure, growth and action. Amsterdam: North-Holland
- Cole, K.J. 1991: Grasp force control in older adults. In: Journal of Motor Behaviour, 23, S.251-258
- Cole, K. J.; Rotella, D. L.; Harper, J. G. 1999: Mechanisms for Age-Related Changes of Fingertip Forces during Precision Gripping and Lifting in Adults. In: The Journal of Neuroscience, 19 (8), S. 3238–3247
- Comaish, S.; Bottoms, E. 1984: The Skin and Friction: Deviations from Amonton's Laws and the Effects of Hydration and Lubrications. In: British Journal of Dermatology, Vol. 1, S. 37-43
- Fisk, A. D.; Rogers, W. A.; Charness, N. 2009: Designing for older adults. Principles and creative human factors approaches. 2. Aufl. Boca Raton, Fla: CRC Press/Taylor & Francis (Human factors & aging series).
- Goodwin, A. W.; Jenmalm, P.; Johansson, R.S. 1998: Control of Grip Force When Tilting Objects: Effect of Curvature of Grasped Surfaces and Applied Tangential Torque. In: The Journal of Neuroscience, 18, S. 10724-10734.
- Haug, M. 2013: Entwicklung eines Testkörpers zur Untersuchung der Auswirkung von Form- und Oberflächeneigenschaften auf die haptische Wahrnehmung. Studienarbeit (unveröffentlicht), IKTD – Universität Stuttgart.
- Haywood, K.; Getchell, N. 2009: Life span motor development. 5. Aufl. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Petrov, A.; Janny, B.; Maier, T. 2013: Die moderne Ergonomie – auch altersgerecht? Die Auswirkungen des Alters auf die haptische Objektwahrnehmung. In: 59. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. Krefeld, S. 657-660.
- Jenmalm, P.; Johansson, R. S. 1997: Visual and Somatosensory Information about Object Shape Control Manipulative Fingertip Forces. In: The Journal of Neuroscience, 17, S. 4486-4499.
- Johansson, R. S.; Westling, G. 1984: Roles of glabrous skin receptors and sensorimotor memory in automatic control of precision grip when lifting rougher or more slippery objects. In Experimental Brain Research, 56, S. 550-564.
- Johansson, R. S.; Westling, G. 1987: Signals in tactile afferents from the fingers eliciting adaptive motor responses during precision grip. In: Exp Brain Res, 66, S. 141-154
- Jones, L.; Lederman, S. 2006: Hand Function across the Lifespan. In: Human Hand Function (2006), Oxford University Press, S.150-178

- Kenshalo, D.R. 1977: Age changes in touch, vibration, temperature, kinesthesia, and pain sensitivity. In: Birn JE, Schale KW (eds) Handbook of physiology of aging. Van Nostrand Reinhold, New York, S. 562-575
- Kinoshita, H.; Francis, P. R. 1996: A comparison of prehension force control in young and elderly individuals. In: Europ. J. Appl. Physiol. 74 (5), S. 450–460.
- Mutschler, E.; Schaible, H.-G; Vaupel, P. 2007: Anatomie, Physiologie, Pathophysiologie des Menschen. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH
- Petrov, A. (2012): Usability-Optimierung durch adaptive Bediensysteme. Dissertation. Universität Stuttgart, Stuttgart. IKTD.
- Schlick, C. M.; Luczak, H.; Bruder, R. 2010: Arbeitswissenschaft. Heidelberg: Springer.
- Schmidtke, Heinz 1989: Handbuch der Ergonomie mit ergonomischen Konstruktionsrichtlinien und Methoden. 2. Aufl. München: Hanser.
- Seeger, H. 2006: Design technischer Produkte, Produktprogramme und -systeme. Industrial Design Engineering. 2. Aufl. s.l: Springer-Verlag.
- Shaffer, S.; Harrison, A. 2007: Aging of the Somatosensory System: A translational Perspective. In: Physical Therapy, Volume 87, No. 2, S. 193-207
- Thornbury, J.; Mistretta, C. 1981: Tactile Sensitivity as a Function of Age. In: Journal of Gerontology, Vol. 36, No. 1, S. 34-39
- VDI/GGT 2236 Blatt 1: 2013-10, Oktober 2013: Generationengerechte Gestaltung und Bewertung technischer Produkte - Gerontotechnik.
- Zühlke, D. 2012: Nutzergerechte Entwicklung von Mensch-Maschine-Systemen. Useware-Engineering für technische Systeme. 2. Aufl. Berlin: Springer.

Kontakt

Dipl.-Ing. Benedikt Janny
Prof. Dr.-Ing. Thomas Maier
Universität Stuttgart
Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design (IKTD),
Forschungs- und Lehrgebiet Technisches Design
Pfaffenwaldring 9
70569 Stuttgart
www.iktd.uni-stuttgart.de

Matthias Haug, B. Sc.
Grasshoppersstr. 3
72116 Mössingen

Iteratives Design in der Produktentstehung

Gerhard Glatzel

1. Einleitung

In einer zunehmend vernetzten digitalen Welt beschleunigen sich Abläufe und Prozesse, die Anforderungen an Produkte und Dienstleistungen steigen, differenzieren sich weiter aus und werden heterogener. Produkte und deren Nutzung beeinflussen sich gegenseitig, die damit einher gehende Nichtlinearität der Mechanismen und Effekte macht Prognosen schwieriger. Die zur Lösung angesprochenen Wissenschaftsdisziplinen tendieren zu einer Spezialisierung und Verselbständigung (Hartmann 2005). Neue Aufgaben werden oftmals aus einzelnen Fächern heraus passend umdefiniert, um sie lösen zu können. Dass man auf diese Weise keine adäquaten Lösungen generieren kann, ist offensichtlich. Es braucht vielmehr im Sinn von Ashbys Law eine Herangehensweise, die die Multidisziplinarität von Problemen geeignet abbilden kann. Transdisziplinarität ist in diesem Zusammenhang der gerne gebrauchte Begriff.

Die folgenden Betrachtungen beschränken sich, ohne den Anspruch an Verallgemeinerung aufzugeben, auf die frühe Phase der inventiven Produktentwicklung. Um die Unschärfe bei der Anwendung transdisziplinärer Prinzipien zu vermeiden, beziehe ich mich auf anerkannte und erprobte Methoden der Iteration und der Modelltheorie (Stachowiak).

Iteration ist definiert als wiederholter Durchlauf einer (Berechnungs)prozedur zur Annäherung an ein Ergebnis. Im vorliegenden Text soll ein systematischer Wechsel zwischen alternativen Prozeduren wie alternative Methoden oder alternative disziplinenbezogene Lösungsansätze eingeschlossen sein.

Leistungsfähige Rechner mit intuitiv nutzbaren Programmen steuern vollautomatische Fertigungsmaschinen, die in jedem Büro stehen können und die sich ein geschickter Laie selber zusammenbauen kann. Damit ist es auch ohne Fachkenntnisse möglich, Dinge des täglichen Bedarfs, Designobjekte und auch Kunstwerke selber herzustellen oder vorhandene Objekte zu

modifizieren und zu vervielfältigen. Handwerkliche Fähigkeiten oder teure Industriemaschinen sind dafür nicht mehr notwendig.

2. Reale und virtuelle Fertigungsprozesse und Iteration

Der digitalisierte Höhlenmensch hat weiterhin Hände, für deren Steuerung ein großer Teil seines Gehirnes zuständig ist; die starke Hand-Hirn-Verbindung will genutzt sein, sie hat einen großen Anteil an der Menschwerdung und kommt bei wesentlichen Kulturtechniken wie dem Schreiben und dem Musizieren zum Einsatz.

Nach einer euphorischen Phase der Virtualisierung im Automobildesign mit Cave und Animation ergänzen sich rechnergestützte Verfahren und kreative Kernprozesse der händischen Erstellung mittels Stift, Papier und Modellierton gegenseitig.

In einer Methodenforschung „Iteratives Design“, die die handwerklich und virtuell geprägten Gestaltungsprozesse der Industrie und der Lehre abbildet, werden die einzelnen Schritte der Konzipierung und Gestaltfindung untersucht und systematisch variiert. Wesentliche Bausteine sind die Digitalisierung physischer Modelle mittels Datenrückführung und die subtraktive oder additive Modellerstellung aus CAD-Daten. So kann eine Aussage über die jeweils am besten geeigneten Ressource, nämlich handwerkliche Erstellung mit sofortiger haptischer und visueller Rückmeldung oder virtuelle Modellierung mit der Möglichkeit, in kurzer Zeit viele Varianten erzeugen zu können und Werkzeuge der Simulation zu nutzen, gemacht werden.

Entwicklungsgeschichtlich am Anfang steht der reale handwerkliche Prozess, bei dem ein Produkt direkt ohne den Einsatz automatisierter Werkzeuge als Einzelstück entsteht.

Kennzeichnend für den handwerklichen Prozess ist, dass das Ergebnis des Prozesses unmittelbar haptisch und visuell beurteilt werden kann, der Prozess direkt ohne Zwischenschritte abläuft und die stark ausgeprägte Hand-Hirn-Verbindung für die manuelle Arbeit und die Ideenfindung genutzt wird. Für ein gutes Ergebnis sind handwerkliches Geschick und eine Gestaltungsfähigkeit erforderlich. Die Werkstoffauswahl ist auf leicht zu bearbeitende Werkstoffe eingeschränkt und die Informationen über das Produkt und das Fertigungsverfahren müssen zur Reproduktion separat gespeichert und weitergegeben werden. Die Eigenschaften eines Produktes und das Herstellungsverfahren werden häufig durch Routinen und in Form von Geschichten oder Ritualen weitergegeben.

Typischerweise werden so Einzelstücke oder sehr kleine Serien hergestellt.

Richard Sennett (Sennett 2007) beschreibt einen so arbeitenden guten Handwerker damit, „dass bei diesem praktisches Handeln und Denken in einem ständigen Dialog stehen. Die aus diesem Dialog entstehenden Gewohnheiten führen zu einem ständigen Wechsel zwischen dem Lösen und dem Finden von Problemen. Das heißt, dass die Ausführung einer Aufgabe mit ständigem Überprüfen der Richtigkeit der Ausführung und auch der Aufgabe selber verbunden ist“. Auch besteht häufig ein enger Austausch mit dem zukünftigen Nutzer, dieser äußert Wünsche und übt Kritik.

Die Folgerung für die Ausbildung von Industriedesignern ist, dass die Generation Nintendo ihren binären Daumen mittels Legopädie analogisiert. Der Ansatz des „Learning with your Hands“ gewinnt an Bedeutung. Fahrradschrauberkurse verschaffen Studierenden nicht nur blaue Daumnägel, sondern auch ungewohnte Aha-Erlebnisse in mathematikorientierten Fächern wie der Mechanik.

3. Abstraktion und Arbeitsteiligkeit

Die Industrialisierung der Produktion bestand im Wesentlichen daraus, dass einzelne Arbeitsschritte standardisiert und an Maschinen übertragen wurden und der Einsatz von Fremdenergie aus fossilen Rohstoffen zunahm.

Mit den sich dabei entwickelnden Verfahren wurden alle Werkstoffe mit vertretbarem Aufwand bearbeitbar und Serien konnten hergestellt werden. Der Übergang von der rein handwerklichen Fertigung zur industriellen Fertigung ist fließend und geht mit einer zunehmenden Arbeitsteiligkeit im eigentlichen Fertigungsprozess und auch im gesamten Produktentstehungsprozess einher. Der handwerkliche und der automatisierte Fertigungsprozess ergänzen sich. Der komplexere arbeitsteilige Prozess erfordert neben einer Normierung formelle Fertigungsunterlagen, fördert die Spezialisierung und speichert auf der organisatorischen Ebene Erfahrungen über Produkt und Prozess.

Die der Fertigung vorausgehende Erstellung eigener Fertigungsunterlagen trennt den Schritt der Ideenfindung von der Erstellung des Originals, des ersten Prototypen oder des Einzelstücks. Die gedankliche Vorstellung oder das gedankliche Modell eines Objektes wird als einfaches virtuelles Modell in Form einer Zeichnung oder in Form eines Datensatzes im Rechner gespeichert.

Das virtuelle Produktmodell im Rechner erhält als Attribute Eigenschaften des zukünftigen realen Produktes in Form eines graphischen Modells. Der Produktentstehungsprozess wird über die Attribute und die mit diesen korrespondierende Modelle in kleine Schritte unterteilt, die jeweils von

Spezialisten ausgeführt werden. Der konkrete Ablauf von der Idee und deren unmittelbaren Umsetzung in ein Produkt beim rein handwerklichen Prozess wird abstrahiert und zeitlich und räumlich getrennt. Diese zeitliche und räumliche Trennung ermöglicht, dass sehr komplexe Produkte in kurzer Zeit entstehen können. Gleichzeitig wächst die Gefahr, das eigentliche Entwicklungsziel aus den Augen zu verlieren, die Teilprozesse verselbständigen sich.

Ein wesentliches Mittel im Umgang mit der Komplexität von Produkt und zugehörigen Prozessen ist die iterative Annäherung an ein Optimum in kleinen und großen zeitlichen Rücksprüngen und Feed Backs. Die virtuelle Produktentwicklung weist dieselben Phasen wie die handwerkliche Produktentwicklung auf und kann sich mit dieser sinnvoll ergänzen. Im Folgenden gehe ich auf Iterationen in der virtuellen Produktentstehung ein.

4. Virtuelle Produktentstehung

Die virtuelle, durch Rechner unterstützte Produktentstehung kommt ohne den Einsatz von Werkstoff aus, Varianten können durch Ändern von Parametern automatisch erzeugt werden. Die Eigenschaften des zukünftigen Produktes können vorab durch Simulation sehr genau bestimmt werden. Variantenbildung und Simulation machen eine automatische Optimierung möglich.

An Stelle der realen Werkstoffe kommen Werkstoffmodelle, in der Regel in Form von Werkstoffkennwerten wie elastisches Verhalten und Festigkeitseigenschaften zum Einsatz. Diese Werkstoffmodelle sind zumeist linear und berücksichtigen nur einen kleinen Ausschnitt der gesamten Eigenschaften. Sie schränken damit das berechnete Produktverhalten auf den linearen Bereich ein.

Virtuelle Produkte lassen sich in virtuellen Fertigungsprozessen herstellen, die ihrerseits mathematisch modelliert sind und sich automatisiert optimieren. Die der virtuellen Produktentstehung zugrunde liegenden Verfahren sind in sich hoch komplex, damit steigt der Grad an Arbeitsteiligkeit und Spezialisierung. Die eigentliche Produktentstehung ist abstrakt und erfordert neben Wissen um das Produkt in einer industriellen Produktion ein hohes Maß an Organisationswissen.

Die Abstraktion der virtuellen Ideenfindung trennt die organisch stark angelegte und in der Evolution des Menschen wichtige Verbindung von Hirn und Hand, die Hand ist nur noch Übermittler von Ideen an eine normierte Schnittstelle, dem Eingabegerät, das nichts mit dem entstehenden Produkt zu tun hat. Die Möglichkeit einer haptischen Rückmeldung geht verloren.

Im künstlerischen Findungsprozess kann die gerade beschriebene Abstraktion neue Wege eröffnen. Die von Christof Mascher geschaffene Skulptur Rob entstand im Rechner, materialisierte sich im 3D-Druck und wurde händisch nachgearbeitet.



Bild 1: Rob, Christof Mascher 2012, Skulptur und Datenmodell

5. Das Iterative Design zwischen Realität und Abstraktion – der Kaugummi

Das im CAD-CAM-Labor der HBK betriebene Iterative Design verbindet handwerkliche und virtuelle Produktentstehung, es ermöglicht den beliebigen und mehrfachen Übergang zwischen beiden Verfahren. Der zeitlichen Iteration als Rücksprünge in vorangegangene Phasen der Produktentstehung wird eine prozessorientierte Iteration hinzugefügt.

Bindeglieder zwischen dem realen und dem virtuellen Prozess der Produktentstehung sind grundsätzlich alle numerisch gesteuerten Fertigungs- und Messverfahren, in unserem Fall die CNC-Zerspanung und das Rapid Prototyping als Übergang vom virtuellen Modell zum realen Modell sowie die optische Datenrückführung vom realen Modell zum virtuellen Modell mittels Stereokamera und automatisierter Bildauswertung. Intuitive und analytisch-kognitive Lösungswege lassen sich durch den Methodenwechsel kombinieren und optimal im Produktentstehungsprozess einsetzen.

Viele Anwender des Iterativen Designs sind Bildhauer. Häufig werden alltägliche Gegenstände per Datenrückführung in Datensätze überführt, die per CAD-Programm verändert und anschließend per CNC-Fertigung gefertigt werden.

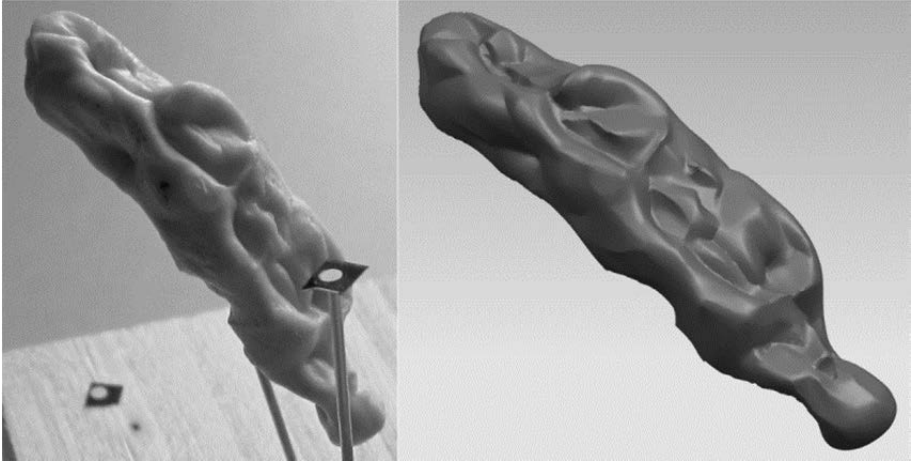


Bild 2: Das Original des Kaugummis und das Datenmodell

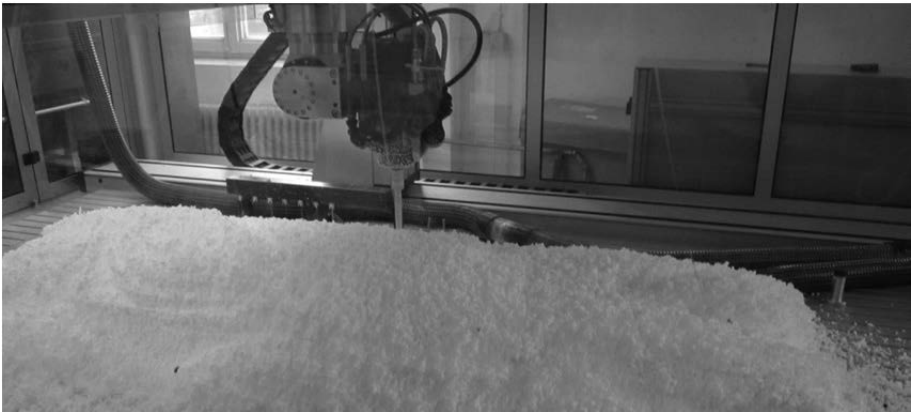


Bild 3: CNC- Fräsen der Skulptur

Die von Sabine Sellig gefertigte Skulptur „chew in gum“ entsteht zunächst als virtuelles Datenmodell eines durchgekauten Kaugummis, das per CAD-Software umskaliert und mittels numerisch gesteuerter Fräse gefertigt und anschließend von Hand nachgearbeitet wird. Neu ist nicht die Möglichkeit des Kopierens und Veränderns, das machte schon Rodin systematisch, sondern dessen Einfachheit und die Möglichkeit, beliebige Veränderungen am virtuellen Modell vornehmen zu können. Händische und industrielle Prozesse ergänzen sich.



Bild 4: Händische Nachbearbeitung

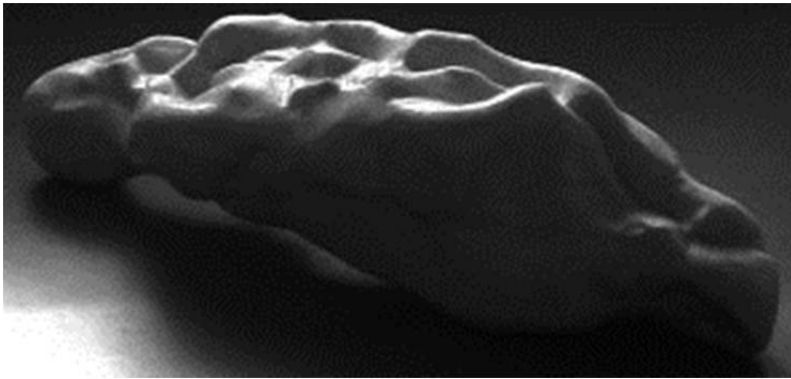


Bild 5: *chew in gum*, Sabine Sellig 2012, 200cm × 70cm × 40cm

6. Modelle, Iteration als Wechsel zwischen Disziplinen

Modelle sind Abbilder der Realität, sie repräsentieren einen Ausschnitt daraus und vereinfachen durch diese Einschränkung den Umgang mit der Realität.

Die Reduktion bei der Modellierung bedeutet, dass die Realität vollständig bestenfalls nur durch mehrere Modelle dargestellt werden kann. Je zahlreicher und unterschiedlicher diese Modelle sind, desto eher kann man erwarten, dass sie in ihrer Gesamtheit die Realität am besten beschreiben.

Herbert Stachowiak (Stachowiak 1973) kategorisiert in der Allgemeinen Modelltheorie in semantische Modelle, graphische Modelle und technische Modelle. Diesen drei Modellkategorien lassen sich die von Holger van den Boom und Felicidad Romero-Tejedor (van den Boom 2012) beschriebenen drei Phasen (bei van den Boom als Räume bezeichnet) der gestalterischen

Produktentstehung zuordnen. In der semantischen Phase des Gestaltungsprozesses werden in einer Narration semantische Modelle einer erstrebenswerten Zukunft erzeugt, deren Elemente in der topologischen Phase mittels graphischer mathematischer Modelle in Beziehungen zueinander gesetzt werden. Erst in der geometrischen Phase entsteht in Form von Bildern und technischen Modellen das, was später als Ergebnis des Gestaltungsprozesses wahrgenommen wird. Von den Boom entwickelt aus dem in Phasen oder Räumen beschriebenen Wechsel zwischen den Modellkategorien eine effiziente Methodik der Gestaltung. Das semantische, das graphische und das technische Modell lassen sich einzelnen Wissenschaftsdisziplinen zuordnen, die so mit ihren Methoden zum Gestaltungsergebnis beitragen. Die von Wolfgang Jonas (Jonas 2013) gewählte Bezeichnung des Designs als Transdisziplin beschreibt diese Zusammenarbeit. Die bestmögliche Annäherung an die Realität erfordert die Zusammenarbeit aller wesentlichen Disziplinen bei einer Lösungsfindung für eine gestellte Entwicklungsaufgabe. Im Fall des Handwerkers findet die disziplinäre Integration in einer Person statt. Im hoch ausdifferenzierten industriellen Entwicklungsprozess stellt die von Mittelstraß (Mittelstraß 2005) beschriebene methodische praktische Transdisziplinarität einen wissenschaftstheoretisch fundierten Ansatz (keine Methode) der Iteration in der diskreten Dimension Disziplinarität dar. Diskret deshalb, weil wissenschaftliche Disziplinen sich gegeneinander per definitionem abgrenzen. Modelle aus einzelnen Disziplinen stellen unterschiedliche Betrachterpositionen auf das selbe Ding dar, zu dessen vollständiger Betrachtung möglichst unterschiedliche Modelle notwendig sind.

7. Zyklische Iteration im Entwurfsprozess durch das Design Discussion Lab

In einem Forschungsvorhaben zur innerstädtischen Elektromobilität (Autorenkollektiv HBK 2013) haben Designer, Ingenieure, Soziologen, ein Physiker und eine Psychologin für einen Fahrzeughersteller und ein Logistikunternehmen Konzepte und Gestaltungen für ein Servicefahrzeug entwickelt. Nach der Recherche bei möglichen Nutzern, der Konzipierung und erster Gestaltung mit bildlicher Darstellung und Modellbau haben die in der Recherchephase nach ihren Wünschen befragten potentiellen Nutzer in einem eintägigen Workshop, dem Design Discussion Lab, die im Entwurfsprozess gefundenen Lösungen bewertet. Die entsprechenden Kritiken und Anregungen wurden in einem zweiten Zyklus der Gestaltfindung in den Entwürfen berücksichtigt. Das Design Discussion Lab fungiert damit als Startpunkt einer neuen Iterationsschleife im Entwicklungsprozess. Durch die unmittelbare die Einbeziehung der direkten institutionellen Kunden lässt es diese im

Sinn eines Participatory Design an dem Entwurfsprozess teilhaben und diesen mitgestalten.

8. Angewandte Transdisziplinarität

Mittelstraß beschreibt die methodische praktische Transdisziplinarität als ein Forschungs- und Wissenschaftsprinzip und keine Methode. In dem Prinzip sind die systematisch rekonstruierbaren Stufen: der disziplinärer Ansatz, die Einklammerung des Disziplinären, der Aufbau einer interdisziplinären Kompetenz, die Entdisziplinierung des Argumentativen und die Transdisziplinarität als argumentative Einheit. Transdisziplinäres Arbeiten schließt mit dieser Definition die oben beschriebene disziplinäre Iteration ein und erweitert sie um das gegenseitige Einwirken der am Prozess beteiligten Disziplinen aufeinander. Die gegenseitige aktive Wahrnehmung der an einem transdisziplinären Gestaltungsprozess beteiligten Disziplinen intensiviert, wie ein Review (Glatzel) des oben beschriebenen Mobilitätsprojektes gezeigt hat, die Zusammenarbeit und macht ein Projektteam flexibel und wirkungsvoll, da Aufgaben über Fachgrenzen hinweg bearbeitet werden können und sich das Lösungsportfolio der beteiligten Disziplinen im Prozess vergrößert.

