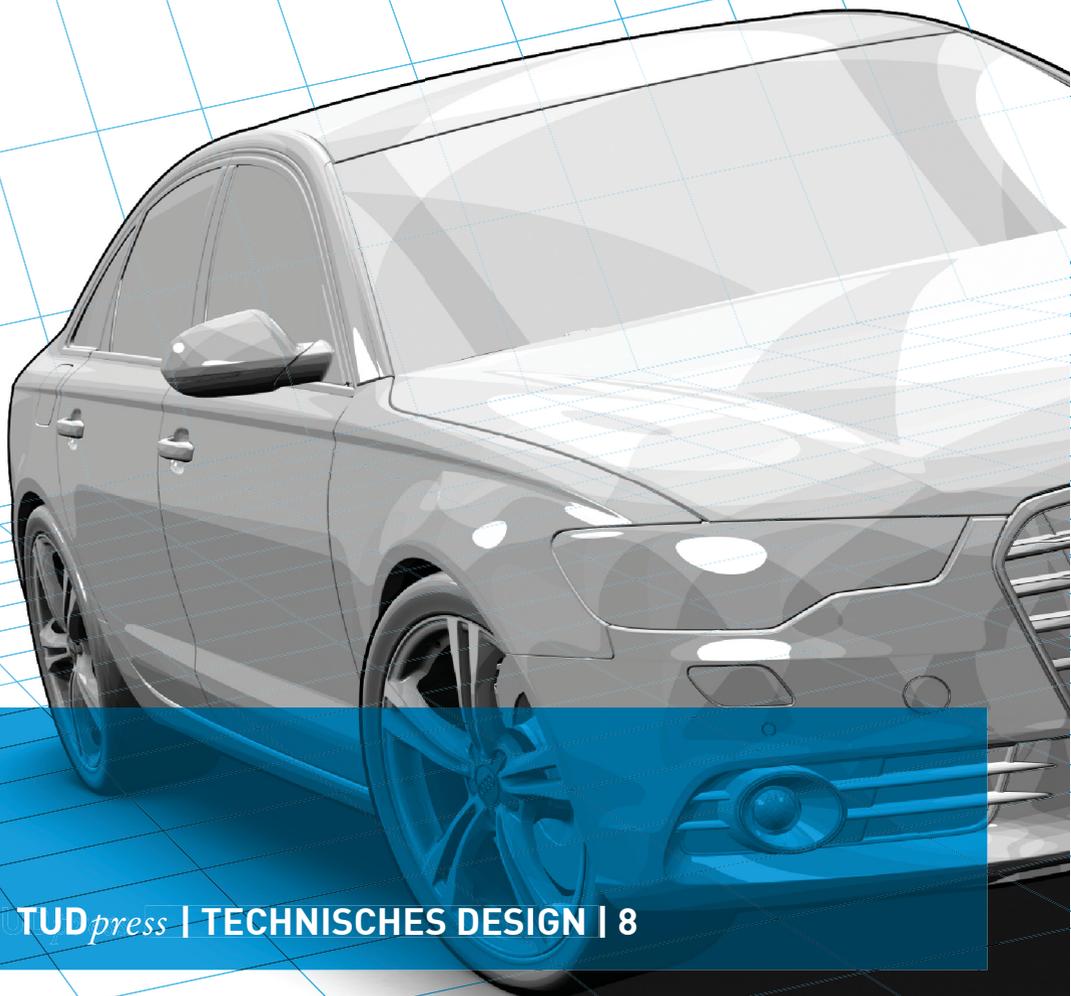


Mario Linke · Günter Kranke · Christian Wölfel · Jens Krzywinski (Hrsg.)

# **ENTWERFEN ENTWICKELN ERLEBEN**

Technisches Design in Forschung, Lehre und Praxis





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

**ENTWERFEN ENTWICKELN ERLEBEN**

Technisches Design in Forschung, Lehre und Praxis

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

## **TUD***press* | TECHNISCHES DESIGN

In der Reihe Technisches Design sind bisher erschienen:

— Johannes Uhlmann:

*Die Vorgehensplanung Designprozess (Nr. 1)*

— Norbert Hentsch et al. (Hrsg.):

*Industriedesign und Ingenieurwissenschaften (Nr. 2)*

— Norbert Hentsch et al. (Hrsg.):

*Innovation durch Design (Nr. 3)*

— Mario Linke et al. (Hrsg.):

*Design – Kosten und Nutzen (Nr. 4)*

— Jens Krzywinski:

*Das Designkonzept im Transportation Design (Nr. 5)*

— Jan-Henning Raff: *Lernende als Designer (Nr. 6)*

— Christian Wölfel: *Designwissen (Nr. 7)*

— Mario Linke et al. (Hrsg.):

*Entwerfen – Entwickeln – Erleben (Nr. 8)*

Weitere Informationen finden Sie unter  
*reihe.technischesdesign.org* und *tudpress.de*.

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

# **ENTWERFEN ENTWICKELN ERLEBEN**

Technisches Design in Forschung, Lehre und Praxis

Entwickeln – Entwerfen – Erleben.

Technisches Design in Forschung, Lehre und Praxis

Herausgeber: Mario Linke, Günter Kranke, Christian Wölfel, Jens Krzywinski

Reihe Technisches Design Nr. 8

[reihe.technischesdesign.org](http://reihe.technischesdesign.org)

Wir bedanken uns für die Unterstützung bei

ma design, Tedata, Continental, xPLM, B.I.M. Consulting und Reiss Büromöbel

**ma design**  
//ENGINEERING

**Continental** 

**B.I.M.**  
consulting

**TEDATA**

**xPLM**  
Solution

**REISS**

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 978-3-942710-75-6

© 2012 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: Sandra Olbrich/Technische Universität Dresden.

Umschlaggestaltung: TU Dresden, Illustration Audi A6 Limousine © 2012 Audi AG

Printed in Germany.

# Inhalt

- 9      Vorwort
- 11     Johannes Uhlmann  
      Erleben – Ein Grundbegriff für das Design
- 37     Claude Toussaint  
      User Experience messen und gezielt steuern –  
      Jeder will es, doch wer kann es?  
      Wir zeigen, wie es geht!
- 47     Jens Krzywinski & Christian Wölfel  
      Research Experience –  
      Forschung mit Design vom Labor bis zum Transfer
- 61     Gerhard Glatzel  
      Transdisziplinäre Produktentwicklung  
      am Beispiel eines elektrisch getriebenen  
      innerstädtischen Servicefahrzeugs
- 77     Christian Margolus Zavala & Sandra Hirsch  
      Interdisziplinäre Spannungen durch Unschärfe –  
      Herausforderungen für das Design
- 95     Anne Bergner & Ulrike Rogler  
      Do you speak Design? –  
      Designkommunikation in Unternehmen

- 105 Jörg Reiff-Stephan  
Innovationskooperation im Spannungsfeld  
von „Design + Technik“
- 119 Christoph Maurer, Anne Bergner & Franz Glatz  
Die Rolle des Managements in der frühen Phase  
der Produktentwicklung – neues Erfolgspotenzial
- 129 Frank Beier, Daniel Roth, Hansgeorg Binz & Thomas Maier  
Konstruktion trifft Design – Das Stuttgarter Modell
- 143 Henrik Schnegas  
Konstruktion vs. Design – Gemeinsame Strategien  
für sichere, zuverlässige und ästhetische Produkte?
- 157 Tibor Bercsey & Klaudia Nagy  
Applying inventive problem solving methods  
at the early stage of industrial product design
- 167 Christian Wölfel  
Erzähl mir was – Narrative Methoden  
in frühen Phasen interdisziplinärer Produktentwicklung
- 185 Alex Brezing, Anne-Katrin Kämpf & Jörg Feldhusen  
Die rechnergestützte Topologieoptimierung  
als Ansatz zur Unterstützung des Industrial Designs  
bei der Gestaltung struktureller Bauteile
- 201 Rainer Groh  
Noch jemand ohne Rückfahrkarte?  
Anmerkungen zu den gestalterischen  
Potentialen des Reverse Engineering

- 211 Eckart Uhlmann, Jörg Reiff-Stephan,  
Bernd Duchstein & Jan Mewis  
Technical Design Packaging  
im Werkzeugmaschinenbau durch Effizienz  
und Effektivität in der Produktentwicklung
- 231 Astrid Oehme  
Innovativität und das geschulte Auge des Designers
- 245 Heike Raap  
Wachsaames Torkeln –  
Von dem Arbeiten mit unscharfen Zielen  
und dem Erkennen des Funkelns am Wegesrand
- 259 Martin Fiedler, David Rost & Marco Zichner  
Think Basic – Think Big  
Oder: Warum es sich lohnt, Fragen zu stellen.
- 271 Susanne Nass, Christoph Weber, Sinja Röbig,  
André Stocker, Sönke Krebber & Johannes Mathias  
Förderung von Kompetenzen  
in mono- und interdisziplinären Teams  
bei der rechnerunterstützten Entwicklung  
ergonomie- und designorientierter Produkte
- 289 Sven Richter  
Agiles Entwerfen – Lektionen aus einem Experiment
- 301 Nils Ischdonat & Patrick Rollfink  
Konzepte einer ökologischen  
und flexiblen Flugzeugkabine  
sowie reale und künstliche Alterungseffekte  
an Kabinenbauteilen



# Vorwort

*Entwerfen – Entwickeln – Erleben.* Drei zentrale Begriffe aus dem Alltag der Produktentwicklung stehen als Motto über den Beiträgen dieses Buches und sind das verbindende Element zwischen den differenzierten Sichtweisen der einzelnen Autoren zu einem gemeinsamen Gegenstand: Dieser umspannt das weite Feld der Entwicklung und Gestaltung von Produkten von der ersten Idee bis zu deren Benutzung. Dabei ist für den Designer das Ziel allen Entwerfens und Entwickelns das positive Erleben des Produktes durch dessen Benutzer. Aber bereits beim Entwerfen, d. h. dem Schaffen von Neuem, bei dem Ideen generiert und Wege zur Umsetzung in ein Produkt gesucht werden und beim Entwickeln, dem Ausarbeiten, Erproben, Verändern und detaillierten Festlegung aller Produkteigenschaften, möchte der Designer vorwegnehmen, wie das künftige Produkt auf den Nutzer wirken wird. Doch der Designer tut das nicht allein. Die integrierte Produktentwicklung ist ein sehr komplexer Prozess, in dem viele verschiedene Fachdisziplinen eng zusammenarbeiten müssen, um am Markt erfolgreiche Produkte platzieren zu können. Zum Thema *Industriedesign in komplexen und interdisziplinären Entwicklungsprozessen* wird durch dieses Buch ein weiterer Baustein hinzugefügt.

Alle Beiträge dieses Buches sind im Zusammenhang mit dem 5. Symposium Technisches Design Dresden 2012 entstanden. Wie schon bei den vergangenen Symposien Technisches Design beschäftigen sich die einzelnen Beiträge sowohl mit Fragen der Designforschung, als auch der Lehre und Praxis des Designs. Als Besonderheit wurde das 5. Symposium Technisches Design gemeinsam mit dem 10. Gemeinsamen Kolloquium Konstruktionstechnik verbunden unter dem Dach der Konferenz »Entwerfen – Entwickeln – Erleben« in Kooperation mit den Staatlichen Kunstsammlungen Dresden im Residenzschloss Dresden veranstaltet.

Wir bedanken uns bei allen Autoren dieses Bandes der Reihe »Technisches Design« für Ihre Arbeit. Sie haben damit entscheidend zur inhaltlichen Ausgestaltung von Symposium und Buch beigetragen. Ebenso bedanken wir uns ganz herzlich bei allen Mitarbeitern und Helfern, die zum Gelingen der Veranstaltung und dem Entstehen dieses Buches beigetragen haben.

Mario Linke, Günter Kranke,  
Christian Wölfel und Jens Krzywinski

Dresden, im Juni 2012

# Erleben – Ein Grundbegriff für das Design

## 1 Einleitung, Zielstellung und Art der Darstellung

Seit ca. 2000 ist in der internationalen Fachliteratur zum Design zu bemerken, dass »Erleben« in der englischsprachigen Übersetzung von »experience« immer mehr in das Zentrum der wissenschaftlichen Beschäftigung mit dem Design gerät (vgl. Krzywinski 2011). Damit wird das Phänomen Design auf das Erleben als seine begriffliche Basis bezogen. Was Design ist, ergibt sich dann aus diesem Bezug. Es ist zu fragen, ob es sich bei der Wahl des Erlebensbegriffes als Grundlage für das Design um eine Zeiterscheinung im Mainstream der Nachpostmoderne zu Beginn des 21. Jahrhunderts handelt oder ob der Begriff tatsächlich geeignet ist, dem Fachgebiet eine im Sinne der Erkenntnistheorie gültige und empirisch überprüfbare begriffliche Grundlage geben zu können. In der noch jungen Geschichte des Designs als institutionalisierte Disziplin folgte die Wahl von Grundbegriffen, die zu Leitbegriffen wurden, den Regeln des Marktes in wiederkehrenden charakteristischen Zyklen, die von Jonas (1994) prägnant beschrieben worden sind.

Vom Autor selbst wurde erstmals 1986 der Vorschlag unterbreitet, Erleben als einen fundamentalen und zentralen *Grundbegriff* für das Design einzuführen, um eine verlässliche Grundlage für die Theorie und Praxis des Gebietes zur Verfügung zu haben (Uhlmann 1986). Im Beitrag wird in stark komprimierter Form auszugsweise und unvollständig über die Arbeit des Autors im Zusammenhang mit diesem Ziel berichtet.

Erleben und Erlebnis sind deutsche Worte mit einer bemerkenswerten Wort- und Begriffsgeschichte und in andere Sprachen nicht zu übersetzen, weshalb sie in ihrer Blütezeit ab dem vorletzten Jahrhundertwechsel in andere Sprachen als Lehnwort übernommen worden seien (vgl. Gadamer 1960/1991, Pongratz 1967). Am Ende des 19. Jahrhunderts hielten sie Einzug in die Wissenschaft und waren bis in die 30iger Jahre des vergangenen Jahrhunderts auf einigen Gebieten zentraler Gegenstand wissenschaftlicher Arbeit.

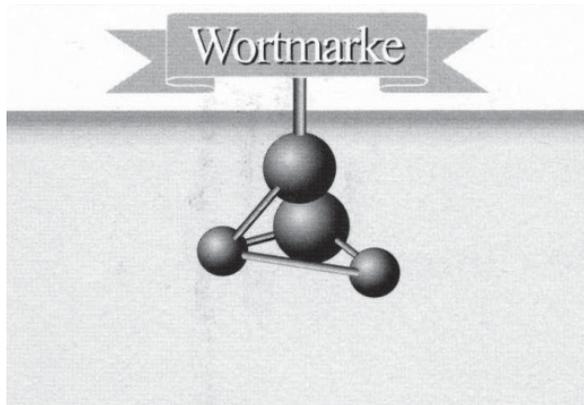
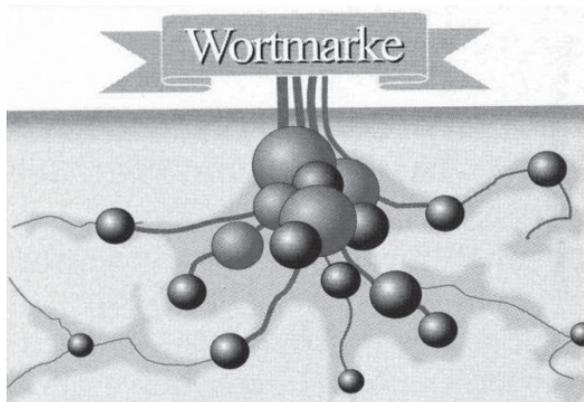


Abbildung 1:  
„Harter“ Sachbegriff  
(oben) und „weicher“  
umgangssprachlicher  
Alltagsbegriff (unten).  
Quelle: Bischof  
2008:37/38.



In der gegenwärtigen Alltagskultur und -sprache werden Erleben und Erlebnis zur Bezeichnung besonderer, zumeist lustbetonter Ereignisse, gebraucht, die aus dem Einerlei des Alltages herausreichen. Sie werden als Synonyme für Emotionen verwendet. Aus dem ursprünglichen *Sachbegriff* ist ein *Wertbegriff* geworden, indem sich der reine und harte Sachbegriff unter dem Einfluss des Zeitgeistes zu einem je nach Bedarf flexibel handhabbaren und der Vielfalt fähigen Begriffsamöbe gewandelt hat (vgl. Bischof 2008:38) (Abbildung 1).

Ähnlich bemerkenswert wie die Wort- und Begriffsgeschichte von Erleben ist der momentane Stellenwert des Begriffes in der Wissenschaft. Bringt man Erleben in Zusammenhang mit Wissenschaft, wird man zuerst an die Psychologie denken, die als »Wissenschaft vom Erleben und Verhalten des Menschen« definiert ist. Ein Fachaußenstehender wie der Autor würde erwarten, sich an Hand der aktuellen psychologischen Fachliteratur kundig machen zu können, doch wird er enttäuscht. Der Bedeutung des Begriffes, »...der doch immerhin ein Basisbegriff« der Disziplin ist, wird heute kaum Rechnung getragen, heißt es in einem Fachbeitrag zu dieser Thematik und weiter wird hierzu ausgeführt:

*»...faktisch beschäftigt sich die akademische Psychologie weder konzeptionell noch empirisch mit dem menschlichen Erleben. ... Weder im derzeit herrschenden grundlagentheoretischen Exkurs noch bei den gegenwärtig im Vordergrund stehenden Forschungsthemen und Fragestellungen spiegeln sich ein Verständnis für diese Problematik wider«*

*(Sichler 1998:68).*

Wer in der Gegenwart Interesse am Erlebensbegriff besitzt, sieht sich gezwungen, in die Zeit der Konjunktur des Begriffes vor die Mitte des 20. Jahrhunderts zurückzugehen. Das ist mühevoll, auch wenn man als Fachaußenstehender auf eine dritte bemerkenswerte Auffälligkeit stößt, welche die Situation aber kaum vereinfacht. Die wissenschaftliche Beschäftigung mit dem Erleben ist im Wesentlichen eine deutsche Angelegenheit gewesen. Ein Quellenüberblick wird durch dieses eingeschränkte Suchfeld dadurch aber kaum erleichtert, da es unübersichtlich bleibt. Mit der »Historischen Erlebenslandkarte« in Abbildung 3 soll ein Überblick erleichtert werden.

## Was aber ist ein Grundbegriff?

Beispiele für wissenschaftliche Grundbegriffe sind »Leben« in der Biologie oder »Raum«, »Zeit«, »Masse«, »Energie« in der Physik. Grundbegriffe sind nach dem »Satz vom zureichenden Grunde« und vom »Ausgeschlossenem Widerspruch« (Leibnitz 1714/1996):

- aus keinen anderen Begriffen ableitbar. Sie sind die Grundlage für ableitbare Begriffe und auf ihnen werden Wissenschaftsgebäude errichtet,
- bedürfen über die Gewissheitsannahme, dass es sich um einen Grundbegriff handelt, keines darüberhinausgehenden Beweises,
- unmittelbar einsichtig, ihr Verständnis ist nicht von wissenschaftlichen oder anderen Vorkenntnissen abhängig.

Grundbegriffe werden durch reines *Denken* auf der Basis des gesamten *Wissensbesitzes* (des Weltwissens) gewonnen. Weil das Gewinnen von Grundbegriffen (z. B. »Gott«) für jeden Verstand die gleiche ist, sind Grundbegriffe keine wissenschaftliche Aufgabe. Als Angebot einer gemeinsamen Verständnisgrundlage wird den weiteren Ausführungen das grundbegriffliche Verständnis von Erleben aus Autorensicht in einer Umschreibung vorausgeschickt, was anschließend durch das Beispiel »Maurerkelle« anschaulich illustriert werden soll:

*Erleben ist die zusammenfassende Bezeichnung für die ganz gewöhnlichen, alltäglichen, die bedeutsamen wie unbedeutsamen und zumeist privat bleibenden unvermittelten Bewusstseinsvorgänge, die sich unaufhörlich im Inneren unseres Kopfes, als ein ununterbrochener Strom von irgendwelchen Inhalten, ereignen.*

*Erleben ist die Welt, eingeschlossen dabei sich selbst, wie man sie im Inneren des eigenen Kopfes erfährt.*

*Erleben ist der umfassendste Ausdruck für alles, was wir in unserem Kopf verspüren.*

## 2 Die Maurerkelle – ein Beispiel für das Produkterleben

Das gewählte Beispiel zum Produkterleben mit Designrelevanz ist die »Maurerkelle« von Selle, die seinem 1997 veröffentlichten Buch »Siebensachen – ein Buch über das Design« entnommen worden ist.

*„Aus einer Zeit, in der ich gezwungen war, mein Geld als Hilfsarbeiter auf dem Bau zu verdienen, erinnere ich, daß es manchmal aus scheinbar nichtigem Anlaß Streit gab. Kaum hatte einer aus Versehen morgens oder nach der Pause das Werkzeug eines anderen ergriffen – eine Schaufel, eine Kelle –, flogen grobe Worte, sogar Fäuste. Der Grund wurde mir einsichtig, als ich begriff, was das bedeutet: eigenes Werkzeug. Ein Maurer braucht seine Kelle und keine andere. Die Handhabung eines Werkzeugs vom gleichen Typ und verwechselbarer, ja identischer Form ist keineswegs gleich. Von den unbewußten, emotionalen Besetzungen eines in der eigenen Hand im langen Gebrauch bewährten Instruments abgesehen, gibt es physische Merkmale des Unterschieds, die zu respektieren sind: der Schluß der Faust um den glattgearbeiteten Griff der Kelle, die unverwechselbare Kerbe am Holz, der harte Zementrest der Kröpfung. Und da ist der eigenartige Kantenschliff des Metalls, in unzähligen individuellen Gesten der Glättung von Mörtelschichten entstanden. Das Gewicht des schweren, feuchten Materials, das an die richtige Stelle geklatscht sein will, fordert ein fein austariertes Werkzeug, das zu einer einzigen zielsicheren Schleuderkippung aus dem Handgelenk taugt. Mit einer anderen Kelle – das ist, wie wenn Tennis-cracks mitten im Match ihre Schläger tauschen müßten. Ein Maurer weiß sofort, ob er eigenes oder fremdes Werkzeug in der Hand hat“.*

*(Selle 1997)*

## 3 Einordnung der Maurerkelle in die Psychologiedefinition

In Abbildung 2 ist dieses sehr schöne Beispiel von Selle zum Produkterleben in ein grafisches Schema der oben erwähnten Psychologiedefinition eingetragen, um eine Idee zur Beschreibung der beiden Begriffe »Erfolgreiches Design« und »Ich-Nähe« vs. »Ich-Ferne« in einer skizzenhaften Andeutung mitzuteilen. In der Zuordnung der Maurerkelle zum grafischen Schema der Psychologiedefinition wird sie wegen der Privatheit der Schilderung der rechten Seite zugewiesen.

Die beiden Basisbegriffe der Definition »Erleben« und »Verhalten« sind polare und komplementäre Begriffe in Extremausprägung. Übergeordnet ist »Bewusstsein«, welches das Unbewusste einschließt. Zwischen bewussten und unbewussten Prozessen bestehen Übergänge, wobei das Unbewusste Vorgänge erfasst, die zwar real existieren, aber nicht vom Bewusstsein begleitet sind (Städtler 2003: 1132f). Von Sigmund Freud (1856–1939) ist das Verhältnis zwischen dem Bewussten und Unbewusstem durch das Gleichnis von Reiter und Pferd verdeutlicht worden, die beide ihr Ziel nur gemeinsam erreichen können. Der Reiter repräsentiert dabei das bewusste *Ich*, das Pferd steht für das Unbewusste, worin das *Es* die Triebe und das *Über-Ich* die elterliche Erziehung und Einwirkungen der Sozialisation verkörpern (Pongratz 1967: 238).

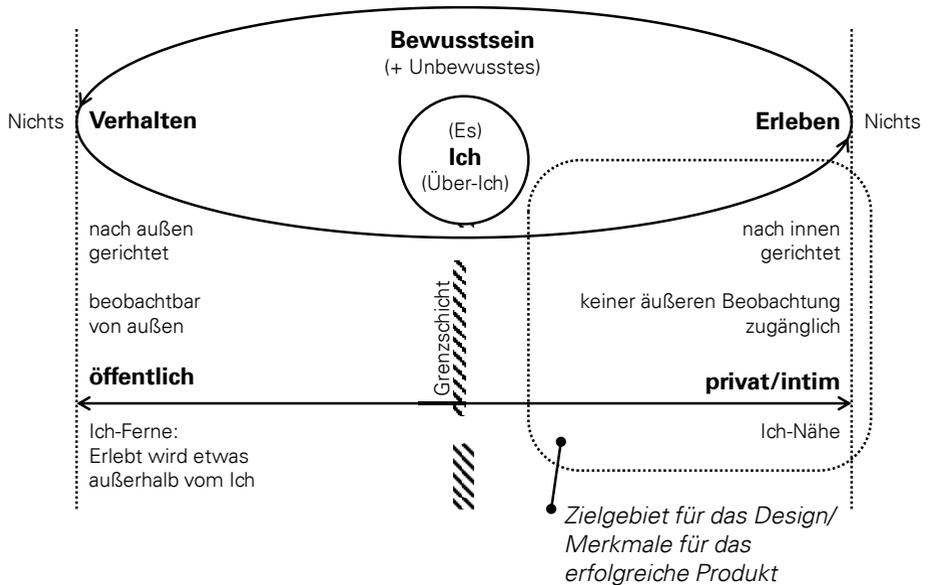


Abbildung 2: Einordnung der „Maurerkelle“ in die Psychologiedefinition

Im Zentrum des Bewusstseins zwischen dem polaren Gegensatzpaar befindet sich das *Ich* mit seinen integrierten Anteilen des »Über-*Ich*« und »Es« vom Unbewussten. Das *Ich* ist das Erlebens- und Verhaltenszentrum (Scharfetter 1991: 61) bzw. der Bewusstseinskern, auf den alles bezogen ist. Mit den beiden Bezeichnungen *Ich*-Nähe und *Ich*-Ferne soll die Distanz von Bewusstseinsinhalten zum Bewusstseinskern ausgedrückt werden. Beziehungen, wie sie in der Maurerkelle geschildert werden, können über den Begriff der *Intentionalität* für eine Erlebensanalyse aufgeschlossen werden. Intentionalität ist die Grundeigenschaft des Bewusstseins, immer auf etwas bezogen zu sein. Für das Bewusstsein ist es dabei völlig gleichgültig, ob es sich um ein äußeres oder inneres Objekt handelt (Brentano 1874).