9. Kinetisches Objekt: Versuch, Irrtum und Intuition

Das Fach Konstruktionslehre beschäftigt sich mit systematischem Erfinden und gilt als trocken und wenig praxisrelevant, zumal es nur in der Lehre und eher sehr selten in der konstruktiven Praxis vertreten ist. Es gibt ein Motivationsproblem bei dessen Vermittlung. Ein möglicher Lösungsansatz ist, durch spielerischen Umgang mit vorhandenen Konstruktionen die diesen Konstruktionen zugrunde liegenden Prinzipien kennenzulernen und zur Lösung einer Aufgabe einzusetzen. Ziel einer entsprechend gestellten Semesteraufgabe war, aus Fahrradkomponenten kinetische Objekte zu erstellen, die auf dem jährlichen Rundgang der HBK ausgestellt wurden. Wie die Arbeiten und die Dokumentationen zeigen, haben die Studierenden neben der Konstruktionslehre viel über angewandte Mechanik und Teamarbeit gelernt. Die Arbeitsweise in der Werkstatt beim Zerlegen und neu Kombinieren war vorwiegend intuitiv. Die Studierenden haben mechanische und konstruktive Prinzipien als Lösungsmuster erkannt und beim eigenen Bauen intuitiv eingesetzt. Intuition beschreibt Beatrice Wagner (Wagner 2005) als Mustererkennung, die im vorliegenden Fall als Iteration mit Versuch und Irrtum in den kreativen Gestaltungsprozess integriert wurde. Intuitives Lernen ist auch in mathematisch orientierten Fächern möglich und sinnvoll.



Bild 6: Kinetische Skulptur als Ergebnis einer Versuch- und Irrtum-Konstruktion

10. Intuition vs. Ratio

Intuition ist ein Aspekt der unbewussten Intelligenz, sie ist Erkenntnisgewinn ohne bewusstes Nachdenken, sie arbeitet schnell und bewältigt im Gegensatz zur Ratio parallel komplexe Prozesse, die sich gegenseitig ergänzen können. Intuition gilt nicht nur im Alltag, sondern auch bei komplexen Entscheidungen in Wirtschaft, Menschenführung und Psychotherapie als bedeutsame Hilfe (Ermann 2013). Im Gestaltungsprozess spielen intuitive Vorgehensweisen eine wesentliche Rolle, insbesondere dann, wenn unscharf formulierte oder komplexe und nichtlineare Aufgabenstellungen zu bearbeiten sind. Intuition erschließt Zugang zu Möglichkeiten in der Zukunft (Jung 1971), sie ist integraler Bestandteil der semantischen Phase im Gestaltungsprozess. Der gezielte Einsatz intuitiver und rationaler Lösungsansätze in der Produktentwicklung mit einem situativen Wechsel zwischen beiden Lösungsansätzen ist ein wesentliches Instrument des hier vorgestellten Iterativen Designs und der transdisziplinären Arbeitsweise. Handwerkliches kreatives Arbeiten ist zumeist intuitiv, beim Suchen der besten Form entstehen kleine Abweichungen vom Ideal, die den Charme eines

handwerklich erstellten Objektes ausmachen. Da das menschliche Gehirn im Wesentlichen ein Apparat zum Erkennen von Mustern ist, können über die kleinen Abweichungen unbewusst Muster erzeugt und erkannt werden, die bei der perfekt automatisiert hergestellten Form nicht auftreten können. Die Neurophysiologen Rizzolatti und Sinigaglia (2008) beschreiben dieses Resonanzphänomen der Intuition in der direkten Kommunikation als das Wirken von Spiegelneuronen. Intuition ist ein wesentlicher Bestandteil unserer scheinbar rationalen Welt, ihre Rolle wird gerne unterschätzt.

11. Zusammenfassung

Das Entwickeln und Fertigen von Produkten ist eine nichtlineare Optimierungsaufgabe mit gegenseitiger Abhängigkeit einzelner Entwicklungsschritte und damit hoch komplex. Methodische, disziplinäre und zyklische Iterationen ermöglichen die wechselseitige Beeinflussung der Entwicklungsschritte und der beteiligten Disziplinen. Ein idealer Handwerker als Prototyp vollständiger personeller Integration kennt und berücksichtigt die Bedürfnisse seiner Kunden, plant seine Arbeit, beherrscht sein Fachgebiet und ist gleichzeitig kreativ und in der Lage, neuartige Lösungen zu finden, kann seine Lösungen umsetzen, interne Zielkonflikte ausgleichen und ist wirtschaftlich erfolgreich. Bei Arbeitsteiligkeit kann eine methodische praktische transdisziplinäre Vorgehensweise die notwendige Integrationsarbeit leisten. Intuitive und rationale Lösungsansätze führen gemeinsam zu ganzheitlichen Lösungen komplexer Aufgabenstellungen.

Literaturverzeichnis

- Hartmann, Stephan (2005): Transdisziplinarität - Eine Herausforderung für die Wissenschaftstheorie, in: M. Carrier and G. Wolters (eds.), *Homo Sapiens und Homo Faber*. Berlin: de Gruyter, 335-343.
- Sennett, Richard (2007): *Handwerk*, Berlin
- Stachowiak, Herbert (1973): *Allgemeine Modelltheorie*, Wien/New York
- van den Boom, Holger und Romero-Tejedor, Felicidad (2012): *Design. Zur Praxis des Entwerfens. Eine Einführung*. Hildesheim 2000, 3. Auflage
- Jonas, Wolfgang: <http://home.snafu.de/jonasw/JONAS4-57.html>, zuletzt 14.4.2014
- Mittelstraß, Jürgen (2005): *Methodische Transdisziplinarität, Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* Nr. 2, 14. Jg., Karlsruhe Juni
- Autorenkollektiv HBK <http://www.erneuerbar-mobil.de/projekte/foerderprojekte-aus-dem-konjunkturpaket-ii-2009-2011/wirtschaftsverkehr-feldversuche/abschlussberichte-wirtschaftsverkehr/abschlussbericht-emil-hbkb.pdf>, gelesen 14.4.2014
- Glatzel, Gerhard (2012): *Transdisziplinäre Produktentwicklung am Beispiel eines elektrisch getriebenen innerstädtischen Servicefahrzeugs*, eee2012 Dresden

Wagner, Beatrice: http://beatrice-wagner.de/uploads/media/Artikel_h21_01.pdf, zuletzt 14.4.2014

Ermann, Michael (2013): Intuition, die unbewusste Intelligenz in Psychotherapeut 2013 · 58:136–142 DOI 10.1007/s00278-013-0968-6 Online publiziert: 21. Februar 2013 Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Jung, Carl G. (1971), Psychologische Typen, Gesammelte Werke Band VI, Grundwerk Band 1, Walter Verlag Freiburg 1971

Rizzolatti G, Sinigaglia C (2008): Empathie und Spiegelneurone: Die biologische Basis des Mitgefühls. Suhrkamp, Frankfurt a. M.

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Glatzel
Hochschule für Bildende Künste Braunschweig
Johannes-Selenka-Platz 1
38118 Braunschweig
www.hbk-bs.de

Streaming alternativer Inhalte ermöglicht Barrierefreiheit für einige – und Mehrwerte für viele Zuschauer

Mathias Knigge und Jörn Erkau

Bisherige Lösungen für die Unterstützung bei Hör- und Sehbehinderungen in Kino und Theater sind aufwändig, kostenintensiv und häufig unpraktisch für Besucher und Betreiber. Erst Mehrwerte für größere Zielgruppen und innovative Technik werden es ermöglichen, zukünftig Spielstätten ein auch wirtschaftlich interessantes Potenzial zu bieten. Nur so kann eine breite Umsetzung im *Design für Alle* stattfinden, von der Nutzer mit und ohne Behinderung profitieren.

Bisherige Lösungen sind aufwändig und wenig attraktiv

Studien zeigen, dass Menschen mit Hör- oder Seheinschränkungen häufig nicht am kulturellen Leben teilnehmen und nur selten (TNS Emnid 2013). Kino- und Theatervorführungen sind auf die Wahrnehmung mit allen Sinnen ausgerichtet, daher stellen Beeinträchtigungen hier eine große Herausforderung dar. Bisher werden unterstützende Inhalte (Audiodescription, Hörunterstützung, Untertitel, Gebärdenübersetzung) nur selten angeboten. Außerdem ist eine aufwändige Technik (mobile Displays, Videobrillen, Kopfhörer, Induktionsschleifen) und ein erheblicher Personalaufwand nötig (Ausgabe und Rücknahme der Leihgeräte, Schulung des Personals, Einweisung von Nutzern, Reinigung von Kopfhörern). So entstehen stigmatisierende Situationen, die nicht dem Konzept *Design für Alle* entsprechen: Seltene Vorführungen, spezielle Brillen, ausgewiesene Plätze sind kein attraktives Angebot, so die Kernaussagen von seh- und hörbehinderten Nutzern. Gleichzeitig klagen Veranstalter, dass den hohen Investitionen und dem personellen Aufwand, nur wenige zusätzliche Zuschauer und damit keine ausreichenden Mehreinnahmen gegenüberstehen.

Am Beispiel der Kinobranche wird gezeigt, wie Barrierefreiheit (Accessibility) zu einem attraktiven Angebot für alle Zuschauer transformiert werden kann. Durch die Digitalisierung der Inhalte stehen heute auf den digitalen Kopien der Filme verschiedene zusätzliche Spuren für Audiodeskription (AD), Hörun-

terstützung (HU) und Untertitel (UT) sowie für weitere Sprachversionen zur Verfügung. Mit der Novellierung des deutschen Filmförderungsgesetzes (FFG) müssen seit 2014 geförderte Filme bereits zum Filmstart mit Audio-Deskription (AD) und Hörunterstützung (HU) produziert werden und entsprechende Kopien den Kinos bereitgestellt werden (Deutscher Bundestag 2013). Doch wie kann dieser neuartige Inhalt – von dem Blinde, Sehbehinderte, Schwerhörige und Gehörlose in besonderem Maße profitieren – ohne großen Aufwand und mit einfacher Bedienung für alle zugänglich gemacht werden? Und wie können in diesem Zusammenhang wirtschaftlich interessante Mehrwerte für Kinos aussehen?

Smartphones und Tablets bieten individuelle Möglichkeiten im Kino

Die Projektpartner setzten von Beginn an auf Nutzerbeteiligung und stehen im ständigen Austausch mit allen relevanten Stakeholdern (u.a. Kinobesucher mit und ohne Behinderungen, Kinobetreiber) durch Expertengespräche, Konsumentenbefragungen und Nutzertests. Anforderungen wurden in Form von Use-Cases, Personas und Usability-Checklisten festgehalten. Ein für alle Beteiligten interessanter Ansatz entsteht aus diesem Vorgehen: *Bring Your Own Device* (BYOD). Die rasante Verbreitung von Smartphones und Tablets und die steigende Barrierefreiheit (Accessibility) auch für Menschen mit Sinneseinschränkungen ermöglicht es, diese Geräte als Ausgangspunkt einer Lösung zu wählen. Das Prinzip: Spielstätten ermöglichen den Zugang zu alternativen Inhalten durch den Anschluss ihres Projektors an einen Streaming-Server (ConnectStation). Dieser Server kann mit einem eigenen W-Lan ohne wahrnehmbare Latenz verschiedene Audiospuren gleichzeitig auf die privaten Smartphones und Tablets der Zuschauer übertragen. Damit wird vermieden, dass spezielle Geräte angeschafft und bereitgehalten werden müssen. Konsumenten sind in der Bedienung ihrer eigenen Geräte viel sicherer und können sich im Vorfeld mit der Anwendung vertraut machen, bevor sie diese in der Spielstätte nutzen.

Einzige Voraussetzung für Nutzer ist es, die kostenfreie App (Cinema.Connect) einmalig zu installieren. Die Zuschauer können im Saal auf dem Smartphone oder Tablet die Audiodeskription oder Hörunterstützung einfach bei Bedarf über Kopfhörer anhören.

Der Vorteil fürs Kino: Außer einem Streaming-Server müssen keine Endgeräte angeschafft und gewartet werden. Durch die zunehmende Verbreitung von Smartphones können Nutzer ihr eigenes, vertrautes Gerät verwenden. Das vermeidet Anschaffungskosten, Geräteausgabe und Einweisung. *Bring Your Own Device* (BYOD) schafft auch Normalität: Anstelle von Spezialgeräten bieten handelsübliche Smartphones durch Sprachein- und -ausgabe ein

hohes Maß an Accessibility für Menschen mit Behinderungen. Hörgeräte können mit einer Induktionsspule angeschlossen werden, so lässt sich der Hörkomfort unauffällig steigern (altersbedingte Höreinschränkungen) oder eine individuelle Lautstärke wählen, ganz ohne störende Nebengeräusche (Popcorn).



Abbildung 1: Darstellung des Funktionsprinzips. Der Streaming-Server (ConnectStation) sendet latenzarm die alternativen Inhalte auf die Endgeräte (Smartphone/Tablet) der Nutzer.



The smartphone-app provides access to audio description or hearing support

© Sennheiser Streaming Technologies GmbH

Abbildung 2: Die Cinema.Connect-App ist kostenfrei verfügbar und extrem auf Usability und Accessibility ausgerichtet.

Nutzerorientierter Entwicklungsprozess

In Nutzertests wurde besonders gelobt, dass die App-Bedienung besonders einfach und intuitiv möglich ist und durch das Erlebnis keine anderen Zuschauer gestört werden – Audiodeskription oder Hörunterstützung laufen über Kopfhörer. Auch die App ist diskret zu nutzen: abgedunkeltes Display, keine Signaltöne, Akkulaufzeit-Kontrolle vor Vorführungsbeginn.

Dies ist Ergebnis einer konsequenten Nutzerorientierung und Nutzereinbindung im gesamten Entwicklungsprozess der Cinema.Connect-Anwendung. Schon frühzeitig wurden von einem multidisziplinären Team (u.a. Produktentwicklung, Marketing, Usability, Accessibility) Anforderungen für verschiedene Nutzerdimensionen erstellt. Für die weitere Arbeit sind entsprechende Personas mit Anforderungsprofilen und Insights aufbereitet und grafisch dargestellt worden. Dies ermöglicht eine schnelle Vermittlung von potenziellen Wünschen und Anforderungen.

Das Spektrum der Personas reicht von den Dimensionen Erblindung und Sehschwäche über Gehörlosigkeit und Hörbehinderung bis zu häufiger verbreiteten Gruppen wie Schwerhörige, Fremdsprachler und Filmfans. Gerade die letztgenannten Gruppen sorgen für ein breites Spektrum, mit dem nicht nur defizitorientierte Lösungen angestrebt werden, sondern hohe Ansprüche an Design und Komfort festhalten.



Abbildung 3: Die für die Entwicklung von Cinema.Connect verwendeten Personas bilden nicht nur die Dimensionen Sehen und Hören ab, sondern auch die Anforderungen von älteren Menschen, Fremdsprachlern und Cineasten.

Iterative Schritte wie die Beobachtung und Befragung von nicht sehenden Smartphone-Anwendern und die Erprobung verschiedener Entwicklungsschritte durch Nutzer stellten einen kontinuierlich begleitenden Prozess sicher, in dem frühzeitig Unstimmigkeiten entdeckt und umgehend Lösungen optimiert wurden. Dazu gehörten auch Feldtests, für die ein Kino in Lübeck und die Oper Hannover mit der Technik ausgestattet worden. Zurzeit nutzt das Programmkino "Abaton" in Hamburg CinemaConnect.

Aktivierende Perspektive für Unternehmen: Mehrwerte für alle Zuschauer

Als erster Schritt, um Zuschauer für das Thema zu sensibilisieren und Spielstätten mit alternativen Zugang zu den Inhalt bekannt zu machen, wird aktuell ein Portal (CultureInclusive) entwickelt. Registrierte Nutzer können entsprechend ihrer Vorlieben und Bedürfnisse über Orte und aktuelle Veranstaltungen im gewählten Umkreis/Radius informiert werden. Gleichzeitig haben Veranstalter die Möglichkeit, ihre Events bekannt zu machen. Das ist gerade für kleinere Verbände, Seniorenclubs und soziale Akteure eine hilfreiche Möglichkeit, ihre Veranstaltungen einem breiten Publikum bekannt zu machen.



© Sennheiser Streaming Technologies GmbH

Abbildung 4: Das Portal CultureInclusive ermöglicht den Überblick über Veranstaltungsorte mit Unterstützung für das Sehen und Hören. Dazu gehören neben Kinos und Theatern auch Musicals, Opern, Museen sowie Kirchen und Sportstätten.

Für Spielstätten-Betreiber ist es wichtig eine Perspektive für wirtschaftlich interessante Mehrwerte zu entwickeln. Deshalb wird es langfristig möglich sein, mit der Technik im Kinosaal mehrere Sprachversionen gleichzeitig anzubieten. Kinoenthusiasten können das Original oder eine kommentierte Fassung erleben. Auch ergänzende Bildinhalte (Second-Screen) und Untertitel auf größeren Displays sind denkbar, sowie zusätzliche Hinweise über die Zugänglichkeit des Kinos. Durch die zukünftige Vernetzung der App Cinema.Connect mit dem Programmangebot der Kinos und sozialen Netzwerke, entsteht die Möglichkeit für jeden Zuschauer die Inhalte, die er sich wünscht oder benötigt, zu finden oder auf sie hingewiesen zu werden.

Literaturverzeichnis

- [1] TNS EMNID/Sennheiser: Hör- und Sehbeeinträchtigung in Deutschland Ergebnisse der TNS Emnid-Befragung, Wennebostel, 2013.
- [2] Deutscher Bundestag: Siebtes Gesetz zur Änderung des Filmförderungsgesetzes, Berlin 2013

Kontakt

Dipl.-Des. Dipl.-Ing. Mathias Knigge
grauwert – Büro für demografiefeste Produkte und Dienstleistungen
Kirchentwiete 29
22765 Hamburg
www.grauwert.info

Jörn Erkau
Sennheiser Streaming Technologies GmbH
Friesenweg 7
22763 Hamburg
www.sst-sennheiser.com

Kein schales Schimmern – Die Goldene Regel im Designkontext

Heike Raap

Zum Kontext

Jeder Gestalter – sei er Designer, Ingenieur oder Soziologe – handelt und trifft Entscheidungen: es ist essentieller Bestandteil seines Berufes, in welchem er für die Zukunft und für Dritte entwirft und plant. Ein untätiges Zurücklehnen in der Annahme, Entscheidungen und Verantwortung anderen überlassen zu können, ist streng betrachtet nicht möglich, denn sowohl Tun als auch Unterlassen, also ein Nicht-Eingreifen in einen Prozess, obwohl man die Möglichkeit dazu hätte, stellt eine Handlung und somit eine Entscheidung dar. Grund genug, bereits im Studium die angehenden Designer darin zu unterstützen, sich eine belastbare Orientierung zu erarbeiten, welche Haltung sie als Designer einnehmen, wie sie Entscheidungsspielräume gestalten und ihr Handeln verantworten. Kurzum das Thema des gestalterischen Handelns aus ethischer Sicht zu beleuchten. Nach Erfahrung der Autorin profitieren die Studierenden davon, dieses Thema nicht ausschließlich „aspekthaft“ anhand von konkreten Einzelfällen zu diskutieren, sondern zudem Grundsätzliches zu Strukturen und Problematiken unterschiedlicher Theorien des Handelns und Entscheidens kennenzulernen. In diesem Sinne folgt beispielhaft die Betrachtung der Goldenen Regel aus Sicht einer praktizierenden und lehrenden Designerin.

Was ist die Goldene Regel?

Die Bezeichnung Goldene Regel löst nicht immer sofort die Assoziation zur Ethik aus, stattdessen lässt sie manchen an Tipps, Tricks und Rezepte denken. Gibt man etwa bei Google die Begriffe „Goldene Regel“ und „Design“ ein, so erhält man Treffer wie „zehn goldene Regeln des Posterdesigns“ oder „acht goldene Regeln des Interface Designs“. Wird die Goldene Regel jedoch mit ihrer populären gereimten Version beschrieben „Was du nicht willst, das man dir tu, das füg auch keinem andern zu“ (Tobias 4, Vers 16, nach der Übersetzung Martin Luthers), erscheint ein wissendes Auf-

leuchten im Mienenspiel des Gegenübers. Gemessen an ihrem Bekanntheitsgrad ist die Goldene Regel ein Star unter den Konzepten des ethischen Handelns. Sie gibt keine konkreten, normativen Handlungsanweisungen, sondern setzt auf Empathie – also die Fähigkeit, sich in andere Menschen hineinversetzen zu können – und fordert dazu auf, die Dinge und Geschehnisse aus deren Blickwinkel zu betrachten und zu beurteilen. Eine Vorgehensweise, welche Designern, die nutzerorientiert entwerfen, nur allzu vertraut vorkommen wird. Die Goldene Regel fordert den Menschen dazu auf, sein Handeln zu überprüfen, indem man einen Perspektivwechsel vornimmt und sich in die Situation dessen versetzt, der von diesem Handeln betroffen ist. Die Kontrollfrage lautet: Würde man auch in diesem Fall die Handlungsweise befürworten?

Warum ist die Goldene Regel so beliebt?

Die Goldene Regel hat in der jüngeren Geschichte der Philosophie verstärkt Aufmerksamkeit erfahren, unter anderem angefacht durch die Schriften von Hobbes, Voltaire und Kant. Es lassen sich jedoch vielfältige, wesentlich ältere Zeugnisse finden, die bis mehrere Jahrhunderte vor Christus zurückreichen. Ihr Auftreten zieht sich quer durch eine Vielzahl von Kulturen und Denkrichtungen, so findet sie sich u. a. im Buddhismus, im Christentum, im Islam, im Judentum, im Konfuzianismus und im Stoizismus. Welche Qualitäten bietet die Goldene Regel, dass sie so großen Anklang findet? Ihre große Stärke liegt darin, dass sie dem Menschen nahe ist, und zwar sowohl sprachlich als auch betreffend seiner Empfindungen und Einstellungen. Es erfordert keine weitreichende Bildung sie zu verstehen, sie ist oft klar und vor allem knapp formuliert oder wie eingangs beschrieben in leicht zu merkender Reimform. Es gibt keinerlei Einstiegshürde, weder intellektueller noch zeitlicher Natur: man muss salopp gesprochen keine Handbücher lesen, um sie zu verstehen, sondern kann unmittelbar beginnen sie anzuwenden. Man denke an die Kindererziehung: Wie fändest du es, wenn ein anderes Kind dir dein Spielzeug wegnähme? Also nimm dem Kind nicht sein Spielzeug weg! Bleibt natürlich die Frage offen, warum jemand überhaupt die Goldene Regel anwenden wollen sollte. Worin liegt ihre treibende Kraft? Die Antwort ist simple: Die goldene Regel motiviert, indem sie direkt das *Ich* anspricht und somit jeden einzelnen und dessen Bedürfnisse – denn wer interessiert sich nicht für sich?

Zwei Ausprägungen der Goldenen Regel

Man unterscheidet zwei Ausprägungen der Goldenen Regel, die *positive* sowie die *negative* Form. Diese Bezeichnungen sind jedoch nicht wertend gemeint. Die positive Form verlangt, andere so zu behandeln, wie man

selbst gerne behandelt werden würde. Dem entgegen postuliert die negative Form, anderen nichts anzutun, von dem man nicht möchte, dass es einem selber angetan wird. Welche prägnanten Unterschiede folgen aus diesen beiden Formulierungen? Die positive Form konzentriert sich auf das aktive, wohlwollende Handeln anderen gegenüber. Demzufolge setzt sie voraus, dass man in einem gewissen Rahmen weiß, was für den anderen gut ist. Kritiker der positiven Form sowie Verfechter der negativen Form stellen jedoch genau dieses Wissen–Können infrage, weshalb ihnen die negative Form oftmals angebrachter erscheint. Manche bezeichnen die negative Form als die bescheidenere Variante, da sie nicht die Arroganz beinhaltet, Menschen zuzuschreiben, was gut für sie ist. Die negative Form zielt darauf ab, Leid und Schaden vom Menschen fernzuhalten, fordere aber nicht dazu auf, aktiv Gutes – vielleicht besser formuliert: Gutgemeintes – zu tun. Folgt man hingegen der Argumentation Harry J. Genslers (Gensler 2013, S. 166ff), sind die positive Form und die negative Form der Goldenen Regel als „äquivalent“ zu betrachten: grob zusammengefasst formuliert Gensler, dass man gemäß der formalen Logik für jede negative Formulierung eine positive Entsprechung finden könne.

Absurde Resultate bei wortwörtlicher Anwendung der Goldenen Regel

Einigkeit herrscht darüber, dass die wortwörtliche Anwendung der Goldenen Regel zu „offensichtlich absurden Resultaten [führt], wenn man sie unmittelbar auf die Bedürfnisse und Interessen des jeweils Handelnden bezieht (wer zu stolz ist sich helfen zu lassen dürfte anderen nicht helfen; ein Masochist wäre moralisch verpflichtet, zum Sadisten zu werden, d. h. seine Mitmenschen zu quälen).“ (Höffe 1977, S. 101).

Gensler, prinzipiell ein Fürsprecher der Goldenen Regel, beschreibt in seinem Buch „Ethik and the Golden Rule“ insgesamt fünf Fallstricke, die die Goldene Regel niederringen können. Für obiges Problem empfiehlt er einen Zusatz, der seines Erachtens bereits als unausgesprochener Zusatz u. a. bei Franz von Assisi mitgedacht worden sei: „Treat others only as you consent to being treated in the same situation“. Dies bedeutet, der Handelnde solle nicht von seiner Situation ausgehen, sondern habe sich gründlich in die Situation des Gegenübers einzufühlen, um quasi aus dessen Perspektive heraus urteilen zu können. Was natürlich zu einem weiteren Dilemma führt, aber dazu später.

Die Anwendung der Goldenen Regel

Voraussetzung für die Anwendung der Goldenen Regel ist, dass man von einer *Gleichwertigkeit* des Gegenübers mit der eigenen Person ausgeht,

man dessen Interessen und Bedürfnisse also den eigenen als ebenbürtig ansieht. Wäre dem nicht so, gäbe es keinen Grund einen Perspektivwechsel anzustreben. Eine *Gleichartigkeit* der Interessen und Bedürfnisse des Gegenübers mit denen der eigenen Person ist nicht notwendig. Wäre dies übrigens so, könnte man als Designer an dieser Stelle die Betrachtungen über die Goldene Regel hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit im Design beenden: denn dies bedeutete, dass der Designer immer der Zielgruppe entstammen müsse, für die er entwirft. Die Goldene Regel ist zudem keine normative Ethik. Sie formuliert keine konkreten Handlungsanweisungen für den Handelnden. Anstelle eines „Rezepts für gutes Handeln“ kann sie jedoch als Maßstab dienen und eine Überprüfungsmöglichkeit für die Konsistenz von Entscheidungen sein: 1. Ich behandle jemanden in einer bestimmten Art. 2. Ich könnte nicht zustimmen so behandelt zu werden, wäre ich an dessen Stelle. Gemäß Gensler und seinem Verständnis der Goldenen Regel dürfen diese beiden Aussagen nicht kombiniert werden (Gensler 2013). Der Vorteil in der Sicht Genslers, die Goldene Regel mithilfe von nicht zulässigen Kombinationen von Aussagen zu beschreiben, liegt darin, dass kein direkter Zusammenhang mehr zwischen dem, was ich wünsche bzw. nicht wünsche und der potenziellen Handlung besteht.