Inhaltlich ist das intentionale Verhältnis zwischen Gerd Selle und seiner Maurerkelle differenziert und reichhaltig in der Vielfalt der Bezüge. Alle intentionalen Einzelereignisse, wie das intentionale Verhältnis insgesamt, besitzen für sein *Ich* eine hohe positive Bedeutung, woraus sich ihr Sinn für dieses *Ich* ergibt. Mit dem Ausdruck *Ich*-Nähe soll die Besonderheit intentionaler Ereignisse, im Beispiel mit positiven Vorzeichen, umschrieben werden können. Die *Ich*-Nähe wird als unmittelbares Betroffensein und mit einer Gewissheit erlebt, die sich nicht bezweifeln lässt.

In einer rein formalen Außenbetrachtung lassen sich aus der Maurerkelle 19 intentionale Ereignisse abzählen, die den Charakter einer unmittelbaren (pathischen) Betroffenheit besitzen. Man kann sich Gerd Selle gedanklich vor Beginn seiner Erwerbsarbeit auf der Baustelle vorstellen. In so einer Zeit wusste er natürlich, dass es Baustellen und Maurerkellen und vieles andere gibt, nur war er davon noch nicht persönlich betroffen. All das besaß den Status der *Ich*-Ferne. Es war ein „Erleben außerhalb von mir“. Die Anzahl vergleichbarer intentionaler Ereignisse zur Maurerkelle wäre Null. Könnte dieses Beispiel verallgemeinert werden, wäre größtmögliche *Ich*-Nähe das Kriterium für erfolgreiches Design und *Ich*-Nähe der kategorische Imperativ des Designs. Im Status der *Ich*-Nähe sind Gegenstände in die gesamte individuelle intentionale Beziehungsvielfalt eingeordnet, zu denen eine Person befähigt ist. Bei großer *Ich*-Nähe wird der

**Alltagsleben, Kunst, Literatur, Weltanschauung**

Religion

»Die Werke der großen Dichter« (Dilthey, Erismann)

- Die Mystiker des Mittelalters
- Erste Erlebnisberichte der Neuzeit: Rousseau 1794, Herder 1769
- Innerer Monolog Schnitzler 1900, Joyce 1914–21

Dichtung, Belletristik nach 1945. Noam Chomsky: »es ist durchaus möglich, überwältigend wahrscheinlich, könnte man vermuten, dass wir über das Leben und die Persönlichkeit von Menschen stets mehr aus Romanen lernen werden als von der wissenschaftlichen Psychologie«

1945

**Wissenschaftliche Beschäftigung mit dem Erleben**

Gegenständlich, nicht begrifflich vermitteltes Erleben: Kunst, Musik, Theaterwissenschaften

Religionswissenschaft, Religionspsychologie

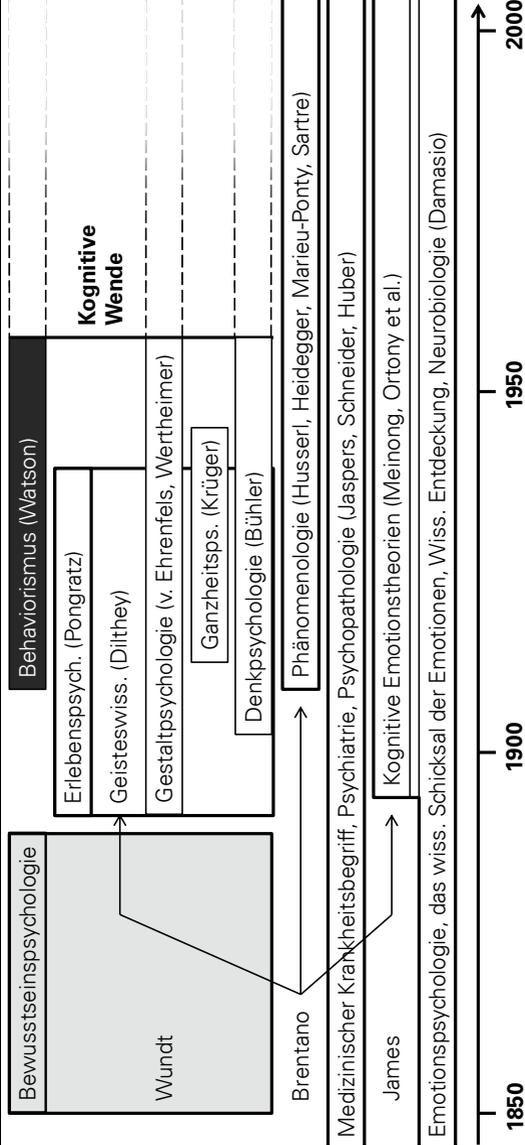


Abbildung 3:  
Historische  
Erlebens-  
landkarte,  
unvollständig  
und lückenhaft

Gegenstand essenzieller Bestandteil der Person. Die Zielstellung von *Ich*-Nähe im Design führt zur Persönlichkeit als Bezugsperson oder Bezugssystem für ein kundenorientiertes erlebenszentriertes Design.

#### **4 Historische Erlebenslandkarte (unvollständige, lückenhafte Darstellung)**

Ein Blick auf die Landkarte zeigt, dass Erleben nur einmal erscheint und zwar als »Erlebenspsychologie«. Unter diesem Namen sind vier Entwicklungsrichtungen der Psychologie zwischen 1890 und den 30iger Jahren des 20. Jahrhunderts zusammengefasst. Sie alle haben bedeutende Forschungsleistungen zum Erleben hervorgebracht, nur taucht in ihrer Gebietsbezeichnung Erleben gar nicht auf. Es kommt hinzu, dass die Bezeichnung »Erlebenspsychologie« historisch vermutlich auch gar nicht existiert hat, sie wurde von Pongratz (1967) zur Zusammenfassung verschiedener psychologischer Entwicklungsrichtungen verwendet.

Die Gebiete mit wissenschaftlicher Bedeutung für das Erleben sind auf der Karte weiß hinterlegt. Man erkennt, dass der Erlebenspsychologie nur eine begrenzte historische Dauer beschieden gewesen ist. In anderen Gebieten ist der Erlebensbegriff lebendig geblieben. Dazu gehören als solche *außerhalb* der Psychologie z.B. die »Phänomenologie« und die »Psychiatrie und Psychopathologie«. Innerpsychologisch sind es Konzepte in der Emotionspsychologie, welche die Emotionen in Verbindung mit dem Gesamtbewusstsein erforschen, z.B. die »Kognitiven Emotionstheorien«. Hierzu gehören auch Entwicklungen in den modernen Neurowissenschaften seit den 80iger Jahren des vergangenen Jahrhunderts als man feststellte, Emotionen und Gefühle wissenschaftlich vernachlässigt zu haben, so dass gelegentlich von einer »emotionalen Wende« gesprochen wurde (Dörner & Stäudel 1990, vgl. Städtler 2003). In den Neurowissenschaften ist dieses Interesse durch die Möglichkeiten der modernen bildgebenden Verfahren bedingt und seither ist die Anzahl populärwissenschaftlicher Veröffentlichungen zu dieser Thematik, speziell zum Zusammenhang zwischen den Gefühlen und dem Gehirn, unaufhörlich gewachsen. Zu den Bestseller – Autoren gehört der amerikanische

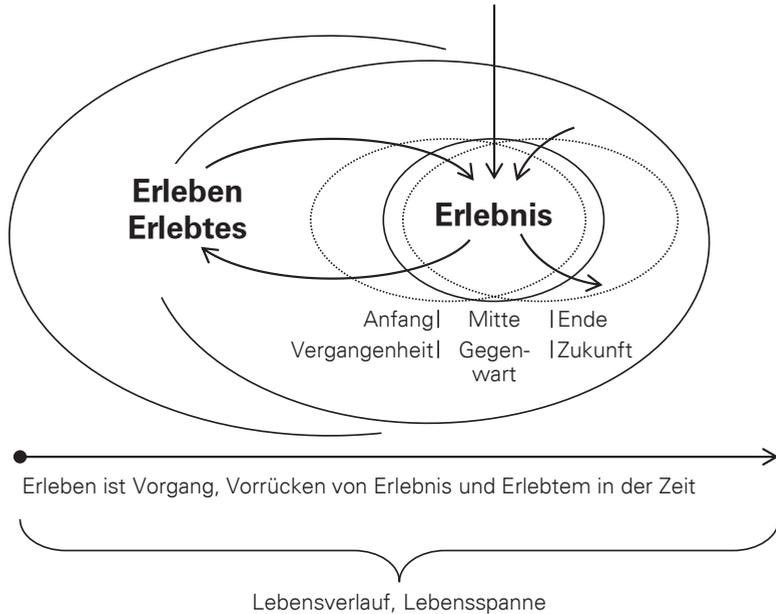


Abbildung 4: Theoriekonzept von Dilthey, vereinfachte Darstellung

Neurologe und Neurobiologe Antonio R. Damasio (2004, 2007), dessen Bücher eine neurobiologische Theorie des Erlebens beinhalten, allerdings unter der oberbegrifflichen Verwendung der Emotionen und Gefühle: hier ist Erleben drin, steht aber nicht drauf! Wer die klassische Erlebensliteratur etwas kennt, ist erstaunt, herausgelöst aus dem wissenschaftlichen Mainstream der Gegenwart nichts wirklich Neues zu finden. Alle diese Entwicklungen, wovon die genannten und auf der Karte topografierten nur einen Ausschnitt darstellen, haben wie die Erlebenspsychologie ihren Anfang alle um 1890 genommen (Abbildung 3).

Der Begriff Erleben besaß in den Lehren vom Erleben vor der Mitte des vergangenen Jahrhunderts die Bedeutungen eines singulären nicht austauschbaren Grundbegriffes, um das Leben, die Welt, die

Menschen eingeschlossen sich selbst verstehen zu können. Man sieht also auf der Landkarte: „*nicht überall, wo Erleben drin ist, steht Erleben drauf*“ und es ist zu ergänzen, „*nicht überall, wo Erleben draufsteht, ist Erleben drin*“. Letzteres trifft vor allem auf den alltags-sprachlichen Gebrauch von Erleben und seine Verwendung in der Alltagskultur der Gegenwart zu, wie andeutungsweise zu zeigen versucht worden ist.

Trotz unterschiedlicher Gebiete existiert (in der fraglichen Zeit) ein gemeinsames Grundverständnis zu den Phänomenen von Bewusstsein und Erleben. Bewusstsein wird verstanden als die zusammenfassende Bezeichnung für Empfinden, Wahrnehmen, Vorstellen, Denken, Gedächtnis, Gefühle, Motive usw. eingeschlossen dabei Körpervorgänge, deren man im Inneren des Kopfes wahrhaftig werden kann. Erleben bezeichnet den Sachverhalt, dass man dieser Gesamtheit nur teilhaftig wird in der Selbstbetrachtung, weil sie im vollen Umfang nur dem individuellen Menschen, der dieses Bewusstsein besitzt, zugänglich sind. Das *einende Prinzip*, woran man erkennen kann, dass Erleben »drin« ist, obwohl etwas anderes »draufsteht«, ist *Ganzheit*. In der Psychologie war er Begriff Ganzheit gemeinsam mit dem Begriff Gestalt um 1900 neu aufgetreten und beide Begriffe wurden teilweise synonym gebraucht (Pongratz 1967):

*Ganzheit, Umfang des Bewusstseinsbegriffes, indem er alle menschliche Bewusstseinsvermögen, eingeschlossen das Unbewusste und Körpervorgänge, beinhaltet und das Erleben den Charakter des unmittelbaren, nicht begrifflich vermittelten Betroffensein besitzt, mithin also nur der erlebenden Person selbst zugänglich ist, sind die wichtigsten phänomenalen Merkmale des gemeinsamen Grundverständnisses zum Erlebensbegriff.*

Der erste, der Erleben und Erlebnis eine begriffliche Bedeutung verschaffte, war Wilhelm Dilthey. Von ihm stammt eine prägnante Kurzdefinition aus dem Jahre 1890. Dilthey definierte: „*Erleben als das Für-mich-Dasein von Bewusstsein*“ (Dilthey 1883/1982, zit. nach Riedel 1978: 72). Die Bedeutung von Dilthey besteht darin, für eine wissenschaftlich begründbare Erlebenslehre ein umfassendes Theoriekonzept erarbeitet zu haben (siehe Uhlmann 2011). In einer schematisch vereinfachten Form lässt es sich wie auf Abbildung 4 darstellen.

Erleben ist nach Dilthey ein Vorgang und kein statisch fassbares Ereignis (stetig dahinfließender Erlebensstrom, »Bewusstseinsstrom«), seine Daseinsform ist die Zeit in den beiden Kategorien Zeitlichkeit und Geschichtlichkeit. Der Vorgang des Erlebens ist keiner Online-Betrachtung zugänglich, auch beim einzelnen Erlebnis nur retrospektiv. Die Zeitlichkeit beschreibt die Dauer des einzelnen Erlebnisses und der Lebensspanne, den (Er)Lebensverlauf der historischen geschichtlichen Menschen. Zeitlichkeit wird zur Geschichtlichkeit, woraus Geschichte entsteht, durch die generationsübergreifende Zusammenfassung der Wirkung des geschichtlichen Menschen in seiner Zeit. In den beiden Kategorien wird Erleben als Grundbegriff verwendet, der die *Erlebensfähigkeit* des Menschen als Gattungseigenschaft beinhaltet. Erleben ist damit ein Vorrücken dieses »Daseins des Bewusstseins für mich« in der Zeit. Die Einheit des Erlebens ist das *Erlebnis*, das sich zu größeren Erlebnis- oder Erlebenseinheiten im Lebensverlauf verbindet. Das Erlebnis besitzt in sich selbst wie das Erleben eine Zeitstruktur aus *Anfang – Mitte – Ende* oder *Vergangenheit – Gegenwart – Zukunft*. Im Erlebnis ist das Künftige antizipiert und das vergangene Erleben als *Erlebtes* in der Einheit von Ergebnis und Prozess enthalten, es wird dabei von der äußeren und inneren Welt gespeist.

Die Funktions- und Wirkmechanismen für das einzelne Erlebnis sind die gleichen, welche die einzelnen Erlebnisse zu größeren Erlebniseinheiten oder zum gesamten Lebensverlauf verbinden. Erlebnis und Erleben besitzen die gleiche Struktur. Das einende Prinzip bei Dilthey ist die Ganzheit, welche zu dem komplizierten Regulationszusammenhang führt, wie er in Abbildung 4 dargestellt ist. Dilthey selbst nannte seine geisteswissenschaftliche Psychologie später wegen dieses grundlegenden Zusammenhanges der Wiederholung der Struktur des Kleinsten im Großen »Strukturpsychologie«. Von der Stetigkeit des Dahinfließens und der Beobachtbarkeit von Erlebnissen kann man sich im Selbstexperiment durch das Vorstellen von Gegenwart, Vergangenheit, Zukunft überzeugen, wozu hiermit aufgefordert wird. Für das Ende der Erlebenspsychologie,

dem alleinstehenden weißen Block auf der Landkarte in der unteren Bildmitte, können eine ganze Reihe von Gründen angenommen werden. Man hat der Erlebenspsychologie später das Etikett *typical German* aufgeklebt und sie als eine philosophische, spekulative, subjektivistische und letztlich unwissenschaftliche Psychologie gebrandmarkt (Pongratz 1967: 255). Ein großer Teil ihrer führenden Köpfe war jüdischer Herkunft und gezwungen, nach der Machtergreifung des Nationalsozialismus zu emigrieren.

Die Erlebenspsychologie wurde in der Zeit ab 1913 vom dem in den USA entstandenen Behaviorismus flankiert, der historisch die wichtigste Schulrichtung der Psychologie gewesen ist und die akademische Psychologie der ganzen Welt, besonders in Europa, bis zur sogenannten »Kognitiven Wende« in den 60iger Jahren des vergangenen Jahrhunderts dominierte (Städtler 2003: 115). Der Behaviorismus war der Versuch, den Menschen wie das Tier durch biologische Mechanismen zu erklären, die man von außen beobachten, registrieren und messen kann. In der ersten, der radikalsten Phase ließ man das Bewusstsein überhaupt nicht gelten, auch andere altvertraute Begriffe wie Wahrnehmen, Vorstellen, Denken, Wollen, Fühlen mussten fallen gelassen werden (Pongratz 1967: 312). Zusammen mit der sogenannten »Bewusstseinspsychologie«, welche der Erlebenspsychologie historisch vorausgegangen war, schließt sich eine Umklammerung durch Entwicklungsrichtungen mit vergleichbaren Zielen. Die Bewusstseinspsychologie war die erste wissenschaftliche Psychologie überhaupt. Mit ihr befreite sich die Psychologie aus der Philosophie. Sie entstand ab 1850 in Deutschland nach dem Vorbild der erfolgreichen Naturwissenschaften mit der Physik an der Spitze. Man forschte nach kausalen Naturgesetzmäßigkeiten des Psychischen im Experiment wie die Physik für die unbelebte Natur.

So ist es zusammengefasst wahrscheinlich, dass die Erlebenspsychologie das Opfer ideologischer Bewertungen und der Umklammerung durch positivistische und rationalistische Wissenschaftsentwicklung geworden ist.

## 5 Grundbegriff Erleben und seine Strukturierung

Beurteilt nach der Zitierhäufigkeit im Laufe der Geschichte seit dem 17. Jahrhundert ist der »Zweifelsversuch« des Mathematikers und Philosophen René Descartes (1637/1997) der bekannteste Ansatz, um Erleben als Grundbegriff zu verifizieren. Aber erst durch die philosophische Anthropologie in der Blütezeit des Erlebensbegriffes welche auf das Werk von Max Scheler (1874 – 1928) (Scheler 1928/1991) zurückzuführen ist, wird die bis dahin selbstverständliche Annahme des Menschen als seiner Natur nach erlebendes Wesen z.B. bei Husserl und Jaspers als Kategorie und Gattungsmerkmal bestimmt.

Descartes (1637/1997) fragt sich, wessen er sich gewiss sein kann, wo er doch an allem zu zweifeln vermag. Er kann an allem zweifeln, an der durch die Sinnesorgane gegebenen Welt und an Gott, nur nicht daran, dass er es selbst ist, der zweifelt. Was übrig bleibt, ist das berühmte »cogito ergo sum«, »ich denke, also bin ich«, das sich ihm über das Denken durch den Gebrauch seines Denkenvermögens nach den Gesetzen der Logik und der Inanspruchnahme seines gesamten Wissensbesitzes erschließt. Das cartesische »cogito ...« kann gültig aber auch als »Ich habe Bewusstsein«, »Ich habe eine Seele«, also bin ich« (vgl. Eckhard 2010: 36, Husserl 1985: 147f.) verstanden werden. Das Cogito des Descartes mitumfasst jedes »Ich nehme wahr, Ich erinnere mich, Ich phantasie, Ich urteile, fühle, begehre, will«. Das Ich selbst, auf das all dies Merkmale bezogen sind oder das »in« ihnen in sehr verschiedener Weise »lebt«, tätig, leidend, spontan ist, rezeptiv und sonst wie sich »verhält« (Husserl 1985:148), ist der Inhalt des »cogito ...«.

Unter Anwendung der Merkmale von Erleben, wonach Ganzheit, Enthaltensein aller menschlicher Bewusstseinsvermögen und ihre *Ich*-Bezogenheit, Kriterien für Erleben sind, ist ein Verständnis des »cogito ...« als »Ich erlebe, also bin ich« völlig korrekt. Mit der Auslegung von »cogiti ...« als Erleben wird der Bedeutungsumfang des »cogito ...« beträchtlich erweitert, er beinhaltet dann zusammen mit dem Verstand für »ich denke« auch den Willen und die Gefühle.

Die verschiedenen Auslegungsweisen des »cogito ...« sind offenbar durch die zeitgeistigen Interessen im jeweiligen gesellschaftlich-historischen Umfeld bedingt. Im Zusammenhang mit der Erkenntnistheorie von Kant, die eine hohe Reichweite bis in die Gegenwart besitzt, und den Erfolgen der Mathematik und der Naturwissenschaften seit dem 17. und 18. Jahrhundert, ist danach die »Denke-Variante« die zeitgemäß »richtige« gewesen.

Die von Descartes gewonnene Gewissheit zu Erleben ist von Karl Jaspers (1883–1969) »Grundwissen« genannt worden. Es ist das Wissen, welches »... die Voraussetzung allen anderen Wissens ist«, es »heißt auch das Apriori. Als solches ist es das allgemeine Apriori des Bewusstseins überhaupt ..., »es ist das geschichtliche Apriori des durch Überlieferung gegenwärtigen Menschseins in seiner Welt als je einmaliger Gestalt, als Inkarnation des Allgemeinen, das nicht als Allgemeines, sondern als das unendliche Dieses Sinn und Gewicht hat.« (Jaspers 1913/1948: 275). Dieses Grundwissen liegt allen Erlebenslehren zu Grunde. Im 20. Jahrhundert ist die Frage der Grundgewissheit auch vom Mathematiker und Philosophen Edmund Husserl (1859–1938) gestellt und methodisch über Descartes hinausgehend in seiner »Phänomenologie« als *Wesensmerkmal* der menschlichen Gattung beantwortet worden (Husserl 1985).

### 5.1 Anwendungsforderungen für den Erlebensbegriff in der Praxis

Erleben als Grundbegriff verstanden, ist ein ungeheuer umfangreicher Sachbegriff, der das gesamte Sein des mit Bewusstsein begabten Menschen umfasst. Für eine zielgerichtete Anwendung ist er in dieser seiner Reinform unbrauchbar, weil sein Begriffsumfang in einer unstrukturierten Weise das gesamte menschliche Dasein umfasst. Für den Alltagsgebrauch z.B. in der Designpraxis, und darauf soll es besonders ankommen, ist ein *einfach handhabbarer Sachbegriff* mit *vollständigem Begriffsinhalt und -umfang* erforderlich. Forderungen an den Sachbegriff sind *Langzeitstabilität* und *Universalität* auf der Grundlage weitgehend gesicherter Erkenntnis. Es soll als Navigations- und Analysewerkzeug verwendet werden können, um festzustellen zu können, ob dort, wo »Erleben drauf steht, auch Erleben drin ist«.

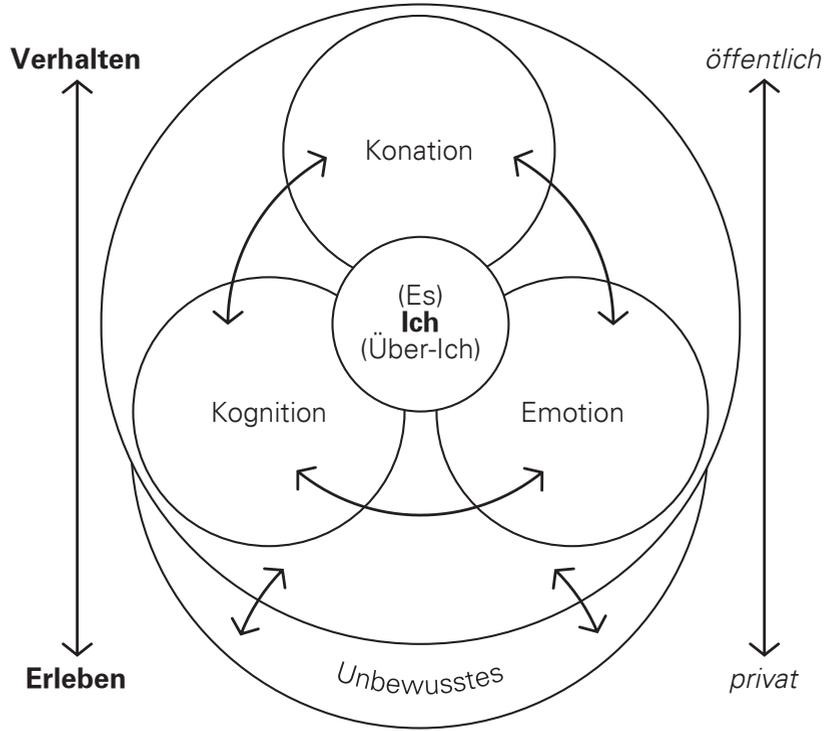


Abbildung 5: Kompass-Modell Erleben

Dieses Navigations- und Analysewerkzeug ist ein Konstrukt in Form eines 3-Ebenen-Modells mit »Erleben« als Oberbegriff auf der Oberebene 1, einem »Aufbaumodell« auf Ebene 2 und darunter auf Ebene 3 einem »Regulationsmodell«. Übersetzt in die Ingenieursprache beschreibt das »Aufbaumodell« die *Baustruktur* des Erlebensbegriffes unter Berücksichtigung nur allgemeiner Kopplungszusammenhänge, während dem »Regulationsmodell« die Darstellung grundlegender funktionaler Zusammenhänge, die prinzipielle *Funktionsstruktur* von Erleben, entspricht. Das 3-Ebenen-Modell in einer durchgearbeiteten Form existiert noch nicht und wird hier nach dem angelegten Konzept skizzierend vorgestellt.

## 5.2 Aufbaumodell genannt Kompass – Modell Erleben

Das »Aufbaumodell« ist den sogenannten »Klassischen Vermögenslehren« entlehnt, in welchen jahrtausendealte Menschheitserfahrungen aufgehoben sind. Wegen seiner Finde-Funktion hat es den Namen »Kompass-Modell Erleben« erhalten (Abbildung 5).

Den Vermögenslehren liegt zu Grunde, dass sich die Menschen seit jeher Gedanken darüber gemacht haben, ob und wie sich ihre »Seelenvermögen«, oder modern: ihre mentalen Fähigkeiten, sortieren und klassifizieren lassen. Bei Eisler (1904) sind für die abendländische Kultur seit den Pythagoreern über 100 Autoren erfasst. Die für die Neuzeit bedeutendste Klassifizierung ist die von Johann Nikolaus Tetens (1736–1807). Von ihm stammt die bis heute in der Psychologie gültige Dreiteilung der »Seelenvermögen«, später dann »Bewusstseinskräfte«, in Wille (Konation, Volition), Verstand (Kognition) und Gefühl (Emotion) (Tetens 1777). Die Tetenssche Dreiteilung wurde von Kant in seinen »Kritiken« übernommen (Kant 1786/1974).