Um sich eindeutig von einer Kalendersprachrhetorik abzuheben – mit der eine gewisse Attitüde des meist nicht wirklich Ernstnehmens einhergeht – könnte man ablaufforientiert formulieren:

1. Die Handlung H von Person A richtet sich auf Person B.
2. Person A überprüft nun aus Sicht der Person B, ob sie die Handlung H noch angemessen fände, wenn sich diese Handlung H auf sie selbst bezöge und sie sich in der Situation von B befände.
3. Fällt diese Überprüfung negativ aus, ist H keine akzeptable Handlung, fällt sie positiv aus, ist die Handlung akzeptabel.
4. Ist die Handlung nicht akzeptabel, müssen Handlungsalternativen entworfen werden, die wiederum anhand der Schritte 1 bis 3 überprüft werden.

Diese Schrittfolgen greifen sowohl bei der negativen Form der Goldenen Regel als auch bei der positiven, wenn man der Definition folgt, dass sowohl Tun als auch Unterlassen eine Handlung ist.

Der Designer und die Goldene Regel

In Anbetracht der großen Bandbreite derer, die unter dem Begriff Designer firmieren, hier eine Konkretisierung, auf welchen Designertypus respektive welches Designverständnis hier Bezug genommen wird. Ist im folgenden vom Designer die Rede, sind jene gemeint, die sich als Teil eines arbeitstei-

ligen, aber kooperativen Prozesses verstehen und gezielt für Menschen mit oft fremdem Lebensumfeld Lösungen erarbeiten. Jenen hingegen, die ihre Arbeit in erster Linie als individuelle, singuläre Äußerungsform betrachten, fällt bei den Überlegungen keine Rolle zu. Ist im weiteren vom Nutzer die Rede, sind diejenigen gemeint, die die Folgen eines Entwurfs zu spüren bekommen – ganz gleich, ob es sich bei diesem Entwurf um ein dingliches Produkt oder eine strukturelle Lösung handelt.

Der Designer im obigen Sinne hat sich qua Berufswahl verpflichtet, sich u. a. in die Gedankenwelt und das Lebensumfeld derer hineinzusetzen, für die er entwirft – sei es aus philanthropischen, gesellschaftspolitischen oder ökonomischen Beweggründen. Ohne diese Immersion, dieses Eintauchen in die Welt des Nutzers, das Kennenlernen seiner Vorlieben, Abneigungen, Handlungsmuster und Wertevorstellungen, wäre das Hervorbringen von vom Nutzer akzeptierten Entwürfen und deren Umsetzung reine Glückssache. Um dieses Eintauchen zu ermöglichen, nutzen Designer und ihre Mitstreiter diverse Methoden und Techniken. Diese erstrecken sich im Groben von Beobachtungen über Gespräche bis hin zur physischen Rollenübernahme. Nun werden diese Methoden und Techniken meist nicht hinsichtlich des bewussten Einsatzes der Goldenen Regel angewandt, aber sie bringen eine Reihe ähnlicher Probleme mit sich.

Dilemmas, die sich unweigerlich ergeben

So simpel und einleuchtend wie die Goldene Regel auf den ersten Blick erscheint, so schnell werden auf den zweiten Blick zwei Probleme augenfällig, wie u. a. von Panza und Potthast für den privaten Bereich anschaulich beschrieben (Panza & Potthast 2011).

Dilemma I – Man überträgt unbewusst eigene Sichtweisen

Zwar mag man die besten Absichten haben, sich in den potenziellen Nutzer einzufühlen, so hat man doch seine eigene Sichtweise auf Sachverhalte und Dinge, die man nicht völlig ausblenden kann. Versucht man nun die Dinge mit den Augen des Nutzers zu betrachten, so besteht stets die Gefahr, die eigenen Vorstellungen, Wert- und Vorurteile in den Perspektivwechsel miteinzubringen. Man sieht also nicht mit den Augen des anderen, sondern besetzt dessen Rolle und stülpt ihm gleichzeitig damit die eigene Sichtweisen über. Der Designer denkt also nicht als Nutzer über eine Situation nach, sondern nach wie vor nur als Designer, der als Designer darüber nachdenkt, wie er selbst als Nutzer agierte. Dies kann durch die eigene berufsbezogene Selbstüberschätzung, die ich Expertendünkel nennen möchte, noch verstärkt werden: aus der Überzeugung heraus eine Situation schon richtig zu

beurteilen, lässt man nicht die nötige Sorgfalt walten, vermeintliches Wissen eingehend zu überprüfen. Die Intention des Experten kann hierbei durchaus eine positive sein.



Abbildung 1: Gerettet! Fast wärest Du ertrunken ... Illustration Heike Raap, 2011

Dilemma II – Die Wertmaßstäbe des Nutzers kollidieren mit denen des Designers

Man versucht redlich und mit gebührender Sorgfalt, die Interessen, Überzeugungen und Werturteile des Nutzers zu ergründen, muss aber feststellen, dass diese im Gegensatz zu den eigenen Überzeugungen und Werturteilen stehen. Folgte man beispielsweise der wörtlichen Auslegung der Goldenen Regel, müsste man gegen den eigenen Standpunkt handeln und sich zum Handlanger des Nutzers machen. Aber wie steht es, sollten die Standpunkte des Gegenübers unangemessen sein, auf mangelnden Informationen beruhen oder einer zeitweiligen Laune oder Gemütsverfassung entspringen? Sollten dessen Standpunkte gar Handlungen nach sich ziehen, die die Gesellschaft, die Kultur oder die Natur nachhaltig beeinträchtigen? Möchte man sich einen Designer vorstellen, der nur gemäß den aktuell formulierbaren Vorstellungen und Wünschen potenzieller Nutzer entwerfe? Der seine eigenen Überzeugungen, seine Zukunftsvisionen und auch sein Fachwissen über Bord werfe, um sich in Selbstaufgabe beugend unterzuordnen?

Dilemma I und II zeigen zwei grundsätzliche Probleme auf: einerseits gilt es sicherzustellen, die Bedürfnisse und Interessen des Nutzers nicht zu ignorieren oder ihm die eigene Sichtweise „unterzuschieben“, andererseits die eigenen Überzeugungen nicht unkritisch denen des Nutzers unterzuordnen. (Diese Probleme treten im Übrigen nicht nur hinsichtlich der Konstellation von Designer und Nutzer auf, sondern ebenso in der Konstellation aller am Projekt beteiligten Personen: Designern, Ingenieuren, Ökonomen, Vermarktern etc.).

Mögliche Wege aus diesen Dilemmas

Im Alltag angewendet, liegt der Goldenen Regel eher ein spontanes Bauchgefühl zugrunde: Gefiele mir das? Nein, dann lasse ich es lieber. Oder: Ja, dann ist es in Ordnung. Viele Menschen sehen in ihr eine Art ethischen Kompass, der ihnen grob die Richtung für ein gutes Zusammenleben weist. Eher selten dagegen trifft man Menschen, deren erklärtes Ziel es ist, die Goldene Regel methodisch anzuwenden. Im Kontext des professionellen Entwerfens ist jedoch eine eingehendere Betrachtung über das Bauchgefühl hinaus dringend zu empfehlen.

Es folgen Überlegungen, wie man auf den Designkontext bezogen Wege aus den oben genannten zwei Dilemmas finden kann, die den Designer unterstützen zu delibierten Urteilen zu kommen und seinen eigenen Standpunkt zu finden.

1. Aktuellen Standpunkt und Sichtweisen des zukünftigen Nutzers erfahren

Dilemma I beschreibt, das Problem, beim Sichhineinversetzen in den Nutzer „Machtmissbrauch“ zu betreiben, indem man ihm die eigenen Vorstellungen zuordnet. Um dies zu vermeiden ist es sinnvoll, sich die Sichtweise des anderen zunächst zu vergegenwärtigen ohne diese zu bewerten: also bewusst das Beschreiben und Erkennen vom Deuten und Beurteilen zu trennen. Vom eigenen Nichtwissen auszugehen unterstützt diese Trennung, damit vermeintliches Wissen einem nicht die Sicht verstellt. Oder wie schon die Skeptiker erkannten, im Nichtwissen liegt ein entscheidender Vorteil: der Zweifel. Im Design sind wie schon oben beschrieben eine Reihe von Methoden bekannt, wie der Designer sich Kenntnisse über den künftigen Nutzer seines Entwurfes, dessen Umfeld, Interessen, Bedürfnisse und Wünsche erarbeiten kann (darüber hinausgehend: participatory / cooperative design).

2. Diskrepanzen sind der Normalfall

Gibt es etwas an der Sichtweise meines Gegenübers, das einen aufmerken lässt oder gar den eigenen Widerwillen erregt? Sollte es dieses nicht geben, sollte es einen stutzig machen, denn Diskrepanzen und Unterschiede zwischen sich und denjenigen, für die man entwirft, sind im Design der Normalfall. Lassen sich keine Diskrepanzen finden, entstammt man entweder selbst exakt der Gruppe der zukünftigen Nutzer, was höchst selten vorkommt, oder aber man ist im vorigen Schritt nicht redlich vorgegangen.

3. Gewichtung vornehmen

Es gibt eine Reihe von Entscheidungen, die der Designer ohne in ein Dilemma zu geraten gemäß den Vorlieben derer, für die er entwirft, treffen kann. Schließlich liegt es in ihrem beiderseitigen Interesse, dass die Entwürfe breite Akzeptanz finden. Designer und Nutzer sind keine Gegner, sondern in erster Linie Partner bei der Entwicklung neuer Ideen und deren Umsetzung.

Aber es gibt auch jene differierenden Standpunkte, die zum Dilemma II führen, in denen nicht oberflächliche Geschmäcker, sondern tiefgehende Überzeugungen einander entgegenstehen. In diesen Fällen muss eine Abwägung getroffen werden, wessen Standpunkt als wichtiger zu beurteilen ist. Welcher Art ist die Grundlage des jeweiligen Standpunktes? Handelt es sich eher um ein Bedürfnis oder „lediglich“ um ein Interesse. Obwohl im Bezug auf subjektive Nutzen oftmals synonym verwendet, besteht hier philosophisch betrachtet ein Unterschied: Bedürfnisse wurzeln tief in der Natur des Menschen, man weiß intuitiv, was das eigene Bedürfnis ist, beispielsweise, ob man Hunger hat oder es einen friert. Bedürfnisse kann man durch einen Willensakt weder erzeugen noch beseitigen. Interessen hingegen sind nicht einmal an reale Personen gebunden. Zudem gibt es bezogen auf Interessen ein sogenanntes dezisionistisches Moment: bei dem, was man zu seinem Interesse erklärt, hat man ein Wörtchen mitzureden. Und dies ist der spannende Punkt: über Interessen lässt sich streiten und sie lassen sich beeinflussen. Daher lohnt bei Diskrepanzen eine Betrachtung dessen, warum jemand, diese oder jene Ansicht vertritt: hat er ausreichende Informationen zum Thema, bezieht er diese in seinen Standpunkt mit ein, beruht sein Standpunkt auf Weitsicht, befindet er sich in einem ausgeglichenen Zustand oder ist er emotional aufgewühlt, sind seine aktuellen Interessen von anhaltender Dauer oder vorübergehend etc.. Sicher stellt sich in diesem Kontext immer auch die Frage nach dem Paternalismus respektive Parentalismus, nämlich inwiefern man jemanden „zu seinem eigenen Besten“ bevormundet. Aber im Sinne der Goldenen Regel ist

zunächst einmal wichtig festzustellen, dass, um eine positive Korrelation zwischen dem Standpunkt des Designers und dem Standpunkt des Nutzers zu erreichen, bei differierenden Standpunkten an mehreren Schrauben gedreht werden kann. Zum einen kann sich der Designer den aktuell formulierbaren Wünschen des Nutzers beugen oder aber er kann durch die Entwürfe selbst – im Sinne einer angebotenen, akzeptablen Alternativlösung – die Faktoren beeinflussen, die zum Standpunkt des Nutzers beitragen und somit den Standpunkt selbst.

4. Das Vorhandensein von Gruppen nutzen

Betrachtet man die Goldene Regel im Vergleich von individueller Anwendung und im Kontext des Berufsfeldes Design, so bietet zweiter Fall sowohl hinsichtlich Dilemma I als auch Dilemma II den Vorteil, dass meist Gruppen und nicht Einzelpersonen involviert sind: die Gruppe derer, die ein neues Angebot entwickelt und die Gruppe der potenziellen Nutzer dieses Angebotes. Gruppen bieten Möglichkeiten der Kontrolle und des Abgleichs, sowohl beim redlichen Hineinversetzen in den Gegenüber als auch beim Beurteilen, welche Interessen von Wichtigkeit sind. Man muss diesen Vorteil jedoch nutzen wollen und ihn nicht etwa durch Hierarchiestrukturen verunmöglichen.

Fazit

Die Goldene Regel forciert eine Auseinandersetzung mit den Wertmaßstäben anderer und denen der eigenen Person. Will man sie gewissenhaft anwenden, zwingt sie zum gründlichen Durchdenken verschiedener, zumindest jedoch ambivalenter, Positionen. In einem Feld wie dem Design, in dem man es mit „wicked problems“ (Rittel u. Webber 1973) zu tun hat, deren Lösungen nie eindeutig richtig oder falsch sind, und in dem bei näherer Betrachtung jede Aufgabenstellung einzigartig ist, bietet sie mit ihrem nicht-normativen Ansatz einen Anhaltspunkt zur Überprüfung der Angemessenheit von Handlungen. Insofern hat sie sowohl Kontroll- als auch Steuerungsfunktion beim Treffen von Entscheidungen. Diese Überprüfung ist aufs engste mit der Person des Handelnden und Entscheiders verknüpft: sie lässt in erster Instanz keine Berufung auf Dritte zu und nimmt so den Handelnden und Entscheider in die Verantwortung.

Die Anwendung der Goldenen Regel fordert den Designer auf zwei Ebenen. Zunächst fordert sie durch das ihr innewohnende Prinzip des Check-and-Balance die Interessen und Bedürfnisse der potenziellen Nutzer sowie anderer Projektbeteiligten im Fokus zu halten. Währenddessen muss der Designer sich zwingend mit seinem eigenen Handeln, seiner Weltsicht und

seinen Wertmaßstäben auseinandersetzen und entwickelt bei redlichem Vorgehen quasi gleichsam Haltung, Charakter und Standing: essentielle Voraussetzungen, will man sich in der Zusammenarbeit mit und für andere klar positionieren. Eine klare Positionierung aber ist Voraussetzung für das konstruktive Einbringen unterschiedlicher Perspektiven in den Entwurfsprozess.

Literaturverzeichnis

- Betsch, T., Funke, J. & Plessner, H. 2011: Denken – Urteilen, Entscheiden, Problemlösen. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag
- Düwell, M. (Hrsg.) 2011: Handbuch der Ethik. Stuttgart, Weimar: Verlag J. B. Metzler, (3. aktualisierte Auflage)
- Genster, H. J. 2013: Ethics and the Golden Rule. New York, London: Routledge Chapman & Hall
- Jürß, Fritz (Hrsg. und Übersetzer) 1998: Diogenes Laertios: Leben und Lehre der Philosophen. Stuttgart: Philipp Reclam jun.
- Höffe, O. (Hrsg.) 1998: Lesebuch zur Ethik. Philosophische Texte von der Antike bis zur Gegenwart. München: Verlag C. H. Beck, (5. Auflage 2012)
- Höffe, O. (Hrsg.) 1977: Lexikon der Ethik. München: Verlag C. H. Beck, (6. überarbeitete Auflage 2002)
- Luckner, A. 2008: Klugheit und Orientierung. Historisch-systematische Ortsbestimmungen. In: Scherzberg, A. *et al.* (Hrsg.) 2008: Klugheit, Begriff – Konzepte – Anwendungen, 3–23. Tübingen: Mohr Siebeck
- Luckner, A. 2005: Klugheit. Grundthemen der Philosophie. Berlin, New York: de Gruyter
- Panzer, C. & Potthast, A. 2011: Ethik für Dummies. Weinheim: Wiley-VCH-Verlag
- Rittel, H. W. & Webber, M. M. 1973: Dilemmas in a General Theory of Planning. In: Policy Sciences 4, 155–169
- Wattles, J. 1997: The Golden Rule“. Oxford University Press

Kontakt

Diplomdesignerin Heike Raap
 Pastoriusstraße 27
 90480 Nürnberg
www.raap-design.de

Möbelentwicklung im Wandel

Tony Gauser

Das Institut für Holztechnologie Dresden ist langjähriger Forschungspartner für die Möbelindustrie in Deutschland und Europa. Während der engen Zusammenarbeit mit der Industrie hat sich der Forschungsschwerpunkt der Produktentwicklungsprozesse mehr und mehr vertieft.

Möbel sind Konsumgüter. Sie nehmen aber eine besondere Stellung im Umfeld der Menschen ein. Über eine Auswahl der Möbel identifiziert sich eine Person und beschreibt ihre Interessen und ihren Lebensstil. Möbel sollen in vielen Fällen funktional, aber gleichzeitig ästhetisch ansprechend sein und den Lebensraum des Menschen gestalten. Zudem werden zum Teil Komforteigenschaften erwartet, die derzeit nicht messbar sind. Es wird deutlich, dass es sich bei Möbeln nicht um eindeutig über Parametern definierbare Konsumgüter handelt, die nur funktionieren müssen.

Die Bandbreite der Interpretation von Möbeln erstreckt sich vom dekorativen Kunstwerk bis hin zum rein funktionalen Behältnis oder Sitzmöbel. Derzeit genießen Möbel nicht mehr den Stellenwert im Bewusstsein des Verbrauchers wie vor 30 Jahren. Im Gegenteil: Möbel konkurrieren mit anderen schnelllebigen Produkten wie Smartphones, Tablets und Bekleidung. Sie übernehmen deren durchschnittliche Lebensdauer, deren Vertriebswege und erleben deren Entwertung durch den Faktor Zeit. Die Folge sind Preisdruck, Werteverfall sowie enormer Energie- und Ressourcenverbrauch. Das Möbel wird zum kurzlebigen Produkt.

Die Möbelindustrie im Vergleich zu anderen Branchen

Zwar erfährt die Möbelbranche zunehmend ähnliche Vertriebswege (z. B. Onlinehandel) und die kurze Dauer der Wertschätzung wie auch andere Konsumgüter (bspw. Unterhaltungselektronik und Bekleidung), aber nicht – und dies ist der wesentliche Kritikpunkt – deren Absatzmengen. Während der Drang nach dem neuesten Tablet oder Smartphone nach spätestens zwei Jahren zum Neukauf führt, verfallen Möbel in ihrem ideellen Wert. Sie

werden aber nicht gleich durch neue Möbel ersetzt und verweilen als „altes“ Möbel für durchschnittlich sieben bis zehn Jahre in den Wohnungen.

Entsprechend der kurzen zu erwartenden Freude am Möbel ist das Budget für Möbel gering. Die Hersteller entgegen diesem Trend durch Einsparungen am Produkt oder durch neue Fertigungstechnologien, wobei Ersteres sich durch einfache Formen und wenigen Detaillösungen zeigt und bereits weitreichend ausgeschöpft ist. Die Begehrlichkeit nach Möbeln wird somit weiter gedämpft. Daraus folgen die seit mehr als drei Jahren kontinuierlich sinkenden Umsätze der Möbelindustrie. Allein 2013 sank dieser um 3,5 % im Vergleich zum Vorjahr (VDM). Weiterhin gingen auch die Exporte (Hauptexportmärkte sind USA und China) um 9,4 % deutlich zurück. Der in den letzten Jahren gestiegene Konkurrenzdruck durch osteuropäische, teilweise technologisch modernere Möbelhersteller setzt die Branche weiter unter Druck. Für kreative Entwickler und deren Nachwuchs wird die Branche zunehmend uninteressanter, da diese als innovationsarm und nicht imageträchtig angesehen wird.

Während in anderen Branchen auf die Konsumveränderung reagiert wird und die Entwicklungsmethoden, Fachkräfte und Entwicklungswerkzeuge in gleichem Maße wie die Fertigungstechnologien weiterentwickelt werden, ist die Produktentwicklung in der Möbelbranche in den letzten Jahren nahezu unverändert geblieben. Einzig der Einsatz von CAD zur Zeichnungserstellung ist ein erster Versuch zur Modernisierung.

Der Produktentwicklungsprozess am Beispiel der Polstermöbelbranche

Die Möbelindustrie hat ihre Wurzeln im Handwerk. Möbel wurden als individuelle Anfertigung von Tischlern für den Kunden entwickelt und gebaut. Mit dem Einzug der Serien-Produktion in der Industrialisierung konnten große Mengen eines Modells hergestellt und der Bedarf durch den steigenden Wohlstand gedeckt werden. Es war möglich, ein Produkt einmalig zu entwickeln und in großen Stückzahlen über eine lange Verkaufsperiode herzustellen. Die Effizienz der Entwicklungsprozesse musste nicht hinterfragt werden. Die Wirksamkeit der Prozessoptimierung war folglich im Fertigungsprozess am höchsten, sodass ein Großteil der Anstrengungen zum Erhalt der Marktfähigkeit in moderne Fertigungsverfahren und Werkzeuge investiert wurde. Auch werden inzwischen Unternehmensprozesse wie Einkauf, Lagerverwaltung, Vertrieb und Personalverwaltung durch Software unterstützt.

Der Trend von langlebigen zu kurzlebigen Produkten, die gestiegene Konkurrenz zwischen Warengruppen, aber auch die steigende Nachfrage nach individuellen Produkten (und damit deutlich geringeren Stückzahlen je Mo-

dell) verursachen eine erhöhte Nachfrage nach neuen Produkten in immer kürzeren Abständen. Der Prozess der Produktentwicklung in der (Polster-) Möbelindustrie aber entspricht im Wesentlichen dem des ursprünglichen Handwerkes, aus dem diese Industrie hervorgegangen ist. Nach heutigen Maßstäben und Randbedingungen ist dies ineffizient geworden. Ohne Veränderung ist der Produktentwicklungsprozess nicht mehr zukunftsfähig. Im Folgenden ist ein derzeit typischer zeitlicher Ablauf in der Produktentwicklung eines Polstermöbels abgebildet.

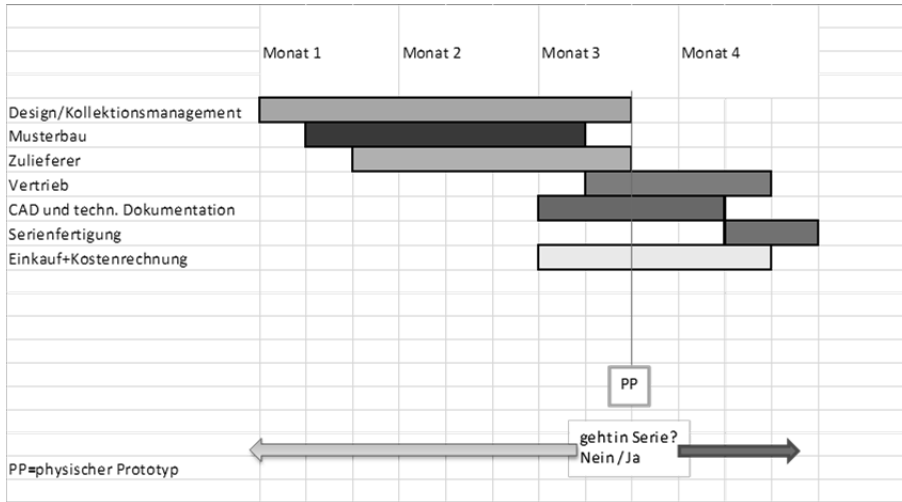


Abbildung 1 derzeitiger Ablauf einer Polstermöbelentwicklung

Es wird ersichtlich, dass wichtige Phasen, wie die Produktplanung und Produktkonzeption, teilweise bzw. ganz entfallen. Diese Phasen werden oftmals durch eine Recherche über am Markt erhältliche Produkte ersetzt, zu denen bereits Informationen zum Verkaufserfolg vorliegen. Das Ziel ist, ein äquivalentes Produkt zu erstellen. Dies zeigt sich auch in der Austauschbarkeit von Modellen unterschiedlicher Hersteller. Oftmals werden modifizierte Bestandsprodukte als Neuentwicklung vermarktet.

Derzeitig sind die Entwicklungsprozesse im Maßstab der Möbelindustrie zu zeit- und kostenintensiv, um neue Ideen umzusetzen. Weiterhin sind diese Entwicklungsprozesse aufgrund verschiedener Kommunikationswege träge und fehleranfällig. Von der klassischen Bleistiftskizze über den Prototyp bis hin zur Implementierung in die Fertigung werden einerseits spannende Entwürfe durch Zurückgreifen auf bestehende Konstruktionen entkräftet und andererseits fehlt die Zeit für umfangreiche Entwicklungen. Verglichen

mit anderen Branchen – beispielsweise der Automobilbranche – wird die Möbelbranche oftmals als trivial bezeichnet. Hinsichtlich der Komplexität der Komponenten mag dies durchaus zutreffen, bezüglich der Aufgabenstellungen aber nicht.

Vielmehr ist die Produktentwicklung in der Möbelbranche in ihren Randbedingungen maßstäblich verkleinert. Die wichtigsten Randbedingungen sind dabei Entwicklungszeit, Entwicklungsbudget und Entwicklungspersonal. Die Aufgabe, ein innovatives Produkt in einem Zeitraum von einem viertel Jahr mit zwei bis drei Mitarbeitern und einem geringen Budget zu entwickeln, ist nicht zu unterschätzen. Es wird deutlich, dass herkömmliche Entwicklungsmethoden von der Bleistiftskizze bis zum Prototyp nicht mehr zeitgemäß sind, um innovative Produkte hervorzubringen. Es gibt eine Vielzahl von Werkzeugen und Methoden für eine effiziente Produktentwicklung in anderen Branchen, sie haben sich etabliert und werden durch Fortschritte in Hardware und Software kontinuierlich effizienter. Diese Methoden sind ohne branchenspezifische Werkzeuge und Abläufe nicht anwendbar.