Vor und noch bei Tetens und Kant wurde angenommen, dass es sich bei Wille, Verstand und Gefühl um selbständige Teiltätigkeiten handelt, weil sie nach dem Satz vom zureichenden Grunde nicht ableitbar waren. Auf diese Weise konnte Kant den Verstand priorisieren, die Wirkung von Gefühlen verglich er mit Krankheiten. Die Auffassung der Selbständigkeit von Wille, Verstand und Gefühl wurde am Ende des 19. Jahrhunderts überwunden. U. a. zeigten schon die frühen Experimente der Gestaltpsychologie, dass diese Annahme nicht mit den Ergebnissen der Experimente in Übereinstimmung zu bringen waren. Es zeigte sich, dass kein Bewusstseinsvorgang reines Denken oder Vorstellen oder reinen Wille oder reines Gefühl verkörpert. Vielmehr zeigte es sich, dass es sich bei Wille, Verstand und Gefühl um Dispositionen in ein und demselben Bewusstseinsvorgang handelt, wobei das Unbewusste eingeschlossen ist (Stern 1911/1994). Dabei überwiegt das eine oder andere psychische Moment. Es ist also immer zu beachten, dass Verstand, Wille und Gefühl nur für analytische oder didaktische Zwecke auseinandergelassen werden dürfen. Wendet man den Inhalt des Kompass-Modells auf den reduzierten Bedeutungsgehalt von Erleben und Erlebnis in der gegenwärtigen Alltagssprache und -kultur an, so ergibt sich in

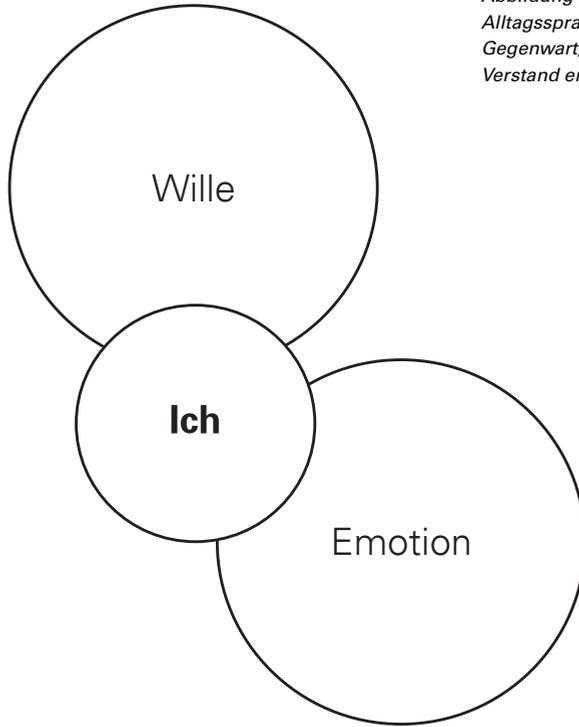


Abbildung 6: Erleben in der Alltagssprache und -kultur der Gegenwart, wo dem Begriff der Verstand entzogen worden ist.

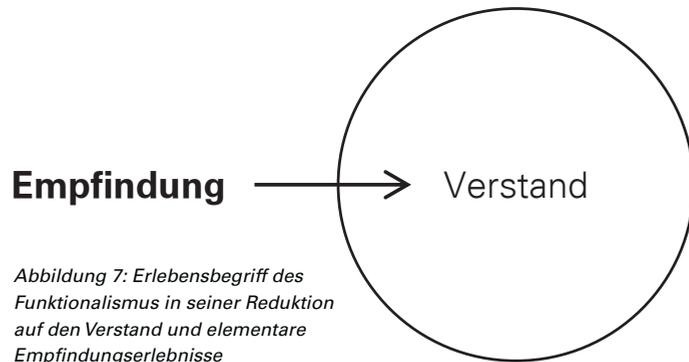


Abbildung 7: Erlebensbegriff des Funktionalismus in seiner Reduktion auf den Verstand und elementare Empfindungserlebnisse

einer überspitzten Darstellung Abbildung 6, woraus hervorgeht, dass dem Erleben fast der Verstand amputiert worden ist.

Aus der Anwendung des Kompass-Modells auf die Doktrin des Funktionalismus, die bis in die 80iger Jahre des vergangenen Jahrhunderts gültig waren, würde sich bei Gebrauch von Erleben im oberbegrifflichen Verständnis die Darstellung in Abbildung 7 ergeben. In Unkenntnis von Erleben, welches in seiner Ganzheit immer wirksam ist, unabhängig davon, ob man das möchte oder nicht, waren Entwurfs- und Gestaltungsziele auf eine rein verstandesgemäße Rezeption ausgerichtet. Man war der Auffassung, Design habe gleichermaßen rational und objektiv begründbar wie die Technik zu sein. Gefühlswirksamkeit wurde geleugnet bis auf Empfindungen als einfache Reaktionen von Sinnesorganen auf äußere Reize. Mit dieser wieder etwas überspitzten Darstellung in Abbildung 7 sollen die Annahme des damaligen Zeitgeistes illustriert werden.

Im Kompass-Modell in Abbildung 5 werden anstelle von Verstand, Wille und Gefühl die dem modernen Sprachgebrauch entsprechenden Begriffe Kognition, Konation bzw. Volition und Emotion verwendet. Im modernen Begriff der Kognition wird die Gesamtheit der nichtemotionalen und nicht den Willen betreffenden Funktionen des Psychischen, also denjenigen inneren Vorgängen, die mit der Entstehung von Erkenntnis und Wissen beschäftigt sind, zusammengefasst. Dazu gehören vor allem die Wahrnehmung, das Vorstellen, das Denken, das Verstehen und das Urteilen (Städtler 2003: 544). Die beiden Begriffe Konation und Volition bezeichnen die mit dem Willen verbundenen psychischen Funktionen. Sie stehen für zielgerichtete psychische Aktivitäten, für Strebungen, den Trieb und allgemein das Wollen (Dorsch 2004: 4987). Emotion ist die zusammenfassende Bezeichnung für psychophysiologische Zustandsveränderungen, die durch äußere und innere Reize und/oder durch kognitive Prozesse ausgelöst werden (Fröhlich 2002: 148).

### 5.3 Regulationsmodell des Erlebens

Den funktionalen durch die gegenläufigen Pfeile in Abbildung 5 dargestellten Rückkopplungszusammenhang zwischen den Teilen des Kompass-Modells kann man sich in etwa so vorstellen, dass



In Abbildung 8 ist ein Ausschnitt der kognitiven Struktur eines Systems der Absichtsregulation dargestellt, welches handelt und worauf die Konation und Emotion bezogen sind. An Hand der Strukturdarstellung kann die prinzipielle Funktionsweise des Erlebens – die Funktionsstruktur des Systems –, die im Zusammenhang mit dem Kompass-Modell nur allgemein als Durchdringungszusammenhang geschildert wurde, dargestellt werden. Die Funktionsstruktur dieses Systems ist dabei für Absichten des Augenblicks oder langfristig, z. B. bei Überlegungen, den Beginn eines Studiums zu erwägen, immer die gleiche. Diesen grundlegenden Regulationszusammenhang wurde schon beim Theoriekonzept von Dilthey (Abbildung 4) begegnet und er findet sich auch in den modernen Handlungsregulationstheorien, z. B. bei Hacker (1986/2005).

In Abbildung 8 repräsentieren die Rechtecke die wissensverarbeitenden Vorgänge des Systems. In seinen Knoten sind die Konationen mit enthalten. Die wissensverarbeitenden Vorgänge sind die »Absichtserzeugung«, die »Absichtsauswahl« und die »Absichtsbehandlung«. Die Prozedur der Absichtsbehandlung in der Mitte des Bildes ist in die kognitive Datenstruktur des »Abschnittsgedächtnisses« eingeschrieben. Die Grundlage der Absichtserzeugung sind bestimmte *Bedürfniszustände* des Systems. Die Absichtserzeugung reagiert auf den aktuellen Datenbestand dieser Zustände und verwendet dabei Daten des *Realitätsmodells* und des *Situationsbildes*, wobei sich jene Handlungstendenz über die Exekutive als Ausführungsorgan durchsetzen wird, für die der Zusammenhang aus Wichtigkeit und Erfolgserwartung am größten ist (Dörner & Stäudel 1990).

Die Absichtsauswahl im System erfolgt über die Absichtsbehandlung, wo die einzelnen Parameter einer erzeugten Absicht über emotionale Schätzwerte moduliert werden. Die Emotionalität dieses psychischen Zustandes liegt in der augenblicklichen Parameterkonstellation dieses wissensverarbeitenden Vorganges in seiner durch die Emotionen veranlassten Einstellhöhe begründet. Dabei erfolgt auch ein Abgleich der aktuellen Parameterkonstellation zur Datenstruktur des Absichtsgedächtnisses. Auf dem Bild sind die Einstellvorgänge durch Verwendung des Symbols »Ändern« aus der Konstruktionstechnik (Ehrlenspiel 2003) kenntlich gemacht

worden. Die aktuellen Einschätzwerte, die Stellgrößen, sind auf die aktuelle Situation als Richtgröße im Abgleich mit Erfahrungswerten aus dem Absichtsgedächtnis bezogen. So erfolgt die Behandlung einer ausgewählten Absicht z.B. danach, ob es sich um eine automatisierte bzw. routinierte oder weniger gekonnte, unter dem Druck der Situation vielleicht erst zu erlernende Tätigkeit, handelt. Steht die Geschwindigkeit im Vordergrund, so werden damit das Anspruchsniveau und die Genauigkeitsanforderungen nur niedrig sein können und herabgeregelt werden müssen, wenn das die Situation zulässt. Die Anzahl solcher hier für das Beispiel ausgewählter Kombinationen, es könnten kontextabhängig auch andere sein und die Größe ihrer situationsbedingten Einstellungen sind kaum aufzählbar. Vielleicht sind hierin die Schwierigkeiten begründet, ein zufriedenstellendes Kategoriensystem für Emotionen zu finden (Dörner & Stäudel 1990:317/318).

## 6 Einige Schwerpunkte weiterführender Arbeiten

Aus der Sicht des Autors bestehen zwei Hauptschwerpunkte für weiterführende Arbeiten zum Erlebensbegriff im Design.

1. Verwendung der Ausführung des Beitrages für die Erarbeitung eines einheitlichen und präzisen Begriffsverständnisses und Durcharbeitung des skizzierten 3 Ebenen – Modells und seine Erprobung und Anwendung in der Lehre auf der Basis von Grundkenntnissen zur Erlebensproblematik und des „Gesunden Menschenverstandes“.
2. Erlebensforschung im Design nach der Maxime, dass sich die Grundlagen des Gebietes in den Köpfen von Designern befinden, z.B.
  - Grundlagenforschung zur Thematik, die vorwiegend an den Phänomenen ausgerichtet ist und auf ideologische, weltanschauliche und naturwissenschaftliche Mainstream – Bezüge verzichtet und das Anderen überlässt,
  - Untersuchungen zum kategorischen Imperativ des Designs, der *Ich*-Nähe,

- Untersuchung des nicht begrifflich vermittelten Erlebens von Designobjekten,
- Individuelle Erlebenslandkarte zur Darstellung, Erfassung und Analyse von Entwurfserleben von Designern bei ihrer Arbeit,
- authentische Erlebensberichte von Designern über die Welt und ihr Entwurfserleben,
- Entwicklung und Erprobung von Werkzeugen zur projektbegleitenden Erlebensdokumentation und empirische Untersuchungen zum Erleben im Design zur Verifizierung des durch Denken gewonnenen Erlebensbegriffes innerhalb von Projekt- und Graduarbeiten.

## Literaturverzeichnis

- Bischof, N. (2008) Psychologie. Ein Grundkurs für Anspruchsvolle.  
Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer
- Brentano, F. (1874/1925) Psychologie vom empirischen Standpunkt.  
I und II Leipzig: Verlag von Felix Meine
- Damasio, A. R. (1994/2004) Descartes' Irrtum. Fühlen,  
Denken und das menschliche Gehirn. Berlin: Paul List Verlag
- Damasio, A. R. (1999/2007) Ich fühle, also bin ich.  
Die Entschlüsselung des Bewusstseins. Berlin: Paul List Verlag
- Descartes, R. (1637/1997) Discours de la méthode – Von der Methode des richtigen  
Vernunftgebrauches und der wissenschaftlichen Forschung.  
Hamburg: Felix Meiner Verlag.
- Dilthey, W. (1883/1982) Einleitung in die Geisteswissenschaften.  
Breslauer Ausarbeitung. In: Gesammelte Schriften, Bd. 19: 58.  
Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht
- Dörner, D. Stäudel, T. (1990). Emotion und Kognition.  
In: Enzyklopädie der Psychologie. Psychologie der Emotion,  
Hrsg. Scherer, K. R., S. 293–344. Göttingen u.a.: Hogrefe
- Dorsch (2004): in Psychologisches Wörterbuch (Häcker, H.O., Stapf, K.H., Hrsg. 2004)  
Bern u.a.: Verlag Hans Huber
- Eckhardt, G. (2010) Kernprobleme in der Psychologie.  
Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften

- Ehrlenspiel, K. (2003) Integrierte Produktentwicklung. Denkabläufe – Methodeneinsatz – Zusammenarbeit. München, Wien: Carl Hanser Verlag
- Eisler, R. (1904) Wörterbuch der philosophischen Begriffe, Band 2. Berlin: Mittler und Sohn
- Hacker, W. (1986) Arbeitspsychologie. Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten. Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften
- Hacker, W. (2005) Allgemeine Arbeitspsychologie. Psychische Regulation von Wissens-, Denk- und körperlicher Arbeit. Bern: Verlag Hans Huber
- Husserl, E. (1985) Die phänomenologische Methode, Ausgewählte Texte I, Stuttgart: Verlag Philipp Reclam Jun.
- Jaspers, K. (1913/1948) Allgemeine Psychopathologie. Berlin und Heidelberg: Springer-Verlag
- Jonas, W. (1994) Design – System – Theorie: Überlegungen zu einem systemtheoretischen Modell von Design- Theorie. Essen: Verlag Blaue Eule
- Kant, I. (1789/1974) Kritik der Urteilskraft, Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag
- Krzywinski, J. (2012): Das Designkonzept im Transportation Design. Einordnung, Analyse und zukünftige Anwendung. Dresden: TUDpress Verlag der Wissenschaften (Technisches Design, 5).
- Leibnitz, G. W. (1714/1996) Monadologie (Originaltitel: Principes de la Nature et de la Grace fondees en Raison) Französisch und deutsch. Herausgegeben von Till, D. Frankfurt/ M. Leipzig: Insel Verlag
- Pongratz, L. (1967) Problemgeschichte der Psychologie. Bern und München: Francke Verlag
- Riedel, M. (1978) Verstehen oder Erklären?: Zur Theorie und Geschichte der hermeneutischen Wissenschaft, Stuttgart: Klett-Cotta
- Scharfetter, C. (1991) Allgemeine Psychopathologie. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag
- Scheler, M. (1928/1991) Die Stellung des Menschen im Kosmos. Bonn: Bouvier Verlag
- Städtler, T. (2003) Lexikon der Psychologie, Stuttgart: Alfred Kröner Verlag
- Selle, G. (1997) Siebensachen – ein Buch über die Dinge. Frankfurt, New York: Campus Verlag
- Sichler, R. (1998) William Stern und das menschliche Erleben. Historische und terminologische Anmerkungen zu einem vergessenen Grundbegriff der Psychologie. in: Psychologie und Geschichte. 8. Jahrgang, Heft 1/2 Februar 1998, S. 67–84
- Stern, W. (1911/1994) Die differentielle Psychologie in ihren methodischen Grundlagen. Bern: Verlag Hans Huber

Tetens, J. N. (1777) Philosophische Versuche über die menschliche Natur  
und ihre Entwicklung, Leipzig: Weidemann

Uhlmann, J. (1986) Grundlagen der industriellen Formgestaltung für Studenten  
technischer Grundstudienrichtungen, Diss. B zur Erlangung des akadem.  
Grades Dr. sc. phil. Dresden: Technische Universität

Uhlmann, J. (2011) Technisches Design. Kunst in der Technik.  
Kapitel II Erleben. Buchmanuskript, unveröffentlicht.

## **Kontakt**

Prof. Dr. phil. habil. Dipl.-Formgestalter Johannes Uhlmann  
Dorotheenstraße 18  
01219 Dresden  
johannes.uhlmann@gmx.de



Claude Toussaint

# **User Experience messen und gezielt steuern – Jeder will es, doch wer kann es? Wir zeigen, wie es geht!**

## **User Experience**

*designaffairs* entwickelt seit 20 Jahren Strategien und Design für Produkte in den Bereichen Hardware, Software und Services. Mit weltweit mehr als 70 Experten bieten wir Leistungen in Research, Strategie, Design und Engineering an. Dabei kombinieren wir erfolgreich Kreativität mit wissenschaftlichen Methoden.

User Experience ist das Schlagwort der Zeit. *Apples* Erfolg begründet sich ebenso darauf wie *BlackBerrys* Misserfolg. Zu Recht, denn der Begriff User Experience subsummiert das vom Kunden wahrgenommene ganzheitliche Produkterlebnis. Die Funktionen an sich sind unter den Wettbewerbern vergleichbar und damit für den Kunden kaum noch unterscheidbar. Die objektive Qualität der Produkte ist für die Kunden nicht erkenn- und messbar, da beispielsweise eine schlechte System- und Softwarearchitektur erst dann in Erscheinung tritt, wenn das Produkt längerfristig im Einsatz ist. Daher wird die subjektiv wahrgenommene Produktqualität für die Kaufentscheidung und die spätere Kundenzufriedenheit immer wichtiger – und das nicht nur bei Consumer-Produkten sondern auch zunehmend in allen Branchen bis hin zu Investitionsgütern und Medizintechnik.

User Experience ist genormt (DIN EN ISO 9241-210)! Hervorzuheben ist dabei, dass unter User Experience ein sehr holistischer interdisziplinärer Ansatz zu verstehen ist, der ebenfalls die subjektive ganzheitliche Wahrnehmung inklusive der Markenwerte betrachtet.

Die Bundesregierung hat eine Studie in Auftrag gegeben, die die Gebrauchstauglichkeit von Anwendungssoftware als Wettbewerbsfaktor für kleine und mittlere Unternehmen über einen Zeitraum von 3 Jahre gemessen hat. Das Ergebnis: Wer in Usability investiert, erhöht seinen Umsatz. Die Begründung: Die Fokussierung auf Usability im Unternehmen erhöht die Kundenzufriedenheit und führt in Folge zu einer Umsatzsteigerung (Woywode et al. 2012).

### **Kosten und Nutzen von User Experience**

Da Entwicklungsbudgets begrenzt sind, fragen uns Kunden aus allen Branchen regelmäßig, wie sie eine gute User Experience (UX) am effizientesten erreichen können. Dabei entstehen konkrete Fragen wie beispielsweise: Zahlt sich das Investment in ein größeres Display mehr aus als der Invest in einen schnelleren Prozessor? Oder: Was verbessert die User Experience nachhaltiger, ein neues Design oder reicht ein hochwertigeres Material? Verbesserungen dieser Art steigern ja nicht die Funktionsfähigkeit des Produkts an sich. Manche dieser Invests haben aus Sicht des Vertriebes keinen direkten Mehrwert als Verkaufsargument gegenüber den Mitbewerbern und sind somit schwer zu argumentieren.

Dazu kommt, dass Produktentwicklung heute ein sehr interdisziplinärer Prozess ist. Das bedeutet, die Abteilung die in einem Unternehmen das Sagen hat, bestimmt üblicherweise, in welches Produktmerkmal in erster Linie investiert wird. In der einen Firma liegt der Fokus auf den Funktionalitäten des Produkts (Sales), bei der anderen auf der Softwarearchitektur (IT) oder auf der Marke (Marketing). Entscheidungen über Produktverbesserungen werden meist ohne eine solide Wissens-Basis getroffen und der Mehrwert, der am Ende durch die Investitionen erzielt wird, ist schwer messbar. Qualitätsverbesserungen von Produkten gehen meist mit erhebli-

chen Kosten einher, die, weil nicht verargumentierbar, allzu oft dem Rotstift zum Opfer fallen.

*designaffairs* bietet mit dem Tool HUX erstmals die Möglichkeit an, valide quantitative Aussagen über die Relevanz einzelner Produktmerkmale für die ganzheitliche User Experience zu treffen. Darüber hinaus ist es möglich die Relevanz in Abhängigkeit der Qualität der Merkmalsausprägungen als dynamische Faktoren zu betrachten. Daraus resultiert eine zuverlässige Aussage darüber, wie wichtig dem Nutzer einzelne Produktmerkmale sind und ob die Akzeptanz eines höheren Kaufpreises bei verbesserter Produktqualität vorhanden ist.

### **Warum alles neu? – Etablierte Messverfahren und deren Grenzen**

Auf dem Markt existieren zum einen Methoden, die die User Experience messen wie beispielsweise Attraktidiff oder User Experience Questionnaire (UEQ). Zum anderen gibt es etablierte Messverfahren, um die Relevanz einzelner Produktmerkmale zu ermitteln wie die Conjoint-Analyse und die Kano Analyse.

Die beiden Methoden Attraktidiff (Hassenzahl et al. 2003) und User Experience Questionnaire (SAP, Laugwitz et al. 2008) wurden beide explizit dazu entwickelt, die User Experience von Softwaresystemen zu messen. Diese messen die hedonischen und pragmatischen Qualitäten, genauer die Erfüllung der Bedürfnisse auf Nutzerseite, durch die Software. So wird bei Attraktidiff erfragt, wie praktisch, voraussagbar, übersichtlich, kreativ, originell, herausfordernd, fachmännisch, verbindend, gut, attraktiv und angenehm die Software für den Anwender ist.

Die Conjoint-Analyse (CONsidered JOINTly – »ganzheitlich betrachtet«) ist ein etabliertes Messverfahren, um den Anteil einzelner Produktmerkmale am Gesamtnutzen zu ermitteln. Dieses Verfahren ist bei komplexeren Fragestellungen sehr aufwändig und liefert nur lineare Zusammenhänge. Daher erzielt es nicht die gewünschten Ergebnisse.

User Experience messen und gezielt steuern – Jeder will es, doch wer kann es? Wir zeigen, wie es geht!

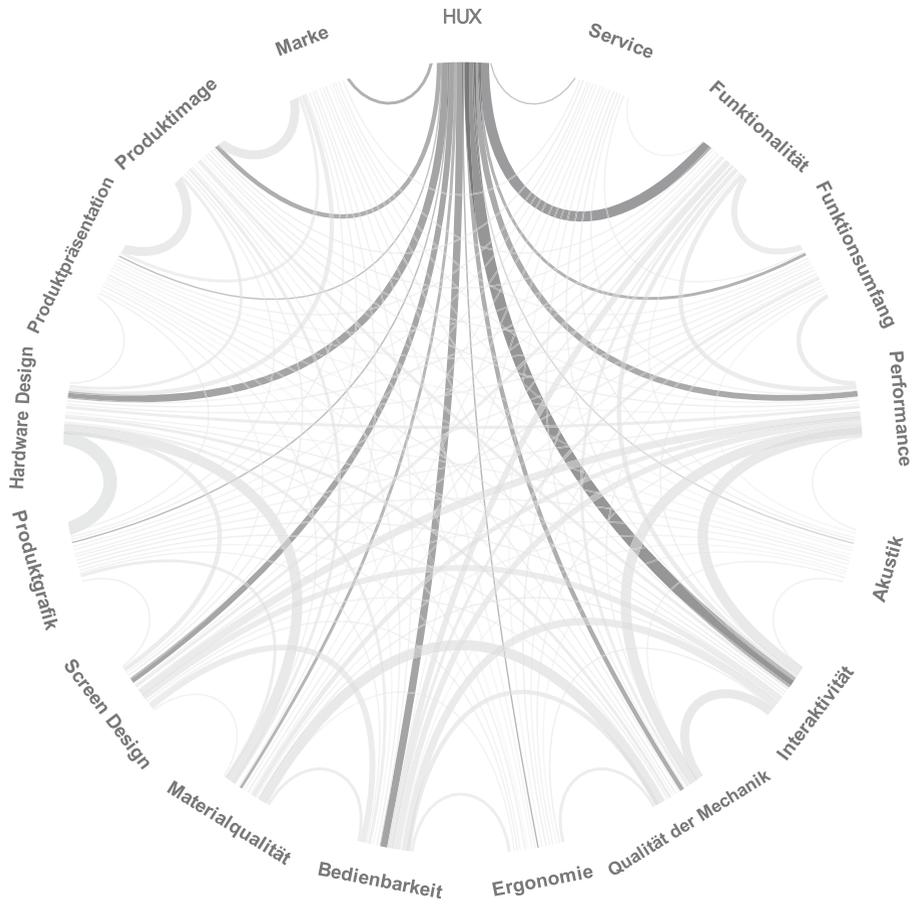


Abbildung 1: Das Korrelationsdiagramm (Kreisform) zeigt, wie stark einzelne Produktmerkmale mit der holistischen User Experience (HUX in dunklerem grau) korrelieren. Außerdem wird die Korrelation unter den einzelnen Produktfaktoren visualisiert.

Basierend auf Herzbergs Zwei-Faktoren-Theorie wissen wir, dass die Gewichtung einzelner Merkmale von deren Qualität abhängig ist. Herzberg unterscheidet hier zwischen Hygiene- und Motivationsfaktoren. So ist eine minderwertige Materialqualität für manche Produkte nicht relevant. Wird aber eine gerade noch akzeptable Mindestgrenze der Materialqualität unterschritten, fällt diese beim Nutzer überproportional stark in die Gewichtung bei der Gesamtbewertung des Produktes.