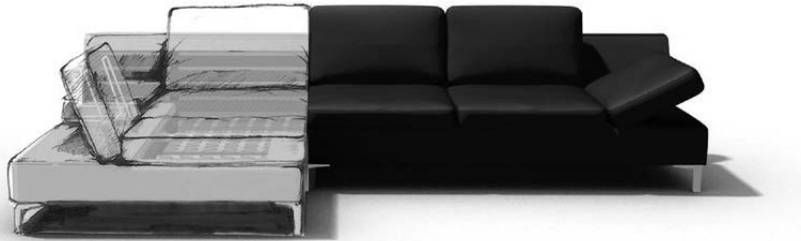


Abbildung 2 Abgleich einer Skizze mit einem Digital Mock-Up

Neue Methoden, neue Werkzeuge, neue Kompetenzen

Die Möbelindustrie (insbesondere die Polstermöbelindustrie) ist bezüglich ihrer Produktentwicklung strukturell eher handwerklich als industriell aufgestellt. Die Unternehmen der Möbelbranche können in wenigen Fällen mit spezialisierten Entwicklungsabteilungen, die ausschließlich für die Entwicklungsaufgaben zuständig sind, aufwarten. In der Regel erfolgt die Entwicklung an physischen Prototypen durch den sog. Musterbau. Dieser setzt sich häufig aus Personen aus der Produktion und Arbeitsvorbereitung zusammen. Daher erfolgt die Produktentwicklung oft parallel zum Tagesgeschäft.

Eine Implementierung neuer Methoden und Werkzeuge erfordert Fachkenntnisse und auch eine höhere Personalzahl. Hinzu kommen hohe An-

schaffungskosten für Software und Hardware, die zwar (zu) umfangreich ausgestattet sind, aber keine branchenspezifischen Werkzeuge für die Möbelindustrie beinhalten. Ebenso fehlt Entwicklungspersonal, das sich an die Besonderheiten der Branche anpassen kann.

Eine erfolgreiche Modernisierung und die daraus resultierenden zeitlichen und strukturellen Veränderungen sind in den folgenden Abbildungen beispielhaft dargestellt.

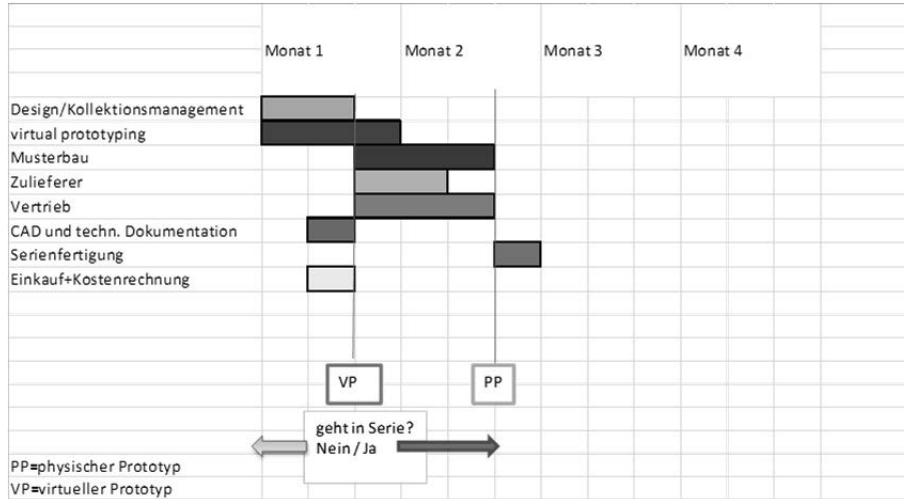


Abbildung 3 beispielhafter Ablauf einer Polstermöbelentwicklung nach Modernisierung

Für eine erfolgreiche Modernisierung der Produktentwicklung in der Möbelbranche müssen drei Faktoren erfüllt werden: flexible Produktarchitekturen, abgestimmte Werkzeuge und geschulte Fachkräfte.

Produktarchitektur

Derzeit sind insbesondere im Bereich der Polstermöbel keine definierten Produktarchitekturen bekannt, die modellübergreifend eingesetzt werden. Auch können derzeit keine geometrischen und funktionalen Zusammenhänge gezielt durch definierte Komponenten dargestellt werden. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass jedes Modell neu konstruiert wird. Eine definierte Produktarchitektur, beispielsweise auf Basis von Modulen oder auch einer Plattform, ermöglicht die Verkürzung der Entwicklungszeit und eine Erhöhung der Individualisierung.

Werkzeuge

Als Werkzeug sind hier insbesondere Softwaretools zu nennen, die das Arbeiten an Digital Mock-Ups und die Entwicklung von virtuellen Prototypen ermöglichen. Zwar lassen sich teilweise bestehende Systeme (beispielsweise CAD) einsetzen; für vollumfängliche Virtualisierung fehlen i. d. R. wichtige Funktionen, die auf die Anforderungen aus der Branche abgestimmt sind. Außerdem sollten die Werkzeuge an die Kompetenzen der Entwickler angepasst werden, denn oftmals erfolgt die Entwicklung parallel zum Tagesgeschäft ohne explizite Entwicklungsabteilung. Auch muss die Implementierung in bestehende Unternehmensprozesse möglichst nahtlos erfolgen können, um eine hohe Akzeptanz bei den Mitarbeitern zu erreichen, die teilweise mit diesen Werkzeugen noch nie in Berührung gekommen sind.

Fachkräfte

Für eine Modernisierung des Entwicklungsprozesses und den Einsatz neuer Werkzeuge und Methoden müssen Fachkräfte ausgebildet werden, die den besonderen Anforderungen der Branche gerecht werden. Dies bedeutet vor allem schnelle und präzise Lösungsansätze. Es setzt genaue Kenntnisse sowohl der handwerklichen Methoden als auch der industriellen Methoden anderer Branchen voraus, um die jetzigen handwerklich geprägten Strukturen der Unternehmen fließend in industrielle Strukturen zu überführen. Zusätzlich darf der ästhetische Ansatz nicht fehlen. Das Besondere sind nicht die Anforderungen an die Fachkräfte selbst - diese treffen auch auf andere Branchen zu. Das Besondere ist die Konzentration dieser Kompetenzen auf wenige Personen. Das ist notwendig, da der Aufbau von eigenständigen Entwicklungsabteilungen eher mittel- als kurzfristig eintreten wird.

Zusammenfassung

Die Möbelbranche wird handeln. Die Nachfrage nach einer Modernisierung im Entwicklungsprozess ist nach Recherchen und Gesprächen mit Industriepartnern hoch; auch mit der Kenntnis über die Notwendigkeit tiefgreifender Veränderungen. Das Bewusstsein, dass Modernisierung in allen Geschäftsbereichen wichtig ist, ist weitreichend vorhanden. Sie ist eine Bedingung für den Erhalt der Möbelindustrie in Deutschland und birgt ein großes Potential in verschiedenen Themenbereichen für Forschung, Ausbildung und Dienstleistung. Angefangen von Software-Entwicklung, Design von User Interface und Man-Machine Interface, Produkt-, Prozess und Designmanagement bis hin zur Produktgestaltung. Zu guter Letzt profitieren

Hersteller, Händler und Endverbraucher von den Innovations- und Qualitätssteigerungen.

Das Institut für Holztechnologie Dresden wird diese Modernisierung in der Möbelbranche in Forschung und Dienstleistung begleiten. Wir sind Ansprechpartner sowohl für die Möbelindustrie als auch für deren Zulieferer für Werkstoffe, Halbzeuge und Werkzeuge.

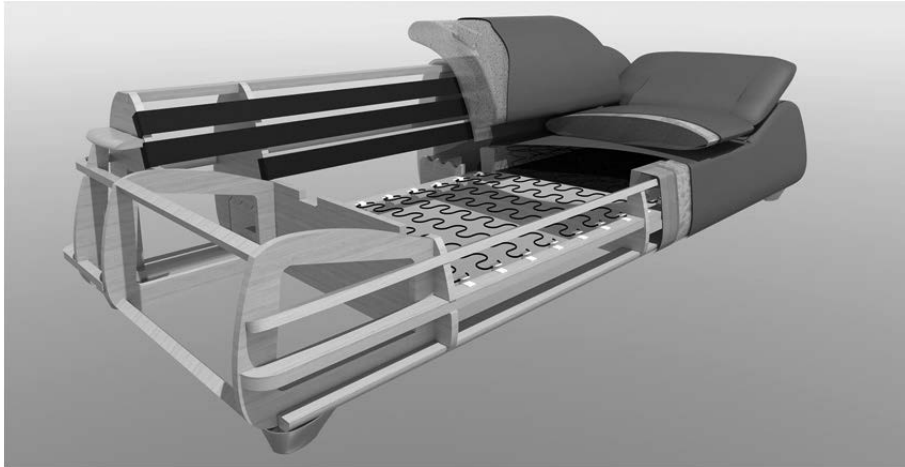


Abbildung 4 Digital Mock-Up (DMU) als visueller und technischer Informationsträger

Literaturverzeichnis

- Lindemann, U., Reichwald, R., & Zäh, F. M., 2006: Individualisierte Produkte-Komplexität beherrschen in Entwicklung und Produktion, Heidelberg, Springer
- Bordegoni, M., Rizzi, C., 2011: Innovation in Product Design – From CAD to Virtual Prototyping, London, Springer Limited
- Vetter, M., 2011, Praktiken des Prototyping im Innovationsprozess von Start-up-Unternehmen, Dissertation Bauhaus-Universität Weimar, Wiesbaden, Gabler
- VDM, Verband der Deutschen Möbelindustrie e. V., Internet: <http://www.wohningformation.de>, abgerufen 10.04.2014

Kontakt

Dipl.-Ing. (FH) Tony Gauser
Institut für Holztechnologie Dresden gemeinnützige GmbH
Ressort Möbel und Innenausbau
Zellscher Weg 24
01217 Dresden
www.ihd-dresden.de

Solarkraft in der Produktentwicklung – Anwendungen für Westafrika

Jörg Reiff-Stephan

Die Verfügbarkeit elektrischer Energie ist eines der wesentlichen Grundelemente für wirtschaftliches Wachstum und humanitären Lebensbedingungen. In einer der ärmsten Regionen Westafrikas – in der Savannenregion Nordtogos – ist der zentrale Ausbau von Stromnetzen nicht erfolgt. Dezentrale Lösungen auf Basis regenerativer Energieträgersysteme können hier Abhilfe schaffen und die Entwicklung der Region vorantreiben. Ziel eines im Rahmen der Entwicklungshilfe durchgeführten Projektes ist es, Energieträgersysteme für die Region zu identifizieren und Ansätze zur Nutzbarmachung für die Wandlung in mechanische Leistung aufzuzeigen. Hierbei beschreibt die kooperative Produktentwicklung einen wichtigen Weg, um sich der Zielstellung zu nähern. Fragestellungen hinsichtlich der robusten Auslegungen aber auch der nachhaltigen Nutzungsbegleitung werden gemeinsam erörtert und fließen in ein Gesamtkonzept ein. Wesentliches Augenmerk wird hierbei auf die Umsetzbarkeit gelegt.

Einleitung

Ein Großteil des afrikanischen Kontinents ist noch immer von Armut betroffen. Im besonderen Maße ist dieser Zustand prägend für die westafrikanische Republik Togo. Die Nation zählt zu den ärmsten Ländern der Welt. Gerade in der nördlichen Savannenregion verfügt die Bevölkerung nur über begrenzte finanzielle Mittel. Das durchschnittliche Einkommen liegt in etwa zwischen 30 bis 120 Euro pro Jahr. Die Armutsursachen sind vielschichtig und teilweise noch in der kolonialen Vergangenheit begründet. Die Infrastruktur des Landes ist gleichermaßen schlecht ausgeprägt. Die Nord-Südtangente ist durch eine einfache Straßenverbindung ausgeführt. Die Erreichbarkeit der angrenzenden Gebiete ist stark abhängig von der Bodenbeschaffenheit und dem Erosionsgrad Infolge der klimatischen Bedingungen. Diesem Misstand geht einher, dass eine zentrale Energieversorgung und -verteilung nur bis Landesmitte sichergestellt ist. Abgelegten Ansiedlun-

gen haben keinen elektrischen Strom und auch keine fließende Wasserver- und -entsorgung. Gleichmaßen sind diese Gebiete jedoch stark vom Nutzen elektrischer Energieträger angewiesen: beispielsweise zum Betreiben von Pumpsystemen oder ähnlichen mechanischen Hilfselementen sowie Beleuchtungssystemen (Löfken 2011). Das Fehlen dieser grundsätzlichen Möglichkeiten hemmt die Entwicklung des Landes, wobei dies vor allem für das Bildungssystem der Region zutrifft. Ohne elektrische Energie kann der Unterricht nur bei Tageslicht erfolgen. In Abendstunden können die Schüler nur im begrenzten Maße ihre Hausaufgaben bearbeiten, da zumeist Öllampen und Kerzen die einzigen Lichtquellen darstellen. Gleiches gilt für die Unterrichtsvorbereitung der Lehrer. Des Weiteren kann unter den gegebenen Umständen keine Schulspeisung gewährleistet werden. Der Mangel an Energie erschwert aber nicht nur den Betrieb des Schulsystems, sondern auch dessen Ausbau. Für die Region Nordtogo ist eine akute Unterversorgung an Schulplätzen zu verzeichnen (Abbildung 1).

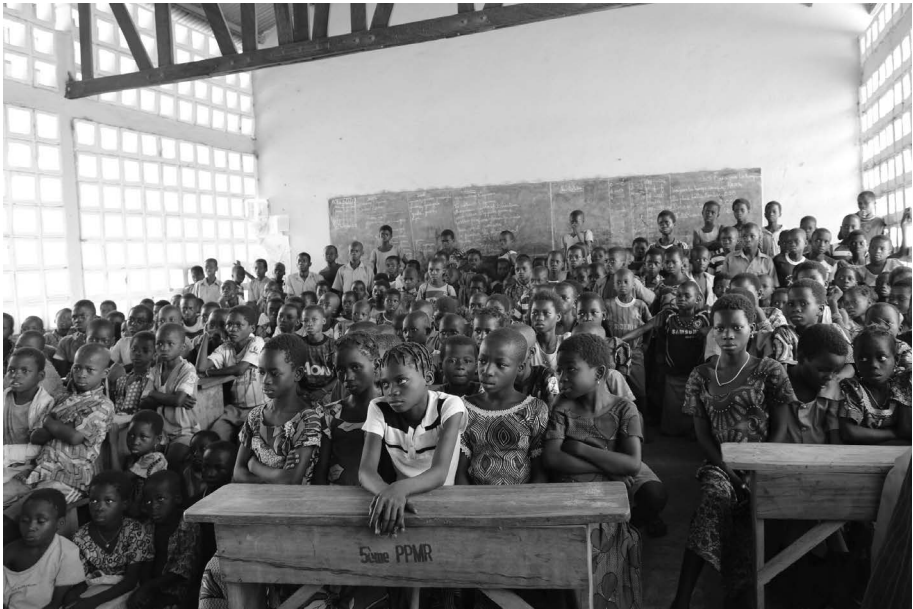


Abbildung 1: Schulklasse in Kourdoak

Die Gelder für die Schaffung neuer Kapazitäten sind knapp bemessen. Trotzdem ist auf entsprechenden Baustellen die kostenintensive Nutzung von Dieselgeneratoren (Abbildung 2) die einzige Art der Stromerzeugung.



Abbildung 2: Energiesystem Dieselgenerator als einzige Stromquelle zur Baustellenversorgung

Es wird also wesentlich für die weitere regionale Entwicklung sein, dass neue, nachhaltige Energieträger gefunden werden. Ergänzend um die Möglichkeiten, die sich aus dieser wirtschaftlichen Nutzbarmachung ergeben, soll ebenso die Schaffung von Ausbildung und die fundamentale Weiterentwicklung bestehender Wissensstrukturen geschaffen werden. Hierzu wird es unabdingbar, dass technologisches Wissen in einer Form transportiert wird, die ein Miteinander und nicht das Lehrmeisterliche in den Vordergrund stellt (Link 2001, Malik 2008). Lehr- und Ausbildungseinrichtungen in Westafrika werden durch die Konzepte des Distant Learning insbesondere des Distant Product Development (D π D) (Abbildung 3) in die Entwicklungsprozesse mit eingebettet werden (Reiff-Stephan 2009). Hierdurch wird dem Ansatz „Hilfe zur Selbsthilfe“ Rechnung getragen und die weitere Entwicklung nachhaltige unterstützt.

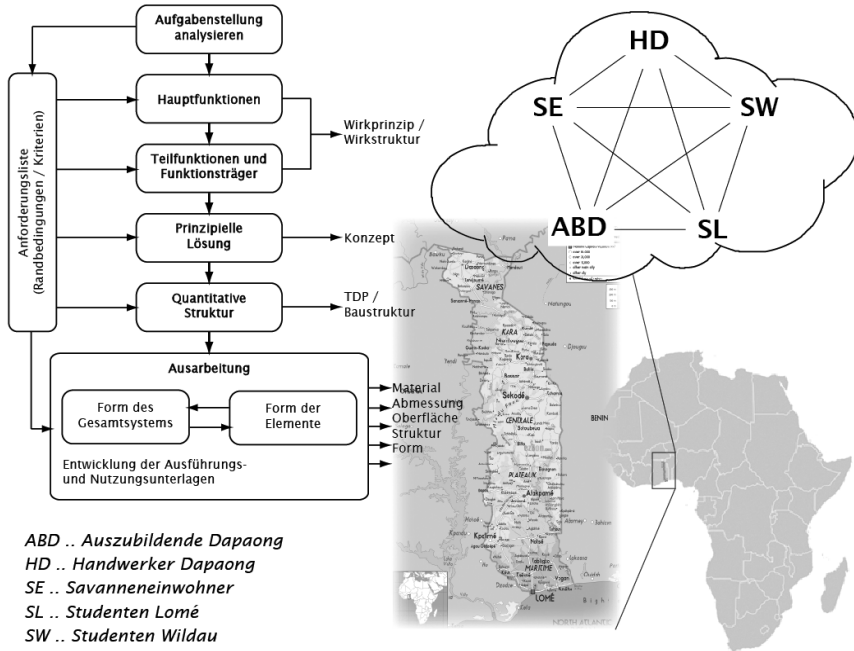


Abbildung 3: Konzept „Distant Product Development (DπD)“ in der Lehre

Die Analyse- wie auch Synthesephase der Projekte werden sowohl mit den Einheimischen (Nutzern der Entwicklungen) als auch im entwicklungstechnischen Kontext mit den Auszubildenden sowie Studierenden der Region als auch mit Studierenden aus dem direkten Entwicklungsumfeld des Autors bearbeitet. Wesentliches Ziel der partnerschaftlichen Unterstützung ist es, der nordtogoischen Bevölkerung Wege für die Nutzung des hohen Potenzials an regenerativer Energie aufzuzeigen und an exemplarischen Beispielen deren konkrete Anwendung zu verdeutlichen. Im Umgang mit den Nutzern der Technologie steht hierbei in erster Linie das persönliche Gespräch im Vordergrund. Mit zunehmenden Bildungsstand sind das Nutzen des Internet und die Vorzüge verteilten Arbeitens grundsätzlich bekannt. Kommunikation und Datenaustausch kann über entsprechende Cloud-Systeme unterstützt werden.

Als Kooperationspartner im DπD-Verbund fungieren hierbei neben der Technischen Hochschule Wildau [FH], der Kunsthochschule Berlin, der deutsche Verein für „Deutsch-Afrikanische Zusammenarbeit e.V.“ (DAZ) sowie die Universität Lomé, das IT Village (Dapaong) und das Ausbildungszentrum Bonita-Haus (Dapaong).

Voraussetzungen

Die Republik Togo wird zu den Staaten Westafrikas gezählt und ist von den Ländern Ghana, Benin und Burkina Faso umgeben. Der Golf von Guinea des atlantischen Ozeans bildet die schmale südliche Grenze Togos. Das Land befindet sich zwischen den 6. und 12. Breitengrad der nördlichen Halbkugel. Zur Abschätzung und Bewertung eines möglichen regenerativen Energieträgers ist es wesentlich, dass klimatischen Bedingungen und Nutzungsanforderungen abgeleitet und definiert werden.

Klimatische Bedingungen

Aufgrund der geografischen Nähe zum Äquator sind für das Land im Jahresdurchschnitt täglich in etwa 6,5 Sonnenstunden zu verzeichnen. Abbildung 4 zeigt eine grafische Darstellung der Sonnenstunden im Jahresverlauf für die togoische Hauptstadt Lomé. Zur besseren Veranschaulichung der Größenordnung ist zusätzlich die Kurve für den Standort Berlin aufgeführt.

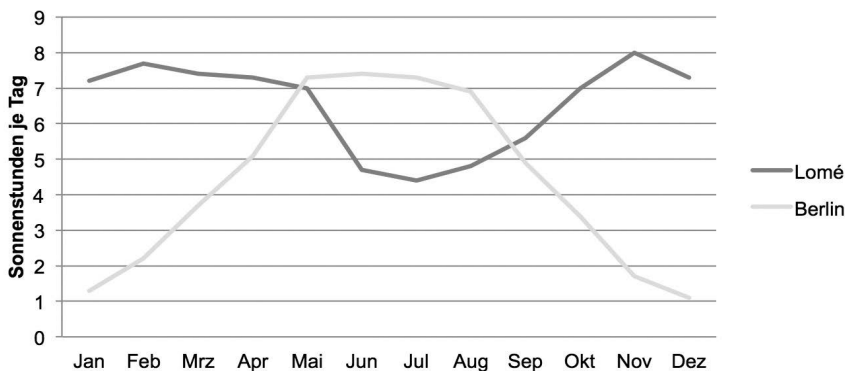


Abbildung 4: Gegenüberstellung der Sonnenstunden

Das Klima Togos kann als ganzjährig tropisch-feucht beschrieben werden. Es ist jedoch zu beachten, dass hierbei deutliche klimatische Unterschiede zwischen den südlichen und nördlichen Landesteil vorliegen. Das Klima der südlichen Regionen wird durch den Atlantik beeinflusst, was zu einer ganzjährig hohen Luftfeuchtigkeit von etwa 80 % führt. Im Süden betragen die Temperaturen im Durchschnittlich 27 °C und es kommt jährlich zu zwei Regenzeiten. Diese sind im Zeitraum zwischen den Monaten April und Juni sowie September und November zu erwarten. Im Gegensatz zum Süden, ist der Norden des Landes eher durch trockenes, savannenartiges Klima geprägt. Die Temperaturen liegen im Durchschnitt bei 30 °C und es kommt nur einmal jährlich zwischen Mai und Oktober zur Regenzeit.

Nutzungsanforderungen an ein Gesamtsystem

Die Entwicklung einer transportablen Anlage zur dezentralen Energieumwandlung muss unter Berücksichtigung besonderer Anforderungen erfolgen. Von zentraler Bedeutung sind hierbei eine *einfache Bedienbarkeit* sowie ein *geringer Wartungsaufwand* der Anlage. Aufgrund der besagten Defizite im Bildungssystem herrscht ein Mangel an qualifiziertem Personal. Folglich muss das System auch durch Personen bedient werden können, welche diesbezüglich nur eine kurze Einweisung erfahren haben. Derartige Maßnahmen werden jedoch durch die Sprachvielfalt erschwert. Togo ist ein Vielvölkerstaat und vereint 42 verschiedene Ethnien sowie 39 Sprachen. Dabei wird gerade in den ländlichen Regionen die Amtssprache Französisch nicht von allen Teilen der Bevölkerung beherrscht. Aus diesen Gründen steigt mit zunehmenden Bedienungsanforderungen die Wahrscheinlichkeit von Fehlbedienungen. Bei der Wahl des Energiesystems ist darauf zu achten, dass Fehlbedienungen möglichst vermieden werden bzw., dass hieraus keine schwerwiegenden Folgen für den Bediener oder die Anlage resultieren. Für den Fall, dass es zu Beschädigungen am System kommt, ist ein *geringer Instandsetzungsaufwand* von Vorteil. Dies ist zum Einen auf den oben genannten Mangel an Fachpersonal zurückzuführen. Des Weiteren ist bei der schwachen nordtogoischen Infrastruktur mit Schwierigkeiten bei der Ersatzteilbeschaffung zu rechnen. Somit ist bei der Entwicklung eine möglichst *geringe Störanfälligkeit* anzustreben. Insbesondere spielen hierbei die extremen klimatischen Bedingungen eine entscheidende Rolle. Bei der Umsetzung einer entsprechenden Lösung, sollte somit nicht an die Grenzen des technisch Machbaren gegangen werden. Im Sinne von *Hilfe zur Selbsthilfe* soll die Bevölkerung motiviert werden, derartige Systeme zu kopieren, um diese dann vielfältig anzuwenden. Hierfür sind vor allem ein *geringer Herstellungsaufwand* sowie *geringe Herstellungskosten* eine Voraussetzung. Üblicherweise ist die Nutzung von Dieselgeneratoren die bevorzugte Weise der autarken Stromerzeugung. Diese weisen zwar relativ geringe Anschaffungskosten auf, sind jedoch während des Betriebs kostspielig. Gründe hierfür sind vor allem der hohe Wartungsaufwand sowie die Kraftstoffkosten. Eine praktikable Alternative zum Dieselgenerator muss demnach durch *niedrige Betriebskosten*, eine *hohe Energieverfügbarkeit* und ein möglichst *geringes Maß an Umweltbeeinträchtigungen* überzeugen.

Analyse potenzieller Energieträger

Der Begriff Energie definiert allgemein die Fähigkeit physikalische Arbeit zu verrichten. Steht ein Energieträger nach menschlichem Zeithorizont unerschöpflich zur Verfügung, so spricht man von regenerativen bzw. erneuerbaren Energiequellen [Quaschnig 2009].

Der Norden Togos verfügt über kein nennenswertes Stromnetz. Für die ländlichen Regionen des Landes ist somit die dezentrale und autarke Energieversorgung von besonderer Bedeutung. Aus dem Spektrum der regenerativen Energieträger bzw. Wandlungsprozesse besitzen folgende Technologien das Potenzial für eine derartige Anwendung in Nordtogo. Zu nennen wären Windkraftanlagen, die Photovoltaiktechnologie, solarthermischer Kraftwerke und die Nutzung von Biomassenenergieträgern (siehe Abbildung 5).