Das etablierte Kano Verfahren unterscheidet zwischen drei Faktoren Begeisterungsmerkmale = Begeisterungsfaktor, Basismerkmale = Hygienefaktor und Leistungsmerkmale = Motivationsfaktor. Jedoch werden wie beim Conjoint-Verfahren nur theoretische Produktvarianten und keine erlebten Produkterlebnisse (User Experience) gemessen. Zudem geht das Modell von linearen Gewichtungsverhältnissen innerhalb der drei Faktoren aus. Es kann auch keine Aussagen darüber treffen, bei welchem Qualitätsstatus eine Akzeptanzschwelle der Kunden unterschritten werden würde.

Das Produkterlebnis ist individuell und lässt sich lediglich indirekt gestalten. Der Hersteller kann »nur« verschiedene Produktparameter gestalten und möchte wissen, wie diese das ganzheitliche Produkterlebnis beeinflussen. Das Problem in der Praxis ist, dass der Hersteller keine Rückschlüsse darauf ziehen kann, warum der Nutzer das Produkt gerade so erlebt wie er es erlebt und wie es mit den etablierten Test-Verfahren gemessen wurde. Zudem bleibt unberücksichtigt, wie wichtig diese einzelnen Attribute für den Nutzer tatsächlich sind. Dadurch bleibt die wichtigste Frage, nämlich in welche Produktmerkmale investiert werden muss, um erfolgreichere Produkte zu gestalten, unbeantwortet. Statt auf der Nutzerseite sollte also auf der Produktseite gemessen werden.

### **HUX, Measuring Holistic User Experience**

Da kein etabliertes Messverfahren die gewünschten und vom Hersteller benötigten Aussagen liefert, entwickelte *designaffairs* das eigene Tool HUX.

Als Prämisse für das Tool wurden folgende Aussagen getroffen:

1. UX beschreibt die holistische Produkterfahrung welche sich aus den Einzelerfahrungen der einzelnen Produktfaktoren durch den aktiven Nutzer zusammensetzt.
2. Die UX ergibt sich aus dem Zusammenspiel mehrerer sehr heterogener Erlebnis-Faktoren, die durch die einzelnen Produktmerkmale geprägt werden
3. Die Bewertung der einzelnen Produktmerkmale fließen unterbewusst und, je nach Produktkategorie unterschiedlich gewichtet, in die Gesamtbewertung des Produkts ein
4. Die UX-Qualität ist ein holistisches Maß für eine Produktqualität
5. Die Qualität der holistischen User Experience lässt sich aus der Qualität der einzelnen Produktmerkmale mit ihren Gewichtungen ableiten und voraussagen

Im Gegensatz zu den obigen Verfahren, werden keine theoretischen zukünftigen Produktvarianten oder erste Eindrücke von Produkten oder Produktkonzepten gemessen, sondern das nachhaltige längerfristige Erfahrung mit einem konkreten existierenden Produkt, das der Proband besitzt und aktiv benutzt. Nur so wird gewährleistet, dass alle für den Käufer nachhaltig relevanten Aspekte wie die Qualität im Gebrauch, in die Bewertung mit einfließen und nicht nur die ersten oberflächlichen Eindrücke.

Bei der Entwicklung des Tools wurden zunächst in mehreren iterativen interdisziplinären Experten-Runden die entscheidenden Merkmale identifiziert, die eine Gesamt-Produktqualität ausmachen. Für die vollständige Beschreibung der User Experience wurden 18 Merkmale benannt: Neben reinen Produktmerkmalen wie Design oder Materialqualität auch Kontextmerkmale wie beispielsweise Markenwahrnehmung oder Produktpräsentation. Schnell wurde klar, dass die Relevanz und die Erwartungen der Nutzer an die einzelnen Qualitäten von der jeweiligen Produktkategorie abhängen.

Bei der Erhebung der Daten wird der Nutzer nicht direkt danach gefragt wie relevant er die einzelnen Produktmerkmale empfindet.

Denn wird die Aufmerksamkeit bei der Befragung auf ein Merkmal gelenkt, wird dieses durch den Nutzer schon alleine dadurch stärker gewichtet, obwohl es vielleicht bei einer Gesamtbewertung unterbewusst viel geringer in seine Bewertung einfließt.

Die Idee und Innovation des HUX-Messverfahrens ist daher, die unterbewusste Gewichtung rechnerisch zu ermitteln. Indem sowohl die Gesamtbewertung als auch die qualitative Bewertung einzelner Merkmale abgefragt wird, kann mit einem statistischen Verfahren (Regression) die unterbewusste Gewichtung jedes Merkmals berechnet werden. Das neue Messverfahren liefert nicht nur Aussagen über eine einfache lineare Gewichtung der einzelnen Produktmerkmale wie dies die linearen Regressionen tun, es erlaubt auch die Gewichtung der einzelnen Merkmale in Abhängigkeit der Merkmalsqualität zu beurteilen.

Um komplexe Modelle wie Hygiene-, Motivations- und Begeisterungsfaktoren zu berücksichtigen und zu evaluieren, wurden gemeinsam mit dem Fachbereich Mathematik und Informatik der FU Berlin ein nonlineares statistisches Verfahren entwickelt, welches zusätzliche Abhängigkeiten mit Hilfe von Kostenfunktionen abbilden und entsprechende Ergebnisse liefert. Darüber hinaus wurde das Institut für Statistik der LMU München als weiterer externer Partner zu Rate gezogen.

### **Theoretischer Hintergrund**

Es gibt Produktmerkmale, die einen »must have«-Charakter haben und andere, die einen »nice to have«-Charakter besitzen. Die Zwei-Faktoren-Theorie von Frederick Herzberg unterscheidet entsprechend zwischen Hygiene-Faktoren und Motivations-Faktoren.

Beispiel: Usability ist ein Hygienefaktor (must have). Das heißt eine schlechte Bewertung dieses Features hat alleine ed einen sehr hohen Einfluss auf die Gesamtbewertung des Produkts. Eine sehr gute Bewertung (über einem bestimmten Schwellenwert) kann im Gegensatz dazu die Gesamtbewertung des Produkts nicht alleine stark heben.

Design hingegen, ist ein Motivationsfaktor. Eine schlechte oder gute Bewertung hat einen linearen Einfluss auf die Gesamtbewertung. Je nach Produkt-Kategorie ist die Gewichtung unterschiedlich. So kann beispielsweise ein gutes Design alleine die Gesamtbewertung maßgeblich beeinflussen. Wie bei der Kano Analyse gehen wir von einem dritten möglichen Faktor, dem Begeisterungsfaktor, aus. So beeinflusst eine Marke mit mittlerer Bewertung die Gesamtbewertung des Produkts mittelstark. Wird das Markenimage im umgekehrten Fall als besonders herausragend bewertet, beeinflusst diese Markenbewertung die Gesamtbewertung des Produkts überproportional stark. In der Praxis sind alle Features mehr oder weniger Mischformen der drei oben beschriebenen Extreme.

### **Beispiel Smartphones**

Um das Konzept und Messverfahren zu testen, hat *designaffairs* eine eigene Studie zur Untersuchung der Holistic User Experience von Smart Phones und Waschmaschinen durchgeführt. Hierbei sollten 300, im zweiten Fall 50 Personen ihre jeweils bekannten und im Alltag genutzten Produkte bewerten.

Die Analyse der ersten Stichproben bestätigte unsere Thesen: Für die ganzheitliche User Experience sind die einzelnen Produktmerkmale unterschiedlich stark relevant und zwar auch abhängig von der Produktkategorie. Bei den Smartphones sind die relevanten Merkmale demnach andere als bei den Waschmaschinen. Das Ergebnis von HUX zeigt unter anderem, dass bei Smartphones die 3 Faktoren Funktionalität, Interaktivität und das Design Hardware alleine 60% der Gesamt User Experience ausmachen. Bei Waschmaschinen sind die 4 Merkmale Bedienbarkeit, Design Hardware, mechanische Qualität und Funktionsumfang zusammen für 80% der Gesamtbewertung des Produkts verantwortlich.

Die Befragten wurden zusätzlich nach Ihrer persönlichen Einschätzung der Relevanz der einzelnen Merkmale befragt und die Ergebnisse mit der statistisch ermittelten Gewichtung verglichen. Wie erwartet, konnte die persönliche Einschätzung der Probanden nicht für produktstrategische Entscheidungen herangezogen werden, da

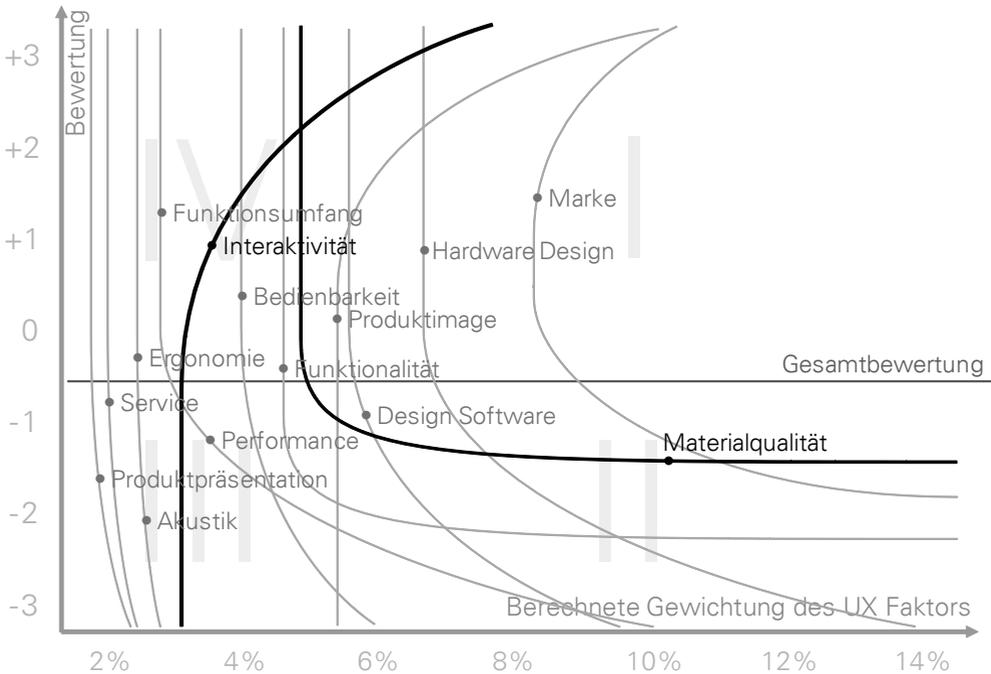


Abbildung 2: Das HUX-Diagramm zeigt, wie gut die einzelnen Produktmerkmale bewertet wurden (Vertikale) und wie wichtig sie für die User Experience sind (Horizontale). Die Punkte zeigen den Durchschnittswert und die Linien, wie die Gewichtung sich in Abhängigkeit der Bewertung verändert.

bei den Stichproben alle Merkmale mehr oder weniger als gleich gewichtig bewertet wurden. Die Daten wurden auch nach den verschiedenen Herstellern ausgewertet. Pro Hersteller konnten in Folge konkrete Aussagen getroffen werden, mit welchem Aufwand der beste Return of Invest erzielt wird. So sollte beispielsweise Motorola in ein besseres Hardware Design investieren wohingegen BlackBerry zunächst die Interaktivität seiner Produkte verbessern sollte.

Zu allen gemessenen Produkten wurde der Marktpreis ermittelt, um ein Preismodell der Produktkategorie Smartphones zu erstellen, das die gemessene User Experience mit dem Marktpreis in Bezug setzt. Mit Hilfe dieses Modells können Vorhersagen getroffen werden, welche Marktpreise mit welcher User Experience erzielt

werden. In Kombination mit dem Modell aus HUX werden daher nachvollziehbare Vorhersagen darüber getroffen welcher Invest in welches Produktmerkmal den besten Return of Invest erzielt.

Die vorhandenen Ergebnisse bestärken uns in der Annahme, dass das Tool HUX valide und differenzierte Empfehlungen für Produktmanager und UX-Designer liefert. Wir arbeiten nun an der Ausweitung unserer Datenbasis und der weitergehenden Verfeinerung und Validierung unserer Methodik.

### **Literaturangaben**

DIN EN ISO 9241-210: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion Teil 210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme; Ausgabe:2010-03

Hassenzahl, M., Burmester, M. & Koller, F. (2003): AttrakDiff: Ein Fragebogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität.