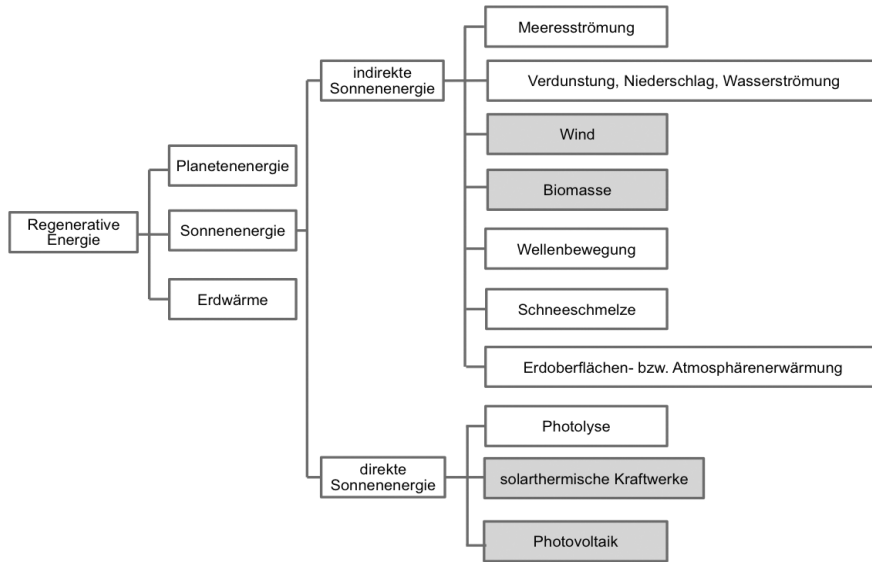


Abbildung 5: Klassifizierung der Energieträger

Die herausgestellten Bereiche wurden hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit von den DπD-Partnern analysiert und im Detail erörtert. Beispielhaft sei die Photovoltaiktechnologie herausgestellt. Verglichen mit den Ländern Mitteleuropas herrschen in Togo gute Bedingungen für die Nutzung der Photovoltaiktechnologie. In Abbildung 6 ist eine Gegenüberstellung der Strahlungssummen für die Standorte Berlin und Dapaong dargestellt. Die Kurven beziehen sich dabei auf eine horizontal zum Boden ausgerichtete Fläche.

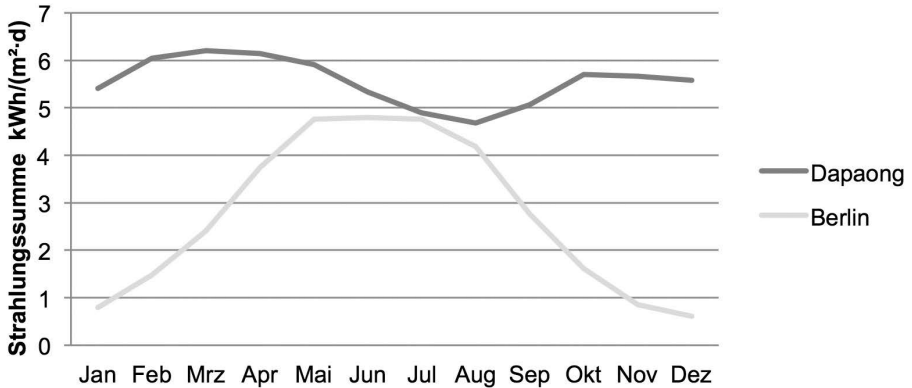
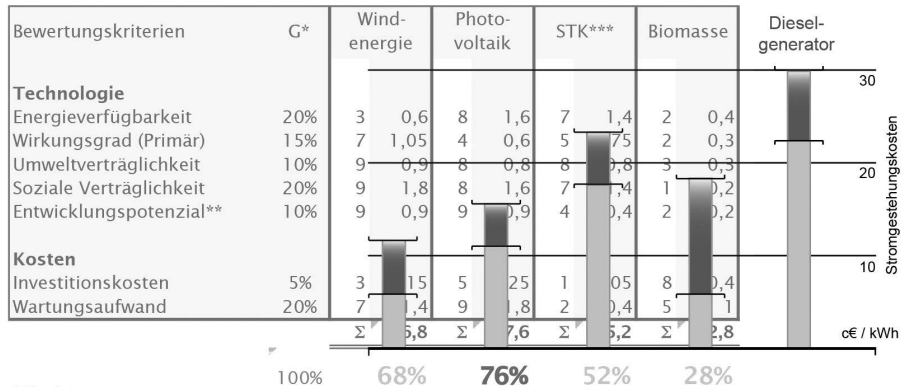


Abbildung 6: Strahlungssummen (Durchschnitt der Jahre 1983-2005)

Es ist zu erkennen, dass in Togo ein ganzjährig hohes Angebot an Strahlungsenergie vorliegt. Für die Photovoltaiktechnologie ergibt sich dadurch eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten in der Form von netzunabhängigen Inselösungen. Bei der Auslegung derartiger Anlagen muss jedoch beachtet werden, dass die extremen klimatischen Bedingungen die PV-Module sowie die elektrochemischen Speicherelemente stark beanspruchen.

Die Auswahl eines geeigneten Energieträgers für die nordtogoische Savannenregion erfolgt anhand einer Nutzwertanalyse (NWA) nach VDI 2225. Abbildung 7 zeigt eine Gegenüberstellung der Erfüllungsgrade sowie der Stromgestehungskosten für die jeweiligen Technologien. Als wesentliche Kriterien der NWA wurden technologiebezogene und wirtschaftliche Parameter hinzugezogen. Starke Unterscheidungen treten bei der Betrachtung der Verfügbarkeit des Primärenergieträgers am Standort „Nordtogo“ sowie in der sozialen und Umweltverträglichkeit der Technologie auf. Es ist zu beobachten, dass insbesondere Biomassensysteme elementar entgegen den humanitären Möglichkeiten agieren. Sowohl der Anbau von Biomasse als auch der Verbrauch von Abfallprodukten in der Landwirtschaft kann zur Stromerzeugung nicht sinnvoll eingesetzt werden. Hinsichtlich der zu erwartenden Investitionskosten muss angeführt werden, dass Erstinstallationen weitestgehend über ausländische Hilfsorganisationen abgedeckt werden. Dennoch sollte mit der Korrelation eines Promotions- bzw. Entwicklungspotenzials der Anlage die Vervielfältigung der Technologie mit Berücksichtigung finden. Abschließend ist es wesentlich, dass die auszuwählende Technologie einen möglichst geringen Betriebs- und Wartungsaufwand hat und in der Nutzung robust agiert. Eine tägliche Einflussnahme durch zu schulendes Personal sollte möglichst nicht erforderlich sein.



* Gewichtung

** Technologie lässt sich gut promoten und als Basistechnologie anwenden

*** Solarthermische Kraftwerke

Abbildung 7: Nutzwertanalytische Betrachtung der Energieträgersysteme sowie Stromgestehungskosten im Vergleich zu Dieselgeneratoren

Es ist zu erkennen, dass die Photovoltaiktechnologie mit einem Erfüllungsgrad von 76% der Ideallösung am nächsten kommt. Sie verfügt zwar im Vergleich mit den Windgeneratoren über einen schlechteren Wirkungsgrad, jedoch ist aufgrund der niedrigen Windgeschwindigkeiten am Standort nicht mit einem hohen Ertrag zu rechnen. Des Weiteren zeigt die Betrachtung der Stromgestehungskosten, dass die Energieumwandlung mit PV-Anlagen, im Vergleich zum Dieselgenerator, weitaus günstiger zu bewerkstelligen ist. Somit kann die Photovoltaiktechnologie, unter den gegebenen Umständen, als am besten geeigneter Energieträger für den Norden Togos angesehen werden.

Fallstudie Lehmsteinpresse

Eine Nutzungsmöglichkeit regenerativer Energie bietet der Alternativantrieb einer manuellen Lehmsteinpresse. Diese wird, wie anfangs erwähnt, für die Erweiterung und den Neubau von Schulgebäuden in Nordtogo genutzt. Mit der Lehmsteinpresse vom Typ *Terstaram* (Abbildung 8) des belgischen Herstellers ApproTechno werden pro Stunde durchschnittlich 60 Lehmsteine gefertigt. Bei einem zehnstündigen Arbeitstag liegt die Tagesproduktion bei 600 Lehmsteinen.

Für die Produktion der besagten Menge an Lehmsteinen müssen momentan in etwa 660 Wh körperlicher Arbeit aufgebracht werden. Diese Aussage beruft sich auf folgende überschlägliche Berechnung. Es wird davon ausgegangen, dass während des Pressvorgangs zwei Arbeiter mit einer Kraft F

von jeweils 400 N die Hebel der Presse bedienen. Die Hebel haben eine Länge l von 0,7 m und es ergibt sich somit ein resultierendes Drehmoment $M = 560 \text{ Nm}$.



Abbildung 8: Manuelle Lehmsteinpresse Terstaram

Die Drehbewegung erfolgt in einem Winkel von 270° und einer Drehzahl von $n = 10 \text{ 1/min}$. werden diese Parameter in Gleichung (1) übertragen, so ergibt sich eine Leistung von $P = 587 \text{ W}$.

$$P = M \cdot \omega = M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n = 560 \text{ Nm} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 0,167 \frac{1}{s} = 587 \text{ W} \quad (1)$$

Bei 600 Pressvorgängen pro Tag mit einer Dauer von jeweils $t = 4,5 \text{ s}$ und der zuvor bestimmten Leistung ergibt sich für die benötigte Energie ein Zusammenhang nach Gleichung (2) zu:

$$E = P \cdot t = 587 \text{ W} \cdot 4,5 \text{ s} \cdot 600 = 0,587 \text{ kW} \cdot 0,00125 \text{ h} \cdot 600 = 0,44 \text{ kWh} \quad (2)$$

Für die Pressvorgänge ist somit eine Energie von $E_p = 0,4 \text{ kWh}$ nötig. Bei der Annahme, dass für das Lösen der Presse nur die Hälfte der Kraft nötig ist, ergibt sich bei analoger Vorgehensweise ein Energiebedarf von $E_L = 0,22 \text{ kWh}$. In der Summe ist für die Produktion von 600 Lehmsteinen eine Gesamtenergie von $E_G = 0,66 \text{ kWh}$ nötig. Soll das durch die Arbeiter bewirkte Drehmoment nun maschinell erzeugt werden, so müssen zusätzlich die Wirkungsgrade für Motor und Getriebe berücksichtigt werden. Für das System Pressenantrieb ist demnach eine elektrische Eingangsleistung von $P_{el,p} = 814 \text{ W}$ bzw. $P_{el,l} = 407 \text{ W}$. Für den maschinellen Antrieb der Presse wird somit eine Energie von $E_{el} = 0,916 \text{ kWh}$ benötigt.

Die Bereitstellung dieser Energiemenge soll durch ein Inselssystem auf Basis der Photovoltaiktechnologie gewährleistet werden. Zentrale Systemkomponenten sind hierbei PV-Generator und Akkumulator. Eine erste überschlägliche Berechnung der benötigten Leistung des PV-Generators erfolgt nach Gleichung (3) mit Parametern nach Tabelle 1 [Mertens 2011].

$$P_{PV} = \frac{W}{N_{\text{Sonne}} \cdot K_{\text{Schräg}} \cdot K_{\text{Temp}} \cdot V_{\text{Leitung}} \cdot V_{\text{Umwandlung}} \cdot V_{\text{Anpassung}}} = 475 \text{ Wp} \quad (3)$$

Tabelle 1: Technische Systemparameter I/II

Parameter		Wert
Energiebedarf	W	916 Wh
Sonnenvollaststunden	N_A	4,55 h
Korrekturfaktor	$K_{\text{Schräg}}$	1
Korrekturfaktor	K_{Temp}	0,625
Leistungsverlustfaktor	V_{Leitung}	0,94
Umwandlungsverlustfaktor	$V_{\text{Umwandlung}}$	0,8
Anpassungsverlustfaktor	$V_{\text{Anpassung}}$	0,9

Für den PV-Generator ist somit eine Modulleistung von insgesamt $P_{PV} = 475 \text{ Wp}$ vorzusehen. Zur überschläglichen Bestimmung der Akkukapazität C_N kommt Gleichung (4) zur Anwendung. Die entsprechenden Parameter sind Tabelle 2 zu entnehmen [Mertens 2011].

$$C_N = \frac{W \cdot N_A}{K_{\text{Entl}} \cdot U_N} = 153 \text{ Ah} \quad (4)$$

Tabelle 2: Technische Systemparameter II/II

Parameter		Wert
Energiebedarf	W	916 Wh
Autonomietage	N_A	2
Korrekturfaktor Entladeschwelle	K_{Entl}	0,5
Systemspannung	U_N	24 V

Die zuvor berechneten Werte für P_{PV} und C_N dienen als Orientierungsgrundlage, um eine Vorauswahl an verwendbaren PV-Modulen und Akkumulatoren zu treffen. Die exakte Dimensionierung des Systems erfolgt mit dem Auslegungsprogramm PV*SOL Expert. In dessen Datenbank sind die Parameter der gängigsten PV-Module und Akkumulatoren hinterlegt. Mit Hilfe der Software können für die jeweils gewählte Komponentenkombination entsprechende Szenarien simuliert und verglichen werden. Je nach Zelltechnologie und Berechnungsparameter ist für die spätere Umsetzung des PV-Generators eine Fläche von 3,5 – 5 m₂ zu erwarten.

Da sich der Standort der Energieversorgungseinheit entsprechend der jeweiligen Baustelle ändert, muss die Mobilität des Systems gewährleistet sein. Hierfür wird der PV-Generator auf einen Anhänger montiert. Die Straßenverhältnisse in den nordtogoischen Regionen können als schlecht bezeichnet werden. Um die Verwindungen im PV-Generator möglichst gering zu halten, ist für das Trägersystem ein einachsiger Anhänger vorgesehen. Zusätzlich werden anstelle weniger großer Module mehrere kleine und dadurch steifere Module verwendet. Zusätzlich müssen diese mit ausreichend Abstand zum Anhänger sowie zueinander montiert werden, um eine gute Hinterlüftung der Module zu ermöglichen. Da Wasser in der Region ein kostbares Gut ist, sind unterhalb des PV-Generators Rinnen vorgesehen. Auf diese Weise kann das zur Modulreinigung genutzte Wasser aufgefangen und als Brauchwasser genutzt werden.

In Abbildung 9 ist das CAD-Model eines derartigen Entwurfs dargestellt.

Die Umwandlung und Übertragung der Energie zur Lehmsteinpresse erfolgt über einen Gleichstrommotor und ein Getriebe. Die Einbindung dieser Komponenten, in das bisherige System der Lehmsteinpresse, erfolgt unter der Vorgabe, dass die Option zum manuellen Betrieb erhalten bleibt.

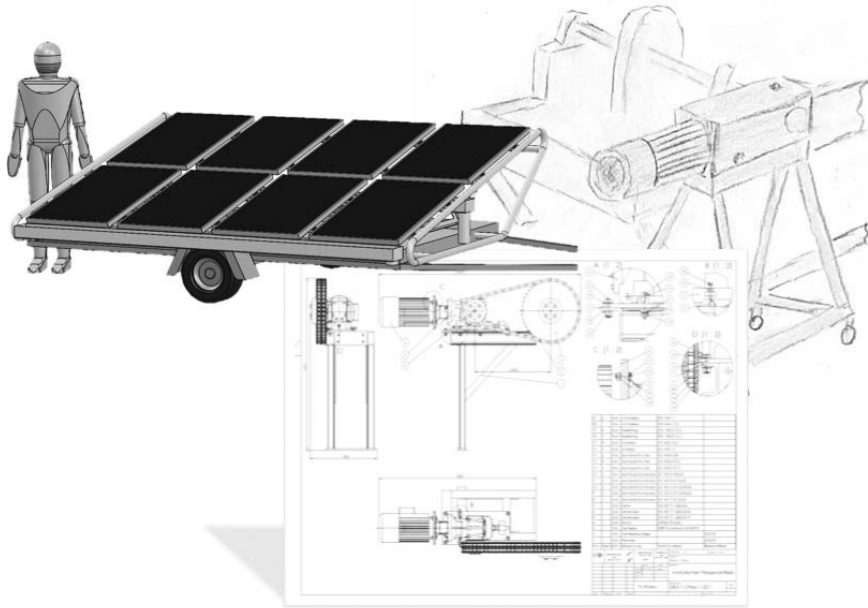


Abbildung 9: CAD-Modell

Zusammenfassung

Gemeinsam im D π D-Verbund wurden verschiedene, regenerative Energieträgersysteme auf ihren Einsatz in der Savannenregion Westafrikas hin untersucht. Neben den theoretischen Ansätzen zur Ableitung der nutzbaren Leistung für den primären Wandlungsprozess in elektrischen Strom wurden klimatische Bedingungen analysiert und eine nutzwertanalytische Untersuchung im Hinblick auf technologische und wirtschaftliche Einsatzbedingungen geführt. Hierbei konnte abgeleitet werden, dass sich die Photovoltaik als Energieträger mit dem höchsten Erfüllungsgrad im Vergleich darstellt. Auch in der Korrelation mit den Stromgestehungskosten wird dieses Verfahren für einen Einsatz in der Region favorisiert.

Ausführend konnte das Energieträgersystem im Einsatz als Leistungslieferant im sekundären Wandlungsprozess zu mechanischer Leistung herangezogen werden. Beispielhaft konnte eine Umsetzung für eine Lehmsteinproduktionsmaschine vorgestellt werden. Die konstruktive Auslegung ist erfolgt und der Prototyp im Mock-up vorgestellt. Nachfolgend der theoretischen Ausführung wird das Konzept im D π D-Verbund mit den Kooperationspartnern vor Ort umgesetzt und exemplarisch im Feld getestet werden. Ein-

satzerfahrungen der Technologie aber auch in der Entwicklung werden in Zusammenarbeit mit der Universität Lomé und dem Ausbildungszentrum BONITA-HAUS in Dapaong gesammelt und fließen in die Ausbildungsinhalte in Togo wie auch an der Technischen Hochschule Wildau [FH] mit ein. Hiermit wird ein wesentlicher Beitrag zur Nutzbarmachung der Technologie am Standort sowie zur Verbessern der Lebensbedingungen in Westafrika geleistet.

Literaturverzeichnis

- Kaltschmitt, M.; Hartmann, H. 2001: Energie aus Biomasse. Berlin: Springer Verlag
- Link, P. 2001: Risikomanagement in Innovationskooperationen. Technische Wissenschaften ETH Zürich, Dissertation. ETH Nr. 14240
- Löfken, J. O. 2011: Afrika entdeckt die Sonne. In: Technology Review 6, S. 26-32
- Malik, F. 2008: Strategie des Managements komplexer Systeme. 10. Auflage, Haupt Verlag
- Mertens, K. 2011: Photovoltaik – Lehrbuch zu Grundlagen, Technologie und Praxis. München: Carl Hanser Verlag.
- Quaschnig, V. 2010: Erneuerbare Energie und Klimaschutz. München: Carl Hanser Verlag
- Reiff-Stephan, J. 2009: Der Design-Prozess in der technischen Produktentwicklung: Last oder Chance? In: ZWF 104 / 11, S. 938-943
- Reiff-Stephan, J. 2011: Nachhaltige Produktentwicklung mit dem „Design-Factor“. In: SciConomy Frühjahr, S. 32-33
- Reiff-Stephan, J. 2012: Innovationskooperation im Spannungsfeld von „Design & Technik“. In: Linke, M.; Kranke, G.; Wölfel, C.; Krzywinski, J. (Hrsg.): Entwerfen-Entwickeln-Erleben: Technisches Design in Forschung, Lehre und Praxis. TUDPress, Dresden, S. 105-118
- Som, O.; Zanker, C.; Kirner, E. 2011: Innovation durch Kooperation - Wie nichtforschungssintensive Unternehmen im Wettbewerb bestehen können. In: Betriebspraxis & Arbeitsforschung 207, S. 34 – 43

Kontakt

Prof. Hon.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Reiff-Stephan	
Kunsthochschule Berlin-Weißensee	Technische Hochschule Wildau
Fachgebiet Produktdesign	Fachgebiet
Bühningstraße 20	Produktionsmanagement
13086 Berlin	Hochschulring 1
www.kh-berlin.de	15745 Wildau
	www.th-wildau.de

Universal Design – Möglichkeiten und Grenzen

Susanne Trabant, Linda Geißler und Stefan Schmidt

Produktentwicklungen im Sinne des Universal Design im Institut für Holztechnologie Dresden (IHD)

Das IHD ist ein weltweit agierendes privates Forschungsinstitut. Im Rahmen seiner Leistungen unterstützt es in industrienaher und anwendungsorientierter Forschungs- und Entwicklungstätigkeit die Holzwirtschaft und Möbeldindustrie bei ihren Innovationen. Die Entwicklung von Produkten, Werkstoffen und Technologien für die Holzverarbeitung und -bearbeitung sind unter anderem Teil des Leistungsangebotes. Als Dienstleistungen wird die Qualitätssicherung durch Produktüberwachung und sowie Grundlagenuntersuchungen in den traditionellen Bereichen Holzbiologie, -chemie und -physik angeboten.

Seit dem Sommer 2013 sind die Kompetenzen aus den Bereichen Möbel und Innenausbau in einem gleichnamigen Ressort gebündelt. Neben der Entwicklung und Durchführung von Prüf- und Bewertungsmethoden an Möbeln ist die Erforschung neuer Methoden in der Möbelentwicklung einer der Schwerpunkte des neuen Ressorts. Dabei steht insbesondere die benutzerorientierte Produktgestaltung und damit die Entwicklung benutzerfreundlicher Produkte im Vordergrund.

Das entwickelte Know-how wird dabei in gemeinsamen Projekten mit der Wirtschaft um- und eingesetzt. Dadurch entstehen benutzerfreundliche Produkte wie zum Beispiel die mit der Firma Göhler entwickelte Sitzgruppe ROTUMA (Abbildung 2), Funktionsstühle und ein dazu passender multifunktionaler Tisch für Pflegeheime, bei deren Entwicklung sich besonders stark am späteren Benutzer und seinen Anforderungen orientiert wurde (Trabant 2011a).



Abbildung 1: Funktionsstühle und Tisch der Serie ROTUMA, Fa. Göhler Sitzmöbel GmbH

Bei dem vom BMWi geförderten Projekt „Beherbergungseinrichtungen in Universal Design“ (Trabant 2011b) war es das Ziel, Zimmer für z. B. Kurheime so einzurichten und auszustatten, dass trotz der großen Vielfalt an Benutzern, möglichst alle ein Zimmer vorfinden, in dem sie sich schnell zurechtfinden, es intelligente Funktionen gibt und dass von allen gut benutzbar ist. Als Ergebnis wurde ein Musterzimmer Anfang Mai 2014 im Thermalbad Wiesenbad eingerichtet und vorgestellt.

Bei all diesen Projekten stand immer im Vordergrund, dass die entworfenen Möbel nah am Benutzer entwickelt werden. Da eine methodische Möbelentwicklung, die sich stark an den Anforderungen und Fähigkeiten der Benutzer orientiert, bisher so nicht zur Verfügung stand, war es das Ziel am IHD, verschiedene vorhandene Methoden zu kombinieren und auch neue Methoden zu entwickeln. Wie dabei vorgegangen wurde und wird, soll im Folgenden gezeigt werden.

Veränderung in der Gesellschaft, Veränderung der Produkte

In unserer alternden Gesellschaft rücken bereits seit einigen Jahren die Senioren immer stärker in den Fokus von innovativen und zukunftsorientierten Unternehmen. Sie stellen eine interessante Zielgruppe dar, denn sie verfügen über das nötige Geld, um es in Produkte, die ihren Bedürfnissen gerecht werden, zu investieren. Sie erwarten dafür aber, dass ihre Ansprüche erreicht oder gar überboten werden. Bei gesteigertem Bedürfnis nach Sicherheit und Komfort sind sie bereit, überdurchschnittlich viel zu zahlen.

Spezielle Produktentwicklungen für diese interessante Zielgruppe sind am derzeitigen Markt zumeist wenig erfolgreich. Der ältere Kunde fühlt sich eher vom iPhone angesprochen als von der für seine Zielgruppe entwickelten „altersgerechten“ Telefonlösung. Braucht es also keine Entwicklungen für ältere Benutzergruppen? „Entwirf für die Jungen, und du schließt die Alten aus. Entwirf für die Alten und du schließt die Jungen ein.“, sagte der britische Altersforscher Bernhard Issacs. Tatsächlich gibt es viele praktische Beispiele, die diese Aussage belegen. Sollten also nur noch Produkte für die Alten an den Markt gebracht werden? Es ist zu vermuten, dass die Jungen diesen Weg nicht mitgehen werden, da sie sich durch Produkte, die für die Zielgruppe der „Alten“ entstanden sind, nicht angesprochen fühlen.

Universal Design, ein Gestaltungskonzept

In der Mitte der 1980er Jahre machte der US-amerikanische Architekt Ronald L. Mace den Versuch, die Zielgruppe der „Alten“ und andere Zielgruppen zu vereinen. Er beschrieb ein Konzept bzw. eine Idee, mit der es gelingen sollte, Produkte so zu gestalten, dass sie von einer größtmöglichen Anzahl an Benutzern verwendet werden kann. Dieses Konzept bezeichnete er als Universal Design:

“Universal Design is the design of products and environments to be usable by all people, to the greatest extent possible, without the need for adaptation or specialized design.” (Mace, Story & Mueller 1998).

Universal Design bezeichnet damit die Gestaltung von Produkten, Umgebungen und Dienstleistungen, die von allen Menschen in größtmöglichem Umfang genutzt werden können, ohne dass es einer Anpassung oder eines speziellen Designs bedarf. Design bezieht dabei explizit sowohl die konstruktive als auch die äußerliche Gestaltung mit ein.

Dem Konzept des Universal Design liegen sieben Prinzipien zu Grunde. Neben einer gleichberechtigten Benutzung für jeden sollen Flexibilität im Gebrauch, einfache und intuitive Handhabung und Fehlertoleranz sichergestellt werden. Informationen sind dabei für jeden wahrnehmbar zu übermitteln und die Benutzung darf nur geringe körperliche Anstrengung erfordern. Für jeden Benutzer soll genug Raum für Zugang und Benutzung vorhanden sein (vgl. The Centre for Universal Design 1997).

Ist Universal Design geeignet, benutzerfreundliche Produkte zu schaffen die Jung und Alt gleichermaßen ansprechen?

Universal Design hat zum Ziel, Produkte an möglichst viele Menschen anzupassen und dadurch einen hohen Grad an Benutzerfreundlichkeit zu

schaffen. Benutzerfreundlich wird hierbei definiert als die Eigenschaft eines Produktes, die sicherstellt, dass die Benutzung unabhängig von interindividuellen Leistungsvoraussetzungen vom Benutzer als angenehm und leicht handhabbar empfunden wird. Daraus folgt zum einen, dass die Bewertung der Benutzerfreundlichkeit eine hohe subjektive Komponente hat, zum anderen, dass zur geeigneten Kategorisierung von Zielgruppen weitere Merkmale der Benutzer herangezogen werden müssen.

Aus dem Ansatz von Universal Design, sich an möglichst allen Menschen zu orientieren, resultiert die berechtigte Kritik, dass so entwickelte Produkte immer nur einen Kompromiss darstellen können, denn die Bedürfnisse und Fähigkeiten der Benutzer sind vielschichtig, komplex und oft auch gegensätzlich. Dies betrifft vor allem Anforderungen auf emotionaler Ebene, deren unterschiedliche Ausprägung insbesondere zwischen den Alterskohorten deutlicher ist, als zum Beispiel anthropometrische Unterschiede. Deshalb kann es kein Produkt geben, das den Anforderungen aller Benutzer in vollem Umfang gerecht werden kann. Lehr (2008) schreibt dazu: „Tatsache ist: Je gesünder und kompetenter ein Mensch ist, umso weniger beeinflusst die dinglich-sachliche Umwelt sein Verhalten weder im fördernden noch im hindernden Sinne. Aber: Je beeinträchtigt ein Mensch ist, umso mehr bestimmt diese dinglich-sachliche Umwelt sein Verhalten – sei es, dass sie im negativen Fall zu Kaufverzicht führt oder im positiven Fall zum Kauf ermuntert.“

Zielgruppe für Universal Design

Der aufgezeigte Konflikt führt bisher dazu, dass Menschen mit physiologischen und sinnesphysiologischen Kompetenzeinschränkungen die maßgebliche Zielgruppe für Universal Design sind. Die erzielten Ergebnisse werden aufgrund der oft äußerlichen, stigmatisierenden Wirkung der Produkte vor allem von jungen Benutzern abgelehnt.

Dabei ist aber für den Konsumenten die Benutzerfreundlichkeit ein entscheidender Faktor bei der Wahl dessen, was er kauft bzw. was er wieder kauft. Unter anderem konnte Ryu *et al.* (2007) durch einen Vergleich von first-impression und post-training ranking zeigen, dass die Benutzerfreundlichkeit die Entscheidungsfindung signifikant beeinflusst. Hat der Konsument die Möglichkeit, sich näher mit den Produkten und ihrer Benutzerfreundlichkeit zu befassen, so kann sich sein erster Eindruck, geprägt durch die äußere Gestaltung oder durch die längere Handhabung eines Produktes, deutlich ändern. Wenn die individuelle Kompetenz Einfluss darauf hat, wie benutzerfreundlich ein Produkt empfunden wird, dann ist eine genaue Auseinandersetzung mit den Kompetenzen des Benutzers notwendig.

Zielgruppenorientiert vs. Benutzerorientiert

Eine marktfähige Umsetzung und eine erfolgreiche zielgruppenorientierte Produktentwicklung erfordert es, dass die anvisierte Zielgruppe möglichst im Ganzen erreicht wird. Die Gefahr einer zielgruppenorientierten Produktentwicklung liegt dabei in der geringen Betrachtungstiefe der späteren Benutzer bzw. der Zielgruppe hinsichtlich ihrer Anforderungen.

In Zielgruppen werden Konsumenten zusammengefasst, die sich durch ein oder mehrere gemeinsame Merkmale auszeichnen. Einfach mess- und ermittelbar sind soziodemografische Merkmale wie Alter, Geschlecht, Einkommen, Beruf und Wohnort. Psychografische Merkmale, z. B. Werte, Vorlieben, ästhetisches Empfinden und Motive, sowie verhaltensbezogene Kriterien wie Kaufhäufigkeit, Preisklassenwahl und Markentreue, sind mit wesentlich mehr Aufwand über Markt- und Zielgruppenanalysen zu ermitteln (vgl. dazu Linxweiler 2004). Darüber hinaus unterscheiden sich Benutzer aber auch in anthropologischen Merkmalen sowie ihren sensorischen, motorischen und kognitiven Kompetenzen. Diese Merkmale gewinnen an Bedeutung vor dem Hintergrund, dass von den individuellen Kompetenzen maßgeblich die Art und Weise der Interaktion des Benutzers mit der dinglichen-sachlichen Umwelt abhängt. Erreichen den Benutzer aufgrund seiner veränderten sensorischen Kompetenzen Informationen, die für Verständnis und Benutzung des Produktes notwendig sind, nicht, so kann er mit dem Produkt schlechter oder gar nicht interagieren.

Zielgruppen haben zur Befriedigung von Marktbedürfnissen und zur gezielten Produktplatzierung natürlich weiterhin ihre Berechtigung. Es sollte aber bei der Produktentwicklung ein Wechsel von der zielgruppenorientierten hin zur benutzerorientierten Produktentwicklung erfolgen. Dabei werden die Betrachtungstiefe erhöht und die einzelnen Benutzer der Zielgruppe stärker analysiert. Es werden insbesondere jene Merkmale berücksichtigt, die bei der Definition der Zielgruppe noch keine Rolle gespielt haben. Das Ergebnis dieser benutzerorientierten Produktentwicklung sind dann Produkte, die eine höhere Benutzerfreundlichkeit aufweisen. Es stellt sich nun die Frage, wie diese Benutzerfreundlichkeit der Produkte, unter anderem auch durch Universal Design, erreicht werden kann.

Benutzerfreundlichkeit durch eine benutzerorientierte Produktentwicklung

Im Bereich des Interaktions-Design für Software, Hardware und webbasierte Anwendungen hat Alan Cooper in den 1990er Jahren begonnen, als Hilfsmittel in der Produktentwicklung sogenannte Personas zu entwickeln. Eine Persona bezeichnet Cooper als einen fiktiven Archetyp eines Benutzers (Cooper 2004). Cooper wendet die Personas für sein Arbeitsfeld „Software-

design“ an. Eine Anwendung auf alle Produktkategorien für das Industriedesign und die gesamte Produktentwicklung ist aber auch möglich (vgl. Bastian 2009). Es erscheint erfolgversprechend, mit diesem Hilfsmittel Benutzer konkret zu beschreiben und die Benutzerkompetenzen direkt in diese Beschreibung einfließen zu lassen.

Personas sind fiktive, spezifische und konkrete Archetypen realer Anwender und repräsentieren den Benutzer mit seinen Fähigkeiten, Wünschen, Motivationen und Zielen im gesamten Produktentwicklungsprozess. Sie helfen bei der Kommunikation und Konsensfindung innerhalb eines interdisziplinären Teams, indem sie eine Verständigungsbasis schaffen, auf der Entscheidungen zu argumentieren sind (vgl. Bastian 2009 & Linke *et al.* 2010).

Die Persona funktioniert zudem als eine Art Testperson. Da sie auf den Daten realer Benutzer basiert, können mit ihr Benutzungsweisen eines zukünftigen Produkts beschrieben aber auch Probleme in der Benutzung identifiziert werden, ohne dass dazu eine reale Person beobachtet oder befragt werden muss.

Natürlich ersetzen Personas die realen Benutzer nicht vollständig. Zum einen bildet die Beobachtung und Befragung von realen Personen die Grundlage für die Erstellung von Personas. Zum anderen sollten reale Benutzergruppenvertreter für abschließende Usability Tests herangezogen werden. Für alle Zwischenschritte können Personas die realen Benutzer aber hinreichend vertreten. Damit reduzieren sich Unsicherheiten und resultierende Iterationen in der Entwicklung. Die Erarbeitung von und die Arbeit mit Personas schafft eine Möglichkeit, „in den Schuhen des Benutzers zu gehen“ – durch die Brille des anderen zu sehen.

Zur hinreichenden Abbildung einer Zielgruppe müssen Untergruppen gebildet und mit je einer Persona hinterlegt werden. So kann ein größtmöglicher Querschnitt der Zielgruppe abgebildet werden. Um nun die Anforderungen einer Persona und damit einer beispielhaften Benutzergruppe erfassen zu können, war es notwendig, den Handlungsablauf mithilfe eines auf die Persona abgestimmten Benutzungsszenarios widerzuspiegeln. Einem Benutzungsszenario liegen Überlegungen zu den tatsächlichen Benutzungsläufen bezogen auf die Interaktion der Persona mit ihrer dinglich-sachlichen Umwelt zugrunde. Ein unspezifischer Handlungsablauf, der vorgesehene und vorhersehbare Benutzungsläufe widerspiegelt, wird auf die Anforderungen der Personas abgestimmt und angepasst. Im Ergebnis liegt für jede Persona ein spezifisches Benutzungsszenario vor.

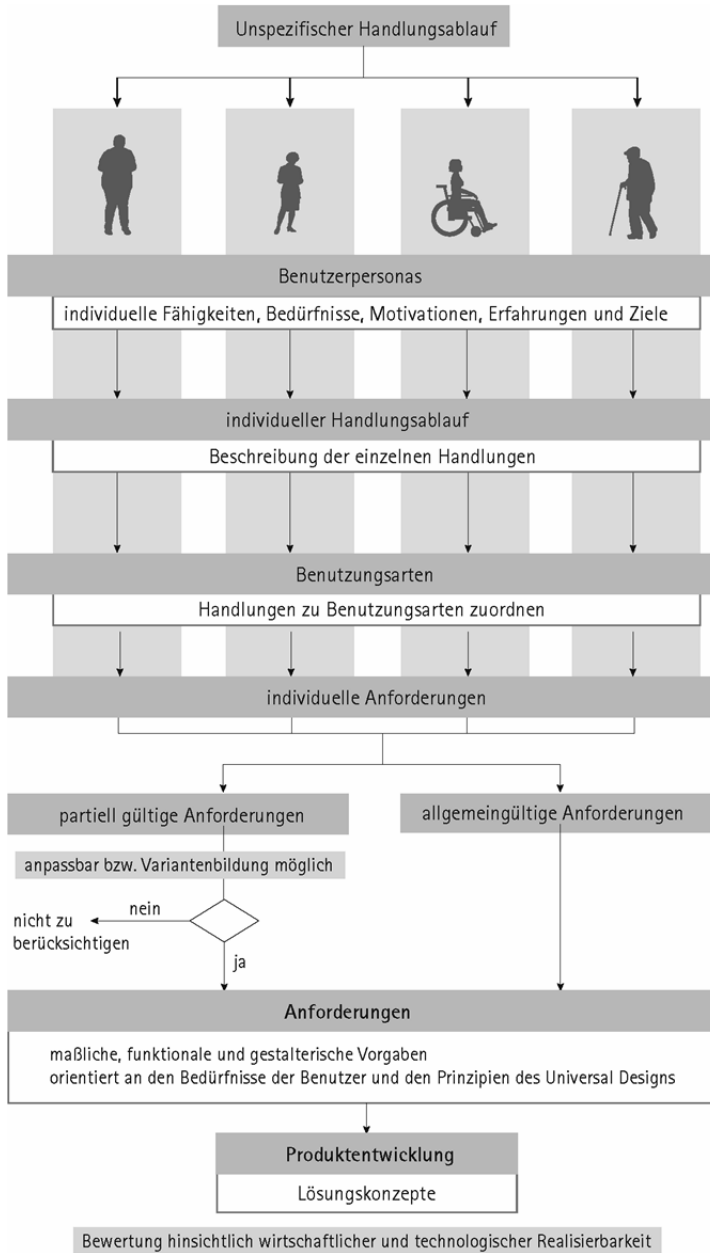


Abbildung 2: Ablaufschema Methode benutzerorientierte Produktentwicklung im IHD

Um aus diesem Benutzungsszenario Entwicklungskriterien ableiten zu können, war es notwendig, sich die Interaktion mit Einzelobjekten genauer anzusehen. Anlehnend an die Herangehensweise des Methods-Time Measurement aus der Arbeitsablauf-Zeitanalyse, hierbei werden notwendige Arbeitsbewegungen auf einfach Grundbewegungen zurückgeführt und können somit widerkehrend betrachtet und bewertet werden (vgl. REFA 1997), wurden am IHD sogenannten Benutzungsarten entwickelt und eingeführt. Diese sind dadurch gekennzeichnet, dass sie immer wiederkehrende Interaktionen zwischen Benutzer und Produkt/Umgebung beschreiben und klassifizieren. Jede dieser Benutzungsarten ist durch spezifische Benutzungsabläufe gekennzeichnet und ermöglicht dadurch eine generalisierte Einteilung von Interaktionen.

Erfasst man für jede erstellte Persona anhand des spezifischen Benutzungsszenarios mithilfe der Benutzungsarten die spezifischen Anforderungen, kann man auch komplexe Abläufe mit Anforderungskriterien für die benutzerorientierte Produktgestaltung beschreiben. Sich überschneidende Anforderungen können in allgemeingültige, für alle Personas bzw. Benutzer gültige Anforderungen überführt werden. Schließen sich bestimmte Anforderungen aus, so werden partiell gültige Anforderungen erstellt, die immer nur für einen Teil der Personas und entsprechend auch nur für einen Teil der Zielgruppe gelten und im Entwicklungsprozess entsprechend beachtet werden. Das Ergebnis ist also eine Produktentwicklung, die sich sehr stark an den Benutzern innerhalb der Zielgruppe orientiert, also benutzerorientiert ist, und damit die Chance erhöht, das zu entwickelnde Produkt benutzerfreundlich zu gestalten. Abbildung 1 zeigt das Beschriebene in einer schematischen Übersicht, so wie es am IHD in den bisherigen Produktentwicklungen umgesetzt wurde.

Universal Design – Grenzen und Notwendigkeit

Nicht für alle Konsumgüter bringt eine Beachtung von Universal Design einen Mehrwert. Insbesondere im Bereich von Produkten, die keine oder nur eine nachgestellte funktionale Komponente haben, ist die optische Gestaltung ein viel größerer Kaufanreiz als die Benutzerfreundlichkeit. Dazu zählen zum Beispiel sogenannte Lifestyle-Produkte, bei denen nicht mehr der Benutzer im Vordergrund steht, sondern deren Charakter als modisches Accessoire.

Neben den genannten Konsumgütern gibt es auch noch zwei weitere Konsumgütergruppen, bei denen zum einen Universal Design sinnvoll, zum anderen sogar zwingend notwendig ist. Bei der ersten Gruppe führt die Beachtung oder zumindest der Versuch der Einhaltung der oben genannten

sieben Prinzipien in jedem Fall zu einer Verbesserung der Benutzerfreundlichkeit.

Bei der zweiten Gruppe handelt es sich um Produkte, die eine uneingeschränkte Benutzbarkeit ohne Anpassung durch alle Menschen gewährleisten sollten. Eine Notfallsäule muss z. B. sofort von jedem als solche erkannt, in ihrer Funktionsweise verstanden und fehlerfrei bedient werden können. Auch in öffentlichen Bereichen müssen Produkte wie Bankautomaten, Sitze im Fernzug, öffentliche Toiletten, Fernseher in Hotelzimmern und Medizinprodukte auf eine Benutzerfreundlichkeit für alle ausgerichtet werden. Überall da, wo der Benutzer keine Auswahl treffen kann, ob er dieses oder ein anderes Produkt nutzen möchte, müssen Produkte für alle nutzbar gestaltet werden. Hierbei ist es das Ziel, dass das Produkt möglichst von allen Personen benutzbar ist, die eine Benutzung beabsichtigen.

Literaturverzeichnis

- Bastian, Linda 2009, Nutzerzentrierte Recherchemethoden im Industriedesign und deren Anwendung in einer Studie zu altersgerechten Assistenzsystemen. Diplomarbeit. TUD, Technische Universität Dresden, Dresden. Technisches Design.
- Cooper, A. 2004, The inmates are running the asylum. Indianapolis, IN: Sams.
- Lehr, Ursula Prof. Dr. Dr. h. c. 2008, Universal Design: eine Herausforderung in unserer Zeit zunehmender Langlebigkeit. Universal Design: A Challenge in an Age of Increasing Longevity. In: Silke Claus und Philipp Züllich (Hg.): Universal Design. Unsere Zukunft gestalten = Design our future. Berlin: Internationales Design Zentrum.
- Linke, Mario; Kranke, Günter; Wölfel, Christian; Krzywinski, Jens; Drechsel, Frank (Hg.) 2010, Design - Kosten und Nutzen. Technisches Design in Forschung, Lehre und Praxis. Dresden: TUDpress.
- Linxweiler, R. 2004, Marken-Design. Marken entwickeln, Markenstrategien erfolgreich umsetzen. 2. Aufl. Wiesbaden: Gabler.
- Mace, R. L.; Story, M. Follette; Mueller, J. 1998, The universal design file. Designing for people of all ages and abilities. Rev. ed. [North Carolina]: NC State University, Center for Universal Design.
- REFA 1997, Datenermittlung. München: Carl Hanser.
- Ryu, Young Sam; Babski-Reeves, K.; Smith-Jackson, T. L.; Nussbaum, M. A. 2007, Decision Models for Comparative Usability Evaluation of Mobile Phones Using the Mobile Phone Usability Questionnaire (MPUQ). In: JUS 3 (1), S. 24–39.
- The Centre for Universal Design 1997, The Universal Design File. The Principles of Universal Design and Their Application. Unter Mitarbeit von Mike Jones Ron Mace Jim Mueller Abir Mullick Bettye Rose Connell. Hg. v. The Center for Universal Design. NC State University.

- Trabant, Susanne (2009), Barrierefreie Möbel für die industrielle Fertigung. Unter Mitarbeit von Linda Bastian und Stefan Schmidt. Hg. v. Institut für Holztechnologie Dresden gemeinnützige GmbH IHD. Dresden; Förderkennz: MF090048; gefördert durch das BMWi - Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.
- Trabant, Susanne (2011a), Entwicklung von Tisch- und Sitzmöbeln nach den Prinzipien des Universal Design. Unter Mitarbeit von Linda Bastian und Toni Gauser. Hg. v. Institut für Holztechnologie Dresden gemeinnützige GmbH IHD. Dresden; Förderkennz: KF2178712WZO.
- Trabant, Susanne (2011b), Beherbergungseinrichtungen in Universal Design. Unter Mitarbeit von Linda Geißler, Toni Gauser und Stefan Schmidt. Hg. v. Institut für Holztechnologie Dresden gemeinnützige GmbH IHD. Dresden; Förderkennz: MF110083; gefördert durch das BMWi - Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.

Kontakt

Dipl.-Ing. Architektin Susanne Trabant
Dipl.-Ing. Linda Geißler
Dipl.-Ing. Stefan Schmidt
Institut für Holztechnologie Dresden gGmbH
Zellescher Weg 24
01217 Dresden
Tel.: +49 351 4662 365
<http://www.ihd-dresden.de>
susanne.trabandt@ihd-dresden.de
linda.geissler@ihd-dresden.de
stefan.schmidt@ihd-dresden.de

Wahrnehmungsgerechtigkeit als Gestaltungsaufgabe im Produktdesign

Thomas Gatzky

Einführung

Bei der Entwicklung eines Produkts steht die Schaffung einer geometrisch-materiellen Ganzheit eines Produkts im Mittelpunkt. Mehrere Ingenieurdisziplinen und das Industriedesign leisten dafür ihre fachspezifischen Beiträge. Je nach Profession und Perspektive kann mit einer geometrisch-materiellen Ganzheit eine Bauteilform, eine Baugruppengestalt oder eine komplexe Produktgestalt gemeint sein.

Das Hervorbringen einer geometrisch-materiellen Ganzheit eines Produkts vereint Ingenieure und Industriedesigner. Das Gemeinsame und Fachübergreifende manifestiert sich ganz konkret in Form- und Gestaltfindungsprozessen, die einen Großteil des Produktentwicklungsprozesses ausmachen.

Gestalten heißt Ordnen!

Erkennt der Ingenieur das Ziel ordnender Gestaltungsmaßnahmen im Rahmen von Form- und Gestaltfindungsprozessen, versteht er, wie gestalterische Ordnung erreicht werden kann, ist er offen für die Entscheidungen eines Produktdesigners. Selbst für das Formgestalten beim Konstruieren lassen sich Erkenntnisse und Gestaltungsempfehlungen ableiten, welche die Gestaltungsabsichten im Produktdesign unterstützen und diesen entgegen kommen. Deshalb ist das Erkennen des ästhetischen Gestaltungsproblems bei der Form- und Gestaltfindung die entscheidende Voraussetzung für eine kooperative und integrative Vorgehensweise von Ingenieuren und Industriedesignern bei der Entwicklung von Produkten.

Farb-, material- und oberflächenästhetische Gestaltungsaspekte sind unabdingbar für die Entwicklung eines Produktdesigns stehen sie doch immer im Zusammenhang mit Form- und Gestaltfindungsprozessen. Der Beitrag konzentriert sich bewusst auf die Kategorien Form und Gestalt, weil hier die meisten Bezüge zu den Ingenieurdisziplinen existieren und der Form- und

Gestaltwahrnehmung auch die größte Bedeutung für die Produktwahrnehmung beigemessen wird.

Struktur-Form-Gestalt

Entwerfen, Konstruieren und Gestalten sind Prozesse, in denen ein immaterieller Zustand zu einem geometrisch-materiellen Zustand über viele Entwicklungsschritte vorangetrieben wird. Ideenbeschreibungen, erste Skizzen, abstrakte Funktions- und Gebrauchsstrukturen beschreiben die zukünftigen Merkmale des Produkts, sind jedoch noch nicht sinnlich erfahrbar. Daraus entwickeln sich erste Form- und Gestaltkonzepte, die im Entwicklungsprozess immer vollständiger, ganzheitlicher und wahrnehmbar werden.

Die voranschreitende Form- und Gestaltfindung wird besonders durch technische, ergonomische und designerische Zielvorstellungen getrieben.

Das Entwickeln einer geometrisch-materiellen Ganzheit eines Produkts erfolgt in der Regel wie in Abbildung 1 dargestellt.

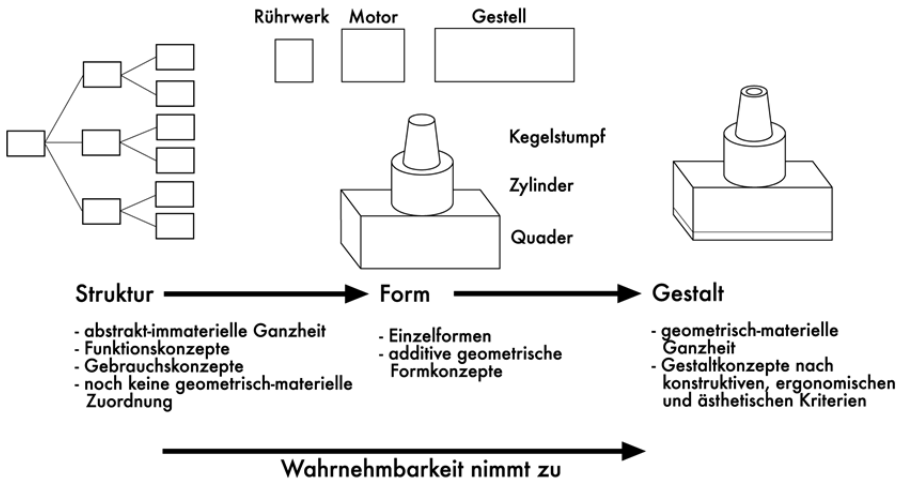


Abbildung 1: Übergang von der Struktur zur Gestalt (Gatzky 2013)

Der Übergang von der Immaterialität zur geometrisch-materiellen Beschreibung von Form und Gestalt ist auch ein Übergang von der immateriellen Abstraktion zur Wahrnehmbarkeit. Form- und Gestaltkonzepte werden ab jetzt sinnlich erfahrbar und unterliegen somit auch einer ästhetischen Analyse und Bewertung. Interessanterweise wird nicht nur die sich ständig weiterentwickelnde Produktgestalt sinnlich erfahrbar, sondern auch deren

Darstellung in Form von Entwurfsdarstellungen, Konstruktionszeichnungen und gegenständlichen Modellen. Visualisierungstechniken für die frühen Phasen einer Produktentwicklung zielen auf eine immer bessere Wahrnehmbarkeit von Entwurfsergebnissen ab.

Mensch-Produkt-Beziehungen oder das ästhetische Grundproblem

Im traditionell-klassischen Kunstbegriff bis zum 19. Jahrhundert wird Ästhetik (griechisch *ästhesis*: Wahrnehmung) häufig mit der Lehre von der Schönheit gleichgesetzt. Im Mittelpunkt ästhetischer Betrachtungen standen Werke der Malerei, Bildhauerei, Musik, Theater und der Literatur. Alltagsprodukte wurden traditionell nicht nach den Kriterien der klassischen Ästhetik bewertet. Reformbewegungen unterschiedlichster Art rückten jedoch das *normale Leben* zunehmend in den Fokus ästhetischer Betrachtungen. *Die neue Einheit von Kunst und Technik*, propagiert am *Bauhaus Dessau*, führte zu einer neuen Sicht auf industriell hergestellte Produkte.

Der Schönheitsbegriff wurde auf industriell hergestellte Produkte erweitert. Dazu bedurfte es eines neuen Ästhetikansatzes. Ästhetik wurde nun als Theorie und Philosophie der sinnlichen Wahrnehmung in Kunst, Design, Philosophie und Wissenschaft definiert.

Demnach entscheiden über den ästhetischen Wert eines Produkts nicht die Begriffe „schön“ und „hässlich“, sondern die Art und Weise der Sinnlichkeit und/oder Sinnhaftigkeit des Produkts. Damit verbunden sind alle Fragen der Produktwahrnehmung, insbesondere der Gestalterscheinung und aller Gebrauchshandlungen.

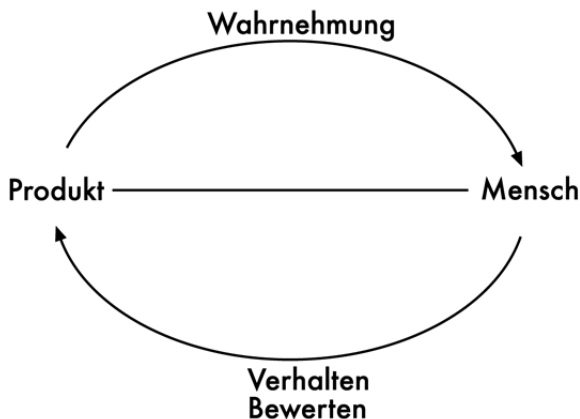


Abbildung 2: Mensch-Produkt-Beziehung als ästhetisches Grundproblem (Gatzky 2013)

Produkte werden mittels Sinnesorganen (Rezeptoren) erkannt. Das setzt auf der Produktseite *Wahrnehmungsreize* wie z. B. Formen, Farben, Materialien und Oberflächen voraus. Die Verarbeitung der Reize führt zu *Verhaltensreaktionen*, die der Mensch als Erlebnis, Handlung und Bewertung erfährt.

Wahrnehmung heißt aber auch, Inhalte und Bedeutungen zu erkennen.

Das Verhalten lässt sich als Reaktion des Menschen auf Wahrgenommenes beschreiben. Beobachten oder Betätigen sind wichtige Handlungen. Sie können auch als Erlebnis erfahren werden. Erlebnisse und Handlungen veranlassen den Nutzer zu Urteilen und Bewertungen. Zuwendung oder Ablehnung und verbale Urteile wie z. B. „gefällt mir“ oder „gefällt mir nicht“, schließen oft eine Mensch-Produkt-Beziehung ab.

Der Erfüllungsgrad einer Mensch-Produkt-Beziehung hängt immer vom Wechselverhältnis von Wahrnehmung und Verhalten ab. Es macht also Sinn, Wahrnehmungsgerechtigkeit als Gestaltungsziel zu postulieren. Dem Ziel der Wahrnehmungsgerechtigkeit zu entsprechen, bedeutet für den Designprozess, sich mit Wahrnehmungsreizen auseinander zu setzen. Als Beispiel sei hier das Finden einer Produktgestalt genannt, die nicht nur technischen, sondern auch ästhetischen Kriterien entsprechen soll. Wahrnehmungsgerechtes Gestalten heißt, Anforderungen zu berücksichtigen, die sich aus der Physiologie und der Psychologie des menschlichen Wahrnehmungsvorgangs und der individuellen bzw. der durch das jeweilige Umfeld beeinflussenden Erfahrungen des Einzelnen ergeben und die zur Gestaltung von Produkten hinsichtlich ihrer Gestalterscheinung eingesetzt werden.

Wahrnehmungsgerechtigkeit als Gestaltungsziel und -anforderung bedeutet, Produkte sinngerecht zu machen.

Wahrnehmung

Der Mensch verfügt über mehrere Wahrnehmungsmöglichkeiten.

Ca. 60–80 % aller Umweltreize werden visuell wahrgenommen. Das *Visuelle* spielt also für die Mensch-Produkt-Beziehungen eine übergeordnete Rolle und begründet auch die Dominanz visueller Gestaltungsaspekte im Industriedesign. Abbildung 2 zeigt dafür die grundlegenden Zusammenhänge.

Wahrnehmen heißt Sehen und Bewusstwerden.

Der Mensch in seiner Rolle als Betrachter erkennt das Produkt. Voraussetzungen dafür sind die Produktgestalt und deren Gestaltelemente. Sie werden im Sehprozess über das Auge als Projektionsbild angelegt. Daran schließt sich ein Bewusstwerdungsprozess an, der zu einem individuellen Wahrnehmungsbild führt.

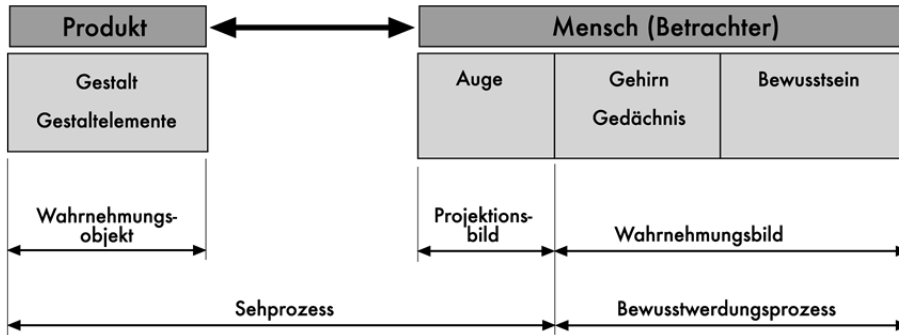


Abbildung 3: Mensch-Produkt-Beziehung-visuelle Wahrnehmung (Gatzky 2013)

Es sind also zwei Phasen der Wahrnehmung zu unterscheiden:

1. Phase: Die Entstehung eines Projektionsbildes ist ein objektiver, physikalisch-chemischer Prozess, der bei fast allen Menschen gleich entwickelt ist.
2. Phase: Die Entstehung eines Wahrnehmungsbildes ist ein subjektiver Vorgang, der von den individuellen Gedächtnisinhalten, Erfahrungen und Wertvorstellungen des Betrachters abhängt. Die Subjektivität des Betrachters wird durch einen soziokulturellen Rahmen mitbestimmt, der insbesondere Wertvorstellungen und Normen definiert.

Der Nutzer nimmt subjektiv wahr und verhält sich subjektiv.

Produktdesign ist Teil eines Produktentwicklungsprozesses, in dem oft die Schaffung von Massenprodukten im Mittelpunkt steht. Massenprodukte, welche die Bedürfnisse großer Käufer- bzw. Nutzergruppen erfüllen sollen. Große Käufer- und Nutzergruppen bestehen jedoch immer aus Individuen. Es stellt also eine besondere Herausforderung dar, Massenprodukte zu entwickeln, die Individualbedürfnisse erfüllen können. Dieser Umstand begründet die intensive Auseinandersetzung mit Nutzeranforderungen im Produktentwicklungsprozess!

Wahrnehmung, Verhalten und Gebrauch

Der Mensch gebraucht Produkte, um sein Leben zu organisieren und seine Bedürfnisse zu befriedigen. Es liegt auf der Hand, dass die Gestaltungsqualität der Produkte entscheidenden Einfluss auf Lebensqualität und Sinnhaftigkeit hat. Gebrauch bzw. Gebrauchsprozesse bestimmen die aktive Beziehung zwischen Mensch und Produkt. Im Produktdesign liegt somit ein besonderer Schwerpunkt der Entwurfs- und Gestaltungsarbeit darin, Ge-

brauchsprozesse eines zukünftigen Objekts gedanklich und materiell zu planen und modellhaft zu vergegenständlichen.

Der Gebrauchsprozess lässt die Beziehung von Wahrnehmung und Verhalten transparent werden. Das Objekt sendet Wahrnehmungsreize aus, die der Mensch empfängt und verarbeitet. Daran schließt sich eine Verhaltensreaktion an, manchmal als haptische Handlung (Bedienknopf betätigen) oder nur als unbewusste Gefühlsregung (Hinwendung), oft auch verbunden mit einer Bewertung (verbales Urteil).

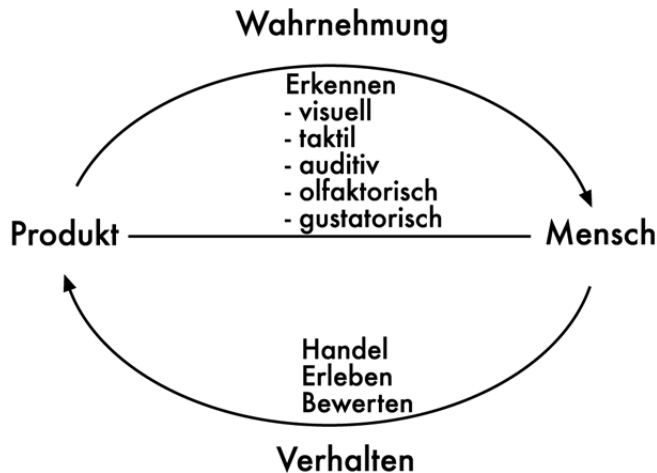


Abbildung 4: Allgemeiner Zusammenhang von Wahrnehmung, Verhalten und Gebrauch (Gatzky 2013)

Wahrnehmungsgerechtigkeit als Gestaltungsaufgabe

Die Gestaltungsaufgabe im Industriedesign kann als das Herstellen eines Zustands der Wahrnehmungsgerechtigkeit beschrieben werden.

Über das Entwerfen und modellhafte Vergegenständlichen werden immaterielle Vorstellungen (Ideen, Gedanken) über Zeichnungen und körperhafte Modelle sinnlich erlebbar gemacht. Damit lässt sich auch folgende Grundaussage für das Entwurfshandeln treffen.

Bei der Gestaltung von Produkten nach ästhetischen Kriterien geht es um das Wahrnehmen und Empfinden von Harmonie, Wohlgefühl und Anmut, aber auch um Kontraste und Spannungen. Der Nutzer erfährt im Gebrauchsprozess eine sinnliche Stimulanz, die er als individuelles Erlebnis wahrnimmt.

Die „Dimensionierung“ der sinnlichen Stimulanz ist ein entscheidendes Gestaltungsproblem. Es wird durch das Wechselverhältnis von Wahrnehmung und Verhalten bestimmt. Im Designprozess wird mit gestalterischen Maßnahmen das zukünftige Verhalten und Erleben beim Gebrauchen eines Produkts durch einen individuellen Nutzer entwickelt und simuliert.

Das Gebrauchsszenario

Es stellt sich nun die Frage, wie ein Gebrauchsprozess näher beschrieben werden kann. Was heißt es, ein Produkt zu gebrauchen? Ziel dieser Betrachtung soll sein, Gestaltungsfelder aufzuzeigen und Anforderungen zu analysieren, die eine Beurteilung des Erfüllungsgrades in Bezug auf Wahrnehmungsgerechtigkeit ermöglichen.

Am Beginn jedes Entwurfsprozesses stehen Fragen wie:

- Wie soll der künftige Nutzer mit dem Produkt umgehen?
- Welche Gestalt soll das zu entwerfende Produkt haben?
- Welche Handlungs- und Bedienabläufe sind richtig oder angemessen?

Diese und ähnliche Fragen führen zu Gestaltungsaufgaben, die das zukünftige Gebrauchsszenario bestimmen. Das Gebrauchsszenario wird durch die Gesamtheit handlungs- und gestaltästhetischer Anforderungen bestimmt.

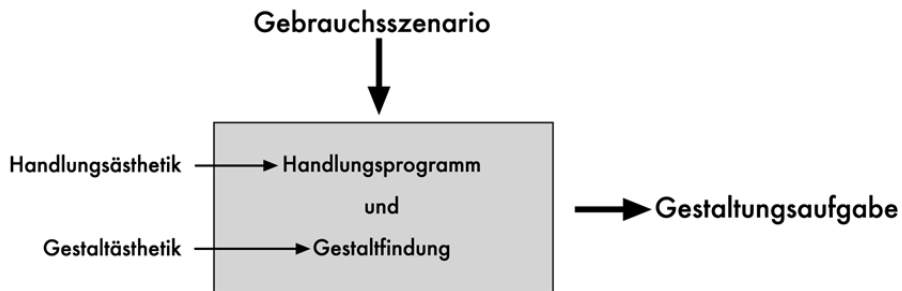


Abbildung 5: Gebrauchsszenario als Gestaltungsaufgabe (Gatzky 2013)

Handlungsästhetik

Betätigungs- und Benutzungsoperationen sind Teil der Produktwahrnehmung wobei das Betätigungsverhalten vom Nutzer erlebt und beurteilt wird. Oft entscheidet die Güte dieser Operationen über den Wert eines Produkts.

Handlungsästhetik ist die sinnliche und sinnhafte Komponente gebrauchsgerechter Gestaltung. Im Sinne einer wahrnehmungsgerechten Gestaltung

setzt sie sich mit der Führung, Einbeziehung und Entfaltung von Handlungssituationen gegenständlichen Handelns auseinander. Gestaltbare und bewertbare Kriterien sind insbesondere Handlungskompetenz und –kontrolle.

Wahrnehmungsgerechtes Design zeichnet sich durch folgende Prinzipien aus, die den Zusammenhang von Wahrnehmung und Verhalten widerspiegeln.

- Prinzip Einfachheit: Aufwand und Nutzen stehen im richtigen Verhältnis. Die richtige Angemessenheit gestalterischer Aufwendungen (Gestalterscheinung) in Beziehung zum Zweck, zum Gebrauchswert und zum Wert an sich stellt eines der wichtigsten Gütekriterien dar. Einfachheit wirkt ehrlich, authentisch, übersichtlich und geordnet. Kompliziertheit (oder eine Überladung) ist oft verwirrend, desorientierend und unangemessen.
- Prinzip Eindeutigkeit: Schnelles und eindeutiges Erkennen einer Gestaltungssituation führt zu kontrollierten und sicheren Handlungsoptionen.
- Prinzip Sichtbarkeit: Gut wahrnehmbare „Signale“ (Informationen) sind die Voraussetzung für sicheres Handeln. Zum Beispiel sollte eine Kaffeetasse einen ausreichend großen Henkel besitzen. Nicht nur, damit auch besonders große Finger hineinpassen, sondern vor allem aufgrund der Erkennbarkeit der Gebrauchsfunktion der Tasse. Das Fehlen dieser Signale kann zu Irritationen und Fehlhandlungen führen.
- Prinzip Feedback: Sowohl wichtige Handlungssignale als auch deren Rückmeldung müssen wahrnehmbar, am besten sichtbar sein. Rückmeldungen sollten unverzüglich nach der Handlung erscheinen. Bleiben sie aus oder kommen zu spät, weiß der Nutzer nicht, ob die Handlung richtig war und erfolgreich abgeschlossen wurde.
- Prinzip Mapping: Mapping bezeichnet die Sinnfälligkeit der Darstellung einer Funktionalität im Zusammenhang von Handlung und deren Ergebnis. Das Sichtbarmachen von Funktion, Handlung und realer Ausführung erleichtert dem Nutzer, Zusammenhänge zu erkennen. Analogien und Kompatibilitäten zu bekannten Erlebniswerten unterstützen den Nutzer bei Bedienhandlungen. Ein bekanntes Beispiel ist die Funktion „Papierkorb“ auf der Benutzungsoberfläche („Schreibtisch“) eines Rechners. Die Gestaltung orientiert sich an den Artefakten und der Organisation eines natürlichen Büros. Die Funktion „Entsorgen“ wird über das Bild eines Papierkorbs vermittelt. Das virtuelle Entsorgen, Hineinlegen und wieder Herausholen wird in Analogie zum Papierkorb

- aus der realen Welt realisiert. Obwohl Daten auf dem Computer anders entsorgt werden als normaler Müll, ist dem Nutzer der Gebrauchsprozess über einen bildlich dargestellten, aber virtuellen Papierkorb vertraut.
- In diesem Zusammenhang soll die enge Durchdringung ergonomischer und ästhetischer Gestaltungsaspekte im Produktdesign angedeutet werden.
 - Schürer verwies auf die Wechselseitigkeit von Ergonomie und Design.
 - „So gesehen ist die Ergonomie als eine Komponente des Designs aufzufassen und die Ästhetik wiederum als eine Komponente der Ergonomie. Jedoch ist diese Ästhetik nicht als assoziative, als Gefallensästhetik zu verstehen, sondern als eine auf den Handlungsablauf bezogene, handlungsleitende Ästhetik. Sie beeinflusst einerseits das Erleben eines Objektes, andererseits aber das Verhalten diesen Erscheinungen gegenüber und schließlich das auf sie bezogene bzw. damit durchzuführende Handeln. Erleben, Verhalten und Handeln sind menschliche Grunddispositionen. Ihnen kann nicht allein durch richtig ausgebildete Elemente zur Handlungsausführung, also hardwareergonomisch, entsprochen werden. Vielmehr werden sie wesentlich beeinflusst von der sinnfälligen, also softwareergonomischen Ausbildung handlungsleitender Elemente“ (Schürer 1988).
 - Die Entwurfsauseinandersetzung mit Gebrauchsprozessen bietet dabei auch eine Chance zur Überwindung der Trennung von Design und Ergonomie.

Gestaltästhetik

Wahrnehmungsgerechtes Gestalten zielt immer auf eine Gestaltfindung in ihrer Einheit von Form, Farbe, Material und Oberfläche ab. Der Form kommt, wie bereits eingangs festgestellt wurde, eine herausgehobene Bedeutung bezüglich der Produktwahrnehmung zu.

Das Entwickeln einer wahrnehmungsgerechten Form und Gestalt nimmt im Designprozess deshalb einen besonders großen Raum ein.

Im Folgenden sollen Grundlagen form- und gestaltästhetischer Zusammenhänge beschrieben werden, die das wahrnehmungsgerechte Gestalten und Bewerten unterstützen sollen.

Einführung in eine wahrnehmungsgerechte Form- und Gestaltlehre

Unter Form- und Gestaltlehre soll das Erkennen und Anwenden von objektiv wirkenden Kriterien verstanden werden, um Form und Gestalt zu bilden und sie nach entsprechenden Kriterien beurteilen zu können. In der Technik gelten mathematisch/geometrische Beschreibungen in der Regel aufgrund von technischen Anforderungen wie Belastung, Funktionserfüllung, Herstellung etc. Im Produktdesign handelt es sich um formal-ästhetische bzw. wahrnehmungsgerechte Beschreibungen aufgrund von ästhetischen Anforderungen.

Eine wahrnehmungsorientierte Form- und Gestaltlehre kann das Erkennen und die Gestaltung von Wirkungen auf den Menschen unter dem Aspekt der Art und Weise der Form- und Gestaltwahrnehmung unterstützen.

Grundlagen der Form- und Gestaltwahrnehmung

Die elementarste Art der Wahrnehmung ist die Figur-Grund-Beziehung.

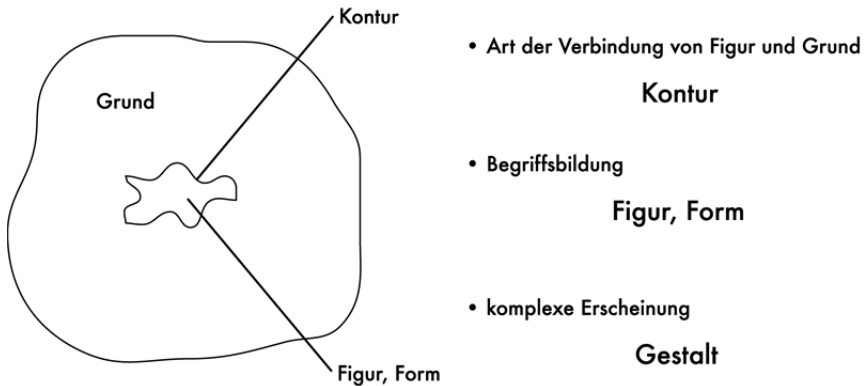


Abbildung 6: Figur-Grund-Beziehung (Gatzky 2013)

Die Kontur schließt sich zu einer Form und steht zur Umgebung oder zum Grund im Kontrast. Dadurch wird die Form wahrnehmbar. Der Verlauf der Kontur ist entscheidend für die Interpretation der Form und bestimmt den Formausdruck. Das folgende Beispiel steht stellvertretend für alle Kontrastphänomene.

Ein Kreis hat einen typischen Konturverlauf, ein Dreieck einen anderen. Der Betrachter ordnet diesen unterschiedlichen Verläufen entsprechende Begriffe (hier: Kreis und Dreieck) zu. Damit wird Form unterscheidbar und be-

schreibbar. Die Folge sind unterschiedliche Wahrnehmungseindrücke. Ein Kreis wirkt auf einen Betrachter anders als ein Dreieck. Hier liegen die Ansätze für ein gestalterisches Wissen, das im Gestaltungsprozess Anwendung findet.

Form und Gestalt

An dieser Stelle soll nun auch der Unterschied von Form und Gestalt thematisiert werden, da die Unterscheidung für das praktische Gestalten von Bedeutung ist, gestattet es doch Untersuchungen hinsichtlich der zu gestaltenden Wahrnehmungsergebnisse.

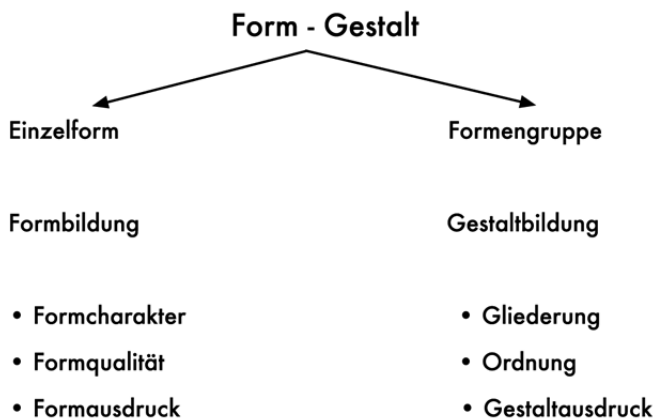


Abbildung 7: Begriffe zur Gestaltästhetik (Gatzky 2013)

Als Form wird eine in sich geschlossene Einzelercheinung verstanden. Die Kontur umschließt eine Flächenform, der Oberflächenverlauf beschreibt eine Raumform. Die Formbildung bzw. Formgestaltung bedeutet die Gestaltung von Kontur oder Oberfläche. Konturen- und Oberflächenverlauf bestimmen den Wahrnehmungseindruck.

- Bei der Flächenform ist der Konturenverlauf die Voraussetzung für die Wahrnehmung. Die Konturengeometrie bestimmt den Formausdruck.
- Bei der Raumform ist der Oberflächenverlauf die Voraussetzung für die Wahrnehmung. Die Oberflächengeometrie bestimmt den Formausdruck.

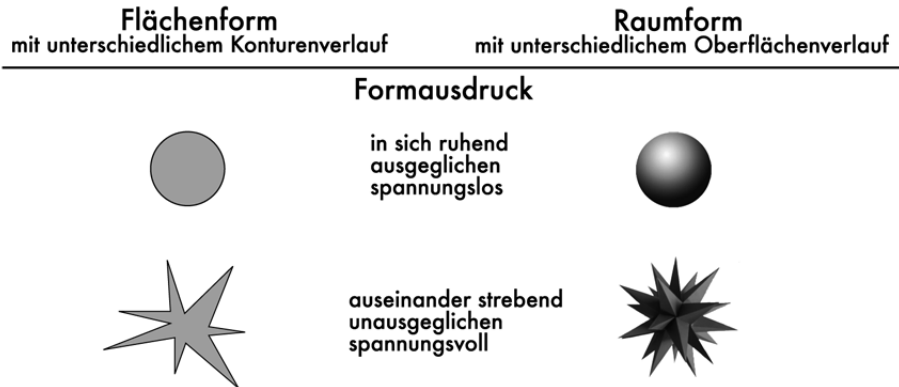


Abbildung 8: Beispiele für Flächen- und Raumformen und ihre unterschiedlichen Formausdrücke

Abbildung 8 zeigt beispielhaft den Zusammenhang von Konturen- und Oberflächenverlauf und deren Wirkungen auf einen Betrachter. Hier finden sich die Grundlagen für eine wahrnehmungsorientierte Formenlehre, die in Abschnitt 3.3 umfassender beschrieben wird.

Aus formgestalterischer Sicht wird unter einer Gestalt eine Formengruppe verstanden. Gestaltbildung beschreibt die Art und Weise der Zusammensetzung von Einzelformen zu einer Gestalt. Unterschiedliche Wahrnehmungseindrücke können durch Gestaltungsmöglichkeiten wie Gliederungs- und Ordnungsmaßnahmen bewusst beeinflusst werden.

Form und Gestalt in ihrer geometrisch-materiellen Ausprägung sind in Bezug zur Wahrnehmung die am stärksten wirkenden Elemente. Der Mensch bezieht aus der Form- und Gestaltwahrnehmung die intensivsten und umfassendsten Wahrnehmungseindrücke. Das ist auch der Grund für die besonders intensiven Gestaltungsauseinandersetzungen in Designprozessen.

An dieser Stelle muss auf die Komplexität einer Gestalterscheinung hingewiesen werden.

Eine Gestalt ist nicht nur eine geometrische Formengruppe, sondern die Gesamtheit der ästhetischen Elemente Form, Farbe, Material und Oberfläche sowie deren Ausprägung im Einzelnen, wie die Konstellation der Gestaltelemente zueinander. Der Gestaltaufbau beschreibt das Zusammenwirken aller gestaltästhetischen Elemente. Erst jetzt entsteht das, was als Gestalt oder Gestalterscheinung Voraussetzung für z. B. eine komplexe Produktwahrnehmung ist.

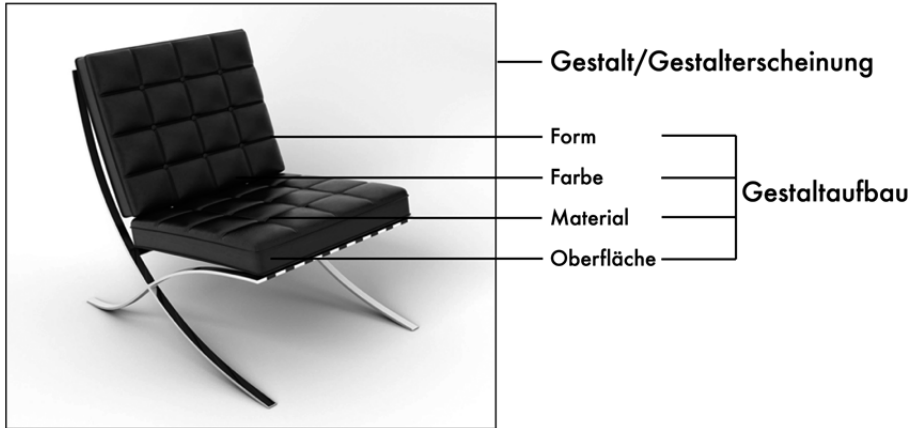


Abbildung 9: Gestaltaufbau (Produktbeispiel:
Barcelona-Sessel von Ludwig Mies van der Rohe, 1929)(Gatzky 2013)

Das Entwickeln einer Produktgestalt bedeutet die Auseinandersetzung mit einer zukünftigen Wahrnehmungssituation. Dem Maß an Kopplungsbeziehungen zwischen den ästhetischen Elementen, als Gestaltaufbau beschrieben, kommt eine große Bedeutung zu. Dieses Maß bestimmt entscheidend den gestalteten Wahrnehmungseindruck.

Der Gestaltaufbau resultiert aus

- der Art der eingesetzten Gestaltelemente
- deren mengenmäßiger Verteilung am Produkt und
- dem Verhältnis des Einzelnen zum Ganzen.

In Abhängigkeit der Verhältnisse am Produkt ergeben sich zwei Wahrnehmungseindrücke: der Eindruck von Ordnung oder der Eindruck von Komplexität. In Abbildung 10 wird der Eindruck von Ordnung und Komplexität am Beispiel von zwei Uhren gezeigt. Allein dieses Unterscheidungsmerkmal führt zu unterschiedlichen Wirkungen.

Ordnung heißt:

- geringe Anzahl von Gestaltelementen
- geringe Anzahl von Anordnungseigenschaften

Komplexität heißt:

- viele Gestaltelemente
- viele Anordnungseigenschaften



hohe Komplexität

Wirkung: kompliziert, funktional, modern



hohe Ordnung

schlicht, klassisch, zeitlos

Abbildung 10: Beispiel für unterschiedliche Gestaltaufbauten, die zu unterschiedlichen Wirkungen führen (Gatzky 2013)

Ordnung und Komplexität sind das Ergebnis bewusster Gestaltung mit dem Ziel, wahrnehmbare Wirkungen beim Benutzer zu erzielen.

- Wirkungen können z. B. sein:
- einfach – komplex
- übersichtlich – unübersichtlich bis chaotisch
- teuer – billig
- alt – neu
- interessant (Zuwendung) – uninteressant (Gleichgültigkeit)

Wie die Zustände Ordnung und Komplexität wirken, zeigt auch das Beispiel in Abbildung 11.

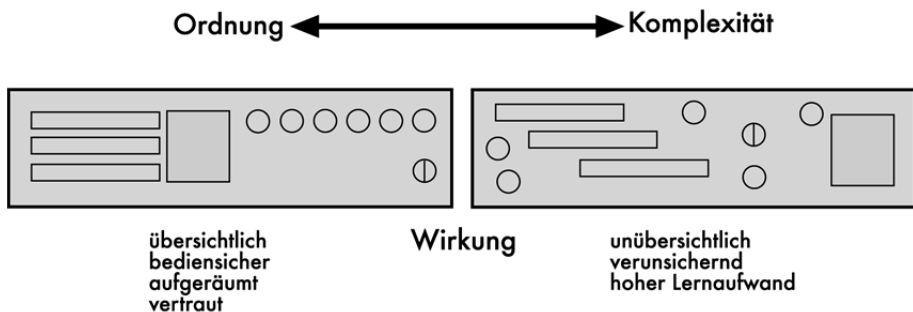


Abb.11: Unterschiedliche Zustände am Beispiel der Benutzeroberfläche eines Radios (Gatzky 2013)

Abbildung 12 zeigt ein aktuelles Beispiel für die Cockpitgestaltung eines Autos. Die Analyse berücksichtigt nur die Formgestaltung der Bedienelemente. Weitere Gestaltungsmerkmale bleiben unberücksichtigt.

oben:

- Gestaltungsmittel: Verwendung von gleichen und verwandten Formen
- Wirkung: hohes Ordnungsniveau wirkt aufgeräumt, bediensicher und vertraut

unten:

- Gestaltungsmittel: Verwendung unterschiedlichster Formen
- Wirkung: hohe Komplexität oder Formenchaos wirkt unübersichtlich, verunsichernd und irritierend



Abbildung 12: Beispiel für die Cockpitgestaltung eines Mittelklasseautos
(linkes Bild: Vorläufermodell, rechtes Bild: Modell Baujahr 2013)

Zusammenfassend lässt sich festhalten: Erst die bewusste Gestaltung erzielt die beabsichtigte Wirkung!

Abbildung 13 zeigt eine Grafik mit zwei Gestaltungen, die aus identischen Gestaltungselementen bestehen, sich jedoch in nur einer Anordnung unterscheiden. Dieser kleine (Gestaltungs-) Unterschied macht die unterschiedliche Wirkung aus.



Abbildung 13: Grafik mit zwei Gestaltungen aus identischen Gestaltungselementen
(Gatzky 2013)

Gestaltungsregeln

Die Beispiele belegen den Zusammenhang von Gestaltung und beim Nutzer hervorgerufene Wirkungen. Damit stellt sich auch die Frage nach anwendbaren Regeln, Empfehlungen, Kriterien und Beispielen für wahrnehmungsgerechtes Gestalten. Einen guten Überblick mit praxistauglichen Empfehlungen zum wahrnehmungsgerechten Gestalten gibt Jakoby (1993). Die Empfehlungen richten sich an Ingenieure und Designer.

Anders als in Mathematik, Physik und Technik führt die Anwendung von Regeln nicht zwangsläufig zu guten Ergebnissen, also gut gestalteten Produkten. Im Produktdesign kommt es immer wieder darauf an, die eintretenden Wirkungen an der Produktgestalt mit den beabsichtigten Zielen visuell zu prüfen und ggf. zu korrigieren. Die Gestaltungsregeln basieren auf den Eigenschaften des visuellen Wahrnehmungssystems. Sie stellen Gesetzmäßigkeiten dar, die von allen Menschen nahezu gleich empfunden werden und deshalb zu einer Objektivierung gestalterischen Handelns beitragen können. Im Prinzip gehen alle Regeln auf das Verhältnis von Ordnung und Komplexität zurück.

Nähere Beschreibungen und Beispiele sind bei Jakoby (1993) zu finden.

Methodischer Ansatz für eine wahrnehmungsgerechte Formenlehre

Methodischer Ansatz für eine wahrnehmungsorientierte Formenlehre ist die Annahme, dass das menschliche Formempfinden dominant durch die Wahrnehmung von Naturformen geprägt ist. Archetypische Naturformen begleiten den Menschen permanent, prägen seine geometrischen Formvorstellungen und verankern Interpretationen und Bedeutungen. Es liegt also nahe, sich dieser natürlichen Grundformen zu bedienen und sie auf „künstliche“, also vom Menschen geschaffene Formen zu übertragen.

Ziel ist die Gestaltung von Wirkungen auf den Menschen unter dem Aspekt der Art und Weise der Formwahrnehmung.

Entwicklungsgeschichtlich kann das Formempfinden aus der Naturwahrnehmung abgeleitet werden. Dabei ist festzustellen, dass Naturformen immer das Ergebnis von naturgesetzlichen Vorgängen sind. Die natürliche Formenvielfalt ist unendlich groß und orientiert sich nicht an menschlichen Maßstäben und Bedürfnissen. Anders verhält es sich bei den durch Menschen geschaffenen Formen. Diese Formgebungen spiegeln menschliche Bedürfnisse wider und orientieren sich an menschlichen Maßstäben.

Naturformen und durch den Menschen geschaffene Formen prägen die menschliche Wahrnehmungsumgebung. Deshalb können Naturformen auch

eine Basis für eine wahrnehmungsorientierte Formenmethodik bzw. -lehre sein.

Das menschliche Formempfinden wird durch den Konturenverlauf bei Flächen und den Oberflächenverlauf bei Körperformen bestimmt. Eine Methode zur Systematisierung der Formenvielfalt fragt nach der Richtung der Kontur oder Oberfläche als Unterscheidungs- und Ordnungsmerkmale.

Am Beispiel eines Kreises soll das Prinzip der Unterscheidbarkeit verdeutlicht werden.

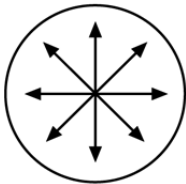


Abbildung 14: Formcharakter richtungslos (Gatzky 2013)

Der Kreis wird als Kreis wahrgenommen, weil seine Kontur keine Richtung aufweist. Zum Zweck der Typisierung wird sein Formcharakter als „richtungslos“ bezeichnet. Diesem Prinzip folgend, lassen sich aus der Natur abgeleitete Grundformen entwickeln.

Um 1970 schuf Zitzmann Ausbildungsgrundlagen für Formgestalter an der Hochschule für Industrielle Formgestaltung, Halle-Burg Giebichenstein. Die hier beschriebene methodische Systematisierung der Formen geht auf diese Arbeiten zurück (Zitzmann & Schulz 1990).

Formenmethodik - Formcharakter

Im Folgenden werden vier Formcharaktere aus Naturformen abgeleitet.

Ziel ist eine gestaltungsorientierte Methodik zur Unterscheidbarkeit von Formen nach Kriterien der Wahrnehmung. Mit dieser Methodik ist es möglich, Formen bezüglich ihrer visuellen Wirkung auf einen Nutzer hin zu analysieren und zielgerichtet für Gestaltungsaufgaben anzuwenden. Außerdem bietet diese Methodik die Möglichkeit, die oft zu beobachtende „Sprachlosigkeit“ bei der Analyse und Argumentation von und für Formen zu überwinden.

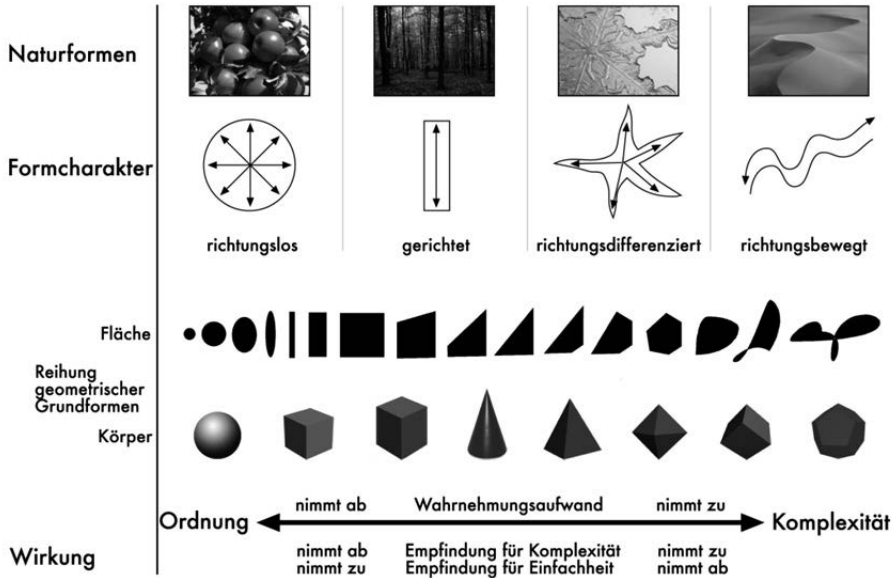


Abbildung 15: Formensystematik (Gatzky 2013)

Formensystematik

Als Ergebnis der Analyse von Naturformen und deren Vereinfachung auf einfache geometrische Grundformen lässt sich eine Systematik auf der Grundlage des unterschiedlichen Wahrnehmungsaufwands entwickeln.

Es wird davon ausgegangen, dass z. B. der Kreis schneller, sicherer und bestimmter wahrgenommen wird als ein Vieleck oder eine komplizierte bewegte Form. Aber nicht nur der Wahrnehmungsaufwand ist ein Unterscheidungs- bzw. Systematisierungsmerkmal, sondern auch die unterschiedliche Wirkung der Form auf den Betrachter. Ein Kreis wird als beruhigte, spannungsfreie Form empfunden, eine dreieckige Form als aggressiv und oft als sich bewegend.

Aus dieser Betrachtung lässt sich eine durch Wahrnehmungsaufwand und ausgelöste Empfindung differenzierte Formenreihe aufstellen, die für das praktische Gestalten von großer Bedeutung ist. Eine geplante, sich beim Betrachter einstellende Empfindung kann durch die Verwendung der dazu passenden Formen mit großer Wahrscheinlichkeit erreicht werden.

Formbildung-Qualität

Die Formensystematik gibt dem Gestalter wichtige Erkenntnisse für das Entwerfen von Wirkungen.

Ein weiterer Schritt zur Wahrnehmungsgerechtigkeit von Form liegt in der Betrachtung der folgenden drei Eigenschaften der ästhetischen Qualität:

- die Reinheit der Form,
- die Stetigkeit der Form sowie
- Übergangsformen und Details

Wird das Ziel der Wahrnehmungsgerechtigkeit angesetzt, können auch diese Eigenschaften mit Zielen verknüpft werden. Anzustreben sind eine hohe Reinheit, Stetigkeit und Formenschluss.

3.3.3.1 Reinheit der Form

Die in Abschnitt 3.3.1 beschriebenen Zusammenhänge und die in Abbildung 15 dargestellte Formenreihe werden jetzt auf Körperformen übertragen.

Eine Kugel unterscheidet sich z. B. von einem Tetraeder in Bezug auf Wahrnehmungsaufwand und hervorgerufene Wirkungen beim Betrachter.

Hohe Reinheit als Qualitätsmerkmal guter Formgestaltung hat eine geringe Anzahl an Arten- und Formelementen. Einfache geometrische Seitenformen, geringe Flächen- und geringe Kantenanzahl sind anzustrebende Gestaltungsmerkmale.

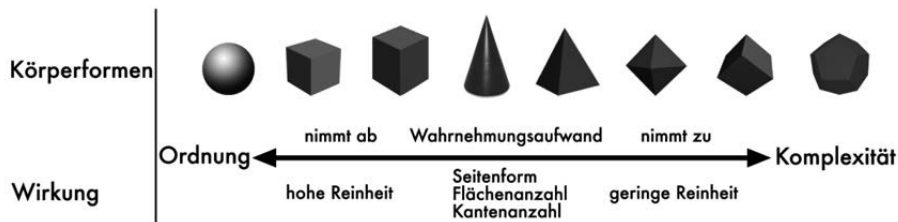


Abbildung 16: Unterscheidung von Körperformen nach dem Kriterium der Reinheit (Gatzky 2013)

3.3.3.2 Stetigkeit der Form

Die Stetigkeit der Form wird oft mit dem Eindruck von Harmonie verbunden, Unstetigkeit dementsprechend mit Disharmonie.

Wird also die „harmonische“ Form als Gestaltungsziel angesetzt, dann sind bestimmte Merkmale formgestalterisch umzusetzen.

- Stetigkeit des Verlaufs einer Kontur oder Oberfläche
- Stetigkeit der Richtung und
- Stetigkeit der Krümmung.

Stetigkeit des Verlaufs bedeutet, keine Sprünge und Knicke in der Form zuzulassen. Unstetigkeitsstellen stören den harmonischen Eindruck und können sich gestalterisch überordnen. Man könnte auch sagen, das Auge „verhakt“ sich an dieser Stelle. Allerdings sei bemerkt, dass Knicke oder Sprünge durchaus gezielt und gewollt sein können, wenn sie beispielsweise als Überordnung (besonderer Aufmerksamkeitsort) empfunden werden sollen.

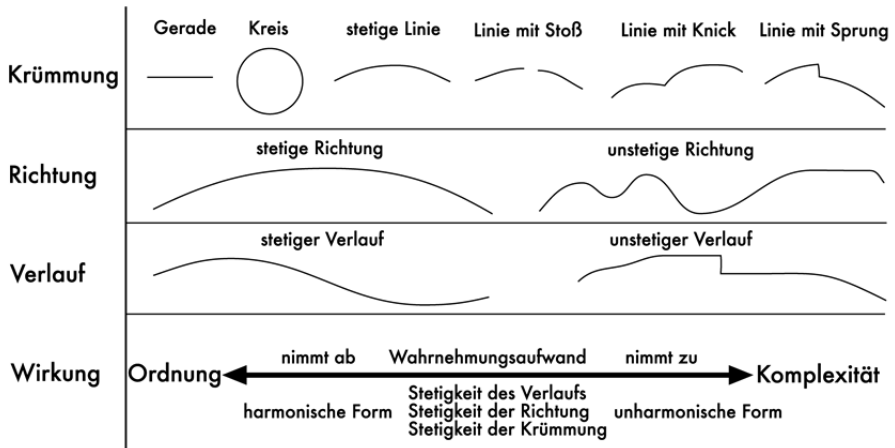


Abbildung 17: Unterscheidung nach den Kriterien der Qualität der Formbildung (Gatzky 2013)

Als drittes Merkmal der Stetigkeit übt die Krümmung einer Kontur oder Oberfläche Einfluss auf die Wahrnehmung aus. Je komplexer die Krümmungen sind, desto mehr „Störungen“ werden empfunden, umso unharmonischer kann die Form wirken.

Gestaltungsmethoden für wahrnehmungsgerechte Formgestaltung

Das Verhältnis von Ordnung und Komplexität bestimmt den Grad und die Ausprägung des Gestaltaufbaus. Es ist nicht möglich, feststehende Standards für dieses Verhältnis vorzugeben. Zu viele Faktoren nehmen Einfluss auf die Gestaltungstendenz. Gesellschaftliche und kulturelle Wertigkeiten,

Zeitgeist, individuelle Auffassungen, Marketingaspekte und gestalterische Qualifikationen prägen die Vorstellungen zu diesem Gestaltungsproblem.

Und dennoch lässt sich eine Gestaltungstendenz und Empfehlung für das Produktdesign ableiten. Mit der Industrialisierung und einhergehenden kulturtheoretischen Bewegungen und Veränderungen ist eindeutig eine Tendenz zu bewusst geordneten Gestalterscheinungen feststellbar. Attribute wie einfach, übersichtlich, verständlich und ehrlich haben sich im Design des 20. und 21. Jahrhunderts als Qualitätsmerkmale durchgesetzt.

Natürlich erfordert deren Umsetzung komplexes professionelles Gestalten. Aber auch der gestaltende Konstrukteur kann bei seinen Form- und Gestaltfindungsprozessen Einfluss auf eine wahrnehmungsgerechte Gestalterscheinung nehmen. Zwei Methoden eignen sich besonders gut, im Konstruktionsprozess umgesetzt zu werden.

Formenschluss und Formberuhigung

Formenschluss und Formberuhigung sind Methoden zur Steigerung der visuellen Ordnung.

Unter Formenschluss soll das Verbinden von Einzelformen zu einer weniger komplexen Formenerscheinung beschrieben werden. Werden die Kriterien der Wahrnehmungsgerechtigkeit als Maßstab angelegt, kann eine sehr komplexe Formenvielfalt unruhig, unausgeglichen, unausgewogen und überfordernd wirken. Die in Abbildung 27 dargestellte Funktionsgestalt steht als Beispiel für eine nicht wahrnehmungsgerechte Formgebung. Sie entsteht, wenn ausschließlich nach technisch-funktionellen Erfordernissen und ohne Berücksichtigung ästhetischer Überlegungen gestaltet wird.

Formgestaltung mit dem Ziel der Formenvereinfachung und -vereinheitlichung ist also ein Schritt in Richtung sinnreicher Form.

Prinzipiell sind zwei Wege möglich:

- Aufbau der Form aus gleichen oder verwandten Formen, die einzeln sichtbar sind und sich in einer offenen Gestalterscheinung zeigen. Es entsteht der Eindruck von Offenheit.
- Verdecken der Formenvielfalt durch eine „übergestülpte Hülle“ (Verkleidung, Gehäuse) Die Formenvielfalt wird verdeckt und die Hülle übernimmt die ästhetische Funktion der Gestalterscheinung. Es entsteht der Eindruck der Geschlossenheit.

Beide Methoden sind im praktischen Formgestalten üblich und werden als Formberuhigung bezeichnet.

In Abbildung 18 ist der Gestaltungsweg von einer Funktionsform zu einer wahrnehmungsgerechten Gestalt dargestellt.

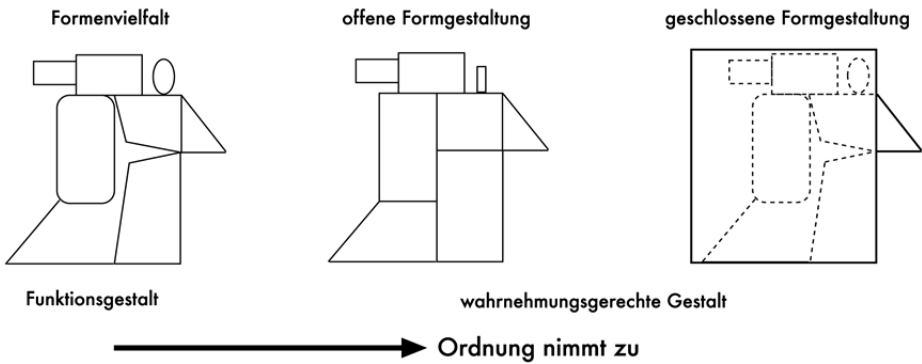


Abbildung 18: Zwei Methoden für Formberuhigung (Gatzky 2013)

Formberuhigung ist eine Gestaltungsmöglichkeit, zwischen Ordnung und Komplexität der wahrzunehmenden Form gestalterisch zu entscheiden. Das zu gestaltende Maß der Ordnung entscheidet über die beabsichtigten Wirkungen.

Als Gestaltungsorientierung und auch als Gütekriterium für Formgebung lässt sich eine Hinwendung zu geordneten Form- bzw. Gestalterscheinungen festmachen. Eine hohe Formenordnung bedeutet Wirkungen wie

- Übersichtlichkeit
- Durchschaubarkeit
- Sicherheit
- Vollkommenheit
- Gediegenheit
- hohe Qualität, hohe Wertigkeit sowie
- Langlebigkeit.

Die jeweilige individuelle und gesellschaftliche Bewertung vollzieht sich immer in einem soziokulturellen Rahmen. Bewertungsmaßstäbe und Wertvorstellungen sind deshalb zeit- und kulturabhängig. Hohe Ordnung = hohe Qualität = hochwertig = langlebig stehen beispielsweise für Gestaltungsauffassungen, die seit Ende des 19. Jahrhunderts bis heute als Maßstab etabliert sind.

Die Methoden von Formschluss und Formberuhigung werden im Produktdesign eindeutig favorisiert, wenn die Art des Produkts und deren Gebrauchsweise es zulassen. Möglich werden offene, verständliche, zu-

gängliche Gestalterscheinungen. Unter Berücksichtigung funktioneller und besonders sicherheitstechnischer Anforderungen ist eine Offenlegung des Konstruktions- und Gebrauchsprinzips anzustreben. Die Vielgestaltigkeit von Konstruktionsformen wird dann durch eine gezielte Formvereinfachung und –beruhigung reduziert, so dass ein Gefühl von Ordnung entstehen kann. Die Verwendung einfacher geometrischer Grundformen ist ein wichtiger Gestaltungsansatz.

Das Umhüllen einer Vielgestaltigkeit hat oft technische, insbesondere sicherheitstechnische Gründe, denn oft ist die Hülle auch ein Schutz gegen äußere und innere Gefahren. In diesem Sinne wirkt sie auch behütend. Die visuelle Wirkung beruht auf dem Prinzip des Zusammenziehens. Man sieht nicht mehr die Vielgestaltigkeit vieler Einzelformen, sondern nur noch die Gesamtgestalt.

Das hat etwas Beruhigendes, gleichzeitig aber auch etwas Unübersichtliches oder Geheimnisvolles. In jedem Fall wirkt eine Hülle ordnend, da die Form der Hülle die Vielgestaltigkeit stark reduziert werden kann. Beide Methoden werden im Produktdesign praktiziert. Mit beiden Methoden lassen sich Gestalterscheinungen ordnen bzw. in ihrer visuellen Komplexität reduzieren oder beruhigen. Diese Methode unterstützt auch die Suche nach Produktidentität über Formgestaltung.

Abbildung 19 zeigt beispielhaft beide Möglichkeiten. Ein Fahrrad hat in der Regel eine offene Formgestaltung. Die funktions- und gebrauchsbestimmenden Formelemente erzeugen über das Konstruktions- und Gestaltungsprinzip (Anordnung) eine offene wahrnehmbare Gestalterscheinung. Die Werkzeugmaschine ist durch ein Gehäuse geschlossen. Hier übernimmt die Gehäusegestaltung die ästhetische Funktion.

offene Formgestaltung



geschlossene Formgestaltung



Abbildung 19: Offene und geschlossene Formgestaltung-Produktbeispiele
Fahrrad und Werkzeugmaschine (Gatzky 2013)

Zusammenfassung

Form und Gestalt sind die zentralen Funktions- und Wahrnehmungsvoraussetzungen für die Umsetzung technischer und ästhetischer Produktanforderungen in der Produktentwicklung. Strebt der Ingenieur über die Form nach Funktionserfüllung, so schafft der Industriedesigner die sich vor allem in Gebrauchsprozessen vollziehenden Wahrnehmungsvoraussetzungen. Beide planen, visualisieren und materialisieren die geometrisch-materielle Ganzheit eines Produkts vor dem Hintergrund ihrer fachspezifischen Zielstellungen.

Das Entwickeln von sinnhaften und wahrnehmungsgerechten Gestaltungslösungen ist ein entscheidendes Anliegen im Produktdesign. Der Lösungsansatz für gestalterische Ergebnisse liegt im Gestalten des Wechselverhältnisses von Wahrnehmung und Verhalten. Wahrnehmen, Empfinden und Verhalten eines Nutzers oder einer Nutzergruppe können über die Produktgestalt gezielt beeinflusst werden.

Eine wahrnehmungsorientierte Formen- und Gestaltlehre zeigt Grundlagen und Zusammenhänge, zeigt aber auch die Richtungen, die gestalterisch einzuschlagen sind. Ordnung und Komplexität sind dabei zwei Gestaltungsrichtungen, um den Gestaltaufbau entsprechend der beabsichtigten Wirkungen gestalterisch unterschiedlich auszubilden. Damit ist jedoch das gesamte Repertoire gestalterischer Entscheidungsmöglichkeiten längst nicht ausgeschöpft. Der ausgebildete Industriedesigner setzt diese Möglichkeiten mit kompositorischem Wissen und durch seine in der gestalterischen Praxis erworbenen Fertigkeiten ein. Ein hohes Maß an Sensibilität für Form-, Farb-, Material- und Oberflächenästhetik bilden die individuellen Voraussetzungen für Professionalität.

Produktentwicklung ist ein interdisziplinärer Prozess. Um sämtliche Eigenschaften hervorzubringen, die heute von einem Qualitätsprodukt erwartet werden, bedarf es einer interdisziplinären und integrativen Leistung. Neue Produktentwicklungsmethoden, gemeinsam nutzbare Entwurfs-, Gestaltungs- und Konstruktionswerkzeuge und neue Organisationsformen fördern integratives Arbeiten.

Neue Ausbildungskonzepte, wie der Master-Studiengang Integrated Design Engineering an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg stellen sich dieser Herausforderung.

Literaturverzeichnis

- Jakoby, J.: Ein Beitrag zum wahrnehmungsgerechten Gestalten, Reihe Konstruktionstechnik, Shaker Verlag Aachen 1993.
- Zitzmann, L., Schulz, B.: Dokumente zur visuell-gestalterischen Grundlagenausbildung, Hochschule für Industrielle Formgestaltung, Halle-Burg Giebichenstein, 1990
- Gatzky, Th.: Vorlesungs- und Übungsmaterialien zu den Lehrveranstaltungen Industriedesign/Produktdesign und Entwurf für Ingenieurstudenten der Fakultät Maschinenbau an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, 2012
- Schürer, A.: Entwicklungstendenzen im Investitionsgüterdesign in Design aktuell1, Schriftenreihe des design center stuttgart, 1988

Kontakt

HD Dipl.-Designer, Dipl.-Ing. Thomas Gatzky
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Institut für Arbeitswissenschaft, Fabrikautomatisierung und Fabrikbetrieb (IAF)
Lehr- und Forschungsbereich Industriedesign
Universitätsplatz 2
39106 Magdeburg
www.iaf-bereiche-id.ovgu.de/