In: G. Szwillus, J. Ziegler (Hrsg.): Mensch & Computer 2003: Interaktion in Bewegung. Stuttgart: B. G. Teubner, 2003, S. 187–196

Laugwitz, B., Held, T. & Schrepp, M. (2008): Construction and Evaluation of a User Experience Questionnaire. In: HCI and Usability for Education and Work, Lecture Notes in Computer Science, 2008, Volume 5298/2008, S. 63–76, DOI: 10.1007/978-3-540-89350-9\_6

Woywode, M., Mädche, A., Wallach, D. & Plach, M. (2012): Gebrauchstauglichkeit von Anwendungssoftware als Wettbewerbsfaktor für kleine und mittlere Unternehmen (KMU), Abschlussbericht des Forschungsprojekts. Abrufbar unter: <http://www.usability-in-germany.de/kos/WNetzt?art=File.show&id=267>

### **Kontakt**

Claude Toussaint  
designaffairs GmbH  
Rosenheimer Straße 145b  
81761 München  
[www.designaffairs.com](http://www.designaffairs.com)

Jens Krzywinski & Christian Wölfel

# **Research Experience – Forschung mit Design vom Labor bis zum Transfer**

## **Einleitung**

Dieser Beitrag skizziert eine Positionsbestimmung von Design innerhalb der Forschung an einer deutschen Volluniversität. Diese Positionsbestimmung startet aus zwei unterschiedlichen Richtungen: einerseits einer methodischen und werkzeugorientierten sowie andererseits aus einer inhaltlichen Perspektive. Die eine greift die vielfältige Diskussion zu *research through design* (zusammengefasst bei Jonas 2004) und *design thinking* (Plattner et al. 2009) auf (die jedoch bei selbstkritischer Betrachtung über das Design hinaus noch immer vergleichsweise wenig Wahrnehmung erfährt) die andere orientiert sich am *Erleben* (Uhlmann 1986, 2005, in diesem Band) oder *Experience* (Hassenzahl 2010, Schifferstein & Hekkert 2008 u. a.) als Kernbegriff. Dieser ist gleichzeitig grundlegendes Ziel und Ausgangspunkt jeden Designhandelns. Den Kontext der Betrachtung liefern aktuelle Forschungsprozesse vorrangig im akademischen Bereich, wobei diese sowohl fachspezifisch als auch interdisziplinär, grundlagenorientiert sowie angewandt sein können. Im Beitrag wird ausgehend von einer kurzen allgemeinen u. a. geschichtlichen Betrachtung anhand einiger eigener Projekte sowie Spezifika der Dresdner Forschungslandschaft ein Ansatz entwickelt

um mittels Design die Erlebbarkeit von Forschungsprozessen sowie die Erlebensorientierung von Forschungsinhalten zu verstärken. In der Folge wird Design so zum selbstverständlichen Forschungspartner. Einer der nächsten Schritte muss es sein diese Positionsbestimmung im Rahmen verschiedener Forschungsprojekte zu verifizieren und zu elaborieren.



Abbildung 1: Beispiel eines klassischen Produkts aus der »Form Follows Function«-Ära: Braun Nizo (Foto: Wikimedia Commons/Phrontis)

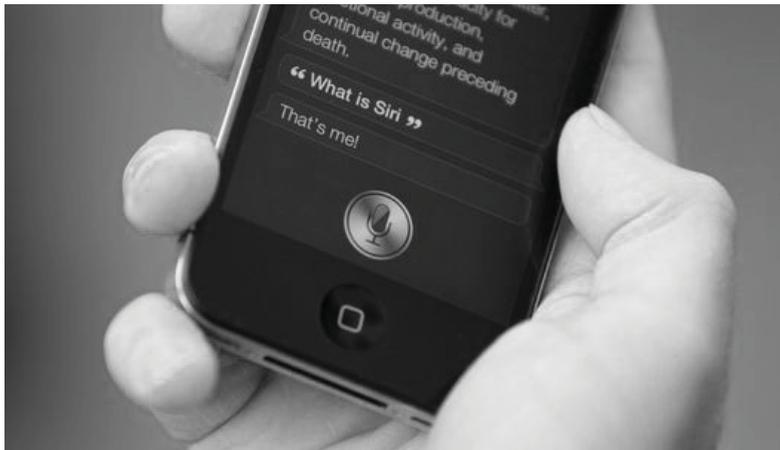


Abbildung 2: Ein Beispiel für ein gegenstandslose Interaktion: Siri Sprachsteuerung (Oli Scarff/Getty Images)

## Design – vom Kommunikator zum Katalysator

Nimmt man klassische Designschlagworte wie *Form follows Function* (Sullivan 1896) oder später *Form follows Emotion* (z. B. bei FROG, vgl. Sweet 1999) als Ausgangspunkt, so lässt sich unzweifelhaft von einer Rolle des Designs als Kommunikator sprechen. So übersetzt Design im ersten Fall auf einer weitgehend rationalen Ebene technische Funktionen in wahrnehmbare leicht verstehbare Formen und im zweiten gibt es zielgerichtet zuvor definierten Emotionen Gestalt. In beiden Fällen gibt es eine klare Trennung zwischen Sender und Empfänger und die Kommunikation ist im Normalfall eine eindimensionale wenn oftmals multimodale.

Dieser Ansatz vom Design als Übersetzer bewusster und unbewusster Charakteristika eines Produktes entspringt dem am Objekt und Handwerk orientierten Kunstgewerbe und verliert heute umso mehr an Bedeutung je intensiver wir mit unseren aktuellen Produkten interagieren. Richtig ist der Einwand, dass die Interaktion mit dem Produkt natürlich schon immer Teil der Verwendung des Produktes war, nur geschah sie früher häufig unbewusst (die Verformung eines Stuhls beim Platznehmen, die unterschiedlichen Haltekräfte einer Schlagbohrmaschine). Eine neue Qualität erlangt die Interaktion jedoch seit nahezu alle Produkte individualisiert (*customized*) sind sowie bewusst und vergleichsweise aufwandsarm geregelt und eingestellt werden können. Damit einher geht eine wesentliche Fokusverschiebung des Designs von der (oft rein visuellen) Wahrnehmung des Produktes hin zu seiner Benutzung und damit zum ganzheitlichen Erleben desselben (vgl. Davis 2008). Diese Verschiebung endet noch lange nicht bei der schon heute quasi gegenstandslosen Interaktion einiger Schließsysteme (*Keyless Entry*) bei denen die Voraussetzung der Besitz aber nicht konkrete Verwendung eines passenden Transponders ist sondern umfasst über das Web 2.0 bis zum zukünftigen Web der Dinge immer größere Teile unseres Alltags. Das Design verschiebt sich somit vom Produktdesign hin zum Design ganzer Produkt- und Service-Systeme.

Was bedeutet diese Entwicklung des Designs nun im Kontext von Forschung? Um von hinten zu beginnen erlaubt diese Verschiebung abstrakte Forschungsergebnisse erlebbar zu machen. Dies geschieht,

indem Erfahrungen generiert (gestaltet) werden, die ihren Ursprung oder ihre Erklärung in einer definierten wissenschaftlichen Erkenntnis haben. Dies ist das Grundprinzip des *Science-Centers* (Derzeit zählt man 22 Science-Center in Deutschland und zwei neue sind im Bau, Khalisi) welches Wissenschaft zum Anfassen bietet aber nicht selten beim Erlebbarmachen wissenschaftlicher Phänomene endet. Das ist spannend und wertvoll für den Transfer von Erkenntnissen aus der Wissenschaft in breite Schichten der Gesellschaft jedoch noch fern von der tatsächlichen wissenschaftlichen Arbeit die notwendig ist derartige Erkenntnisse zu erzielen.

Einen Schritt weiter geht *research through design* (Jonas 2004) indem es prinzipiell zweierlei tut kann, einerseits Methoden und Werkzeuge aus dem Design häufig zur Visualisierung direkt im Forschungsprozess einzusetzen und andererseits die klassische Abfolge aus Analyse, Synthese, Projektion zumindest temporär dahingehend zu



Abbildung 3: Sciencecenter Bremen

verändern, dass die Projektion nach vorn vor die Synthese gezogen wird (Jonas 2004, Jonas & Münch 2007). In einer derartigen Anordnung gewinnt die Synthese durch den Erkenntnisgewinn aus der Projektionsphase. Gleichzeitig wird der durch das Vorziehen entstandene Erkenntnisverlust innerhalb der Projektion durch die dem Design inhärenten Herangehensweisen ausgeglichen oder aufgrund der offeneren Herangehensweise prinzipiell sogar überkompensiert. Häufig und leider sehr undifferenziert verwendet, beschreibt *design thinking* ein solches Vorgehen sowohl vom Ablauf als auch in den angewandten Methoden, wenn auch typischer Weise in industriellem Kontext. *Design thinking* verzichtet auf den ästhetischen und handwerklich professionellen Anspruch einer »klassischen« Designauffassung betont aber einen ganzheitlichen am Menschen orientierten Problemlöseansatz auf Basis offener Problemstellungen, früher Projektion sowie schneller und häufiger Iterationsschleifen mit vielfältiger Modellbildung (Brown 2009).

Der abschließende Schritt verbindet nun die beide letztgenannten Aspekte miteinander: das erlebbare, erkenntnisfördernde Objekt und einen iterativen, projektiven Forschungsprozess. Im Kern steht dabei der Forschungsdemonstrator als Versuchsgegenstand. In nahezu allen Forschungsprojekten sind inzwischen derartige Demonstratoren notwendig um am Ende des Projektes die Erkenntnisse anhand eines realen Bauteils nachweisen zu können. Bisher wird dieser Demonstrator üblicher Weise jedoch weder in den frühen Forschungsphasen als gemeinsames Arbeitsmodell noch nach Abschluss des Projektes als Ausstellungsobjekt verwendet. Stattdessen entsteht der Demonstrator in der Regel nebenbei oder hinterher als wenig geliebte lineare Übersetzung rationaler wissenschaftlicher Erkenntnis in eine physische Gestalt. Der Mehrwert eines überzeugenden Demonstrators, der anfänglich als Ankerpunkt eines gemeinsamen mentalen Modells des Forscherteams und später als interaktiver Erkenntnisvermittler an den interessierten Laien wirkt, lässt sich unschwer ausmalen (Wölfel et al. 2011). Designkompetenz zur Entwicklung derartiger Forschungsartefakte kann so zu einem starken Katalysator von Forschung werden.

## Forschung erleben in Dresden

Nicht erst seit der Jubiläumsausstellung *450 Jahre Zukunft* der Staatlichen Kunstsammlungen Dresden weiß man, dass in Dresden Forschen und Präsentieren schon lange eine sehr fruchtbare Verbindung ergeben. So lassen sich mehrere Museen und Sammlungen auf ihren Ursprung als Lehr- und Ausbildungssammlung zurückführen oder sind wie das Hygienemuseum seit 1912 gleichermaßen führend in Wissenschaftlichkeit und Veranschaulichung. Diese Tradition greift das *DRESDEN concept* als ein deutschlandweit einmaliger Verbund aus Universität, außeruniversitären Forschungseinrichtungen, Museen und Bibliotheken auf (DRESDEN-concept) und macht aus Dresden einen explizit spannenden Ort zur Diskussion erlebbarer Forschung.



Abbildung 4: Wissenschaftlichkeit und Veranschaulichung als Dresdner Tradition:  
Die Gläserne Frau (Foto: Deutsches Hygienemuseum Dresden/Werner Lieberknecht)

Aus vergangener Zeit lässt sich auch lernen, dass Forschen eines experimentellen Laborcharakters bedarf um erfolgreich zu sein – was aufgrund immer aufwändigeren Forschungsinstrumentariums leicht in Vergessenheit gerät. Wir selbst haben daher als unseren Beitrag mit dem *Dresden Design Hub* ein interdisziplinäres Versuchslabor initiiert, das drei Entwurfsdisziplinen aus verschiedenen Fakultäten zusammen bringt: die Mediengestaltung der Fakultät Informatik, die Wissensarchitektur der Fakultät Architektur und das Technische Design der Fakultät Maschinenwesen. Das erste Projekt des *Dresden Design Hub* widmet sich drei klassischen Tätigkeitsfeldern einer Universität der Lehre, der Forschung und dem Transfer von Wissenschaft. Innerhalb von zehn Tagen entstanden unter anderem die in den Abbildungen 5 bis 7 dargestellten Entwürfe.

In alle Projekten wurde dabei von Beginn an mit Storyboards, Personas, Skizzen und Mock-Ups gearbeitet um die inhaltliche Auseinandersetzung einerseits immer am Erleben eines zukünftigen Nutzers auszurichten und um andererseits die interdisziplinäre Arbeit durchgängig mit multimodalen Anreizen zu unterstützen. Entsprechend wurden am Ende mit alle Projektteams kurze Videosequenzen erarbeitet um eine adäquate Repräsentation zu erhalten.

Labore oder Ateliers – zum Erarbeiten von erlebbarer Forschung wird es vermehrt derartiger gemeinsam zu nutzender Experimentierräume bedürfen. Daher wird es eine Aufgabe sein bestehende Strukturen wie das *Motion Capturing Lab* (HTW Dresden 2009) oder *Interactive Media Lab* (TU Dresden 2012) zu verbinden und Lücken wie das noch fehlende *Material Lab* zu schließen.

### **Vorbilder und Ansatzpunkte**

Für Forschungsdemonstratoren und Forschungslabore geschilderten anspruchsvollen Verständnis lassen sich einige Ansatzpunkte u.a. im Bereich großer Corporate Research Projekte und vermehrt im Rahmen von Forschungswettbewerben finden. Im Folgenden werden daher zwei der bekanntesten Beispiele vorgestellt und bezüglich ihrer Übertragbarkeit auf »klassische« universitäre Forschung reflektiert.

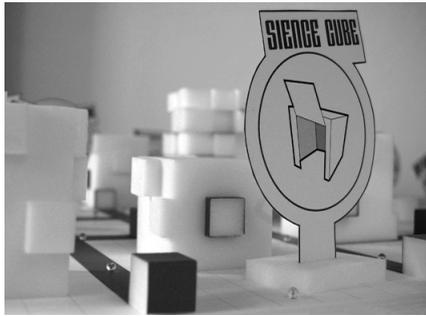


Abbildung 5 (oben) & 6 (Mitte):  
Dresden Design Hub-Projekt Unitedd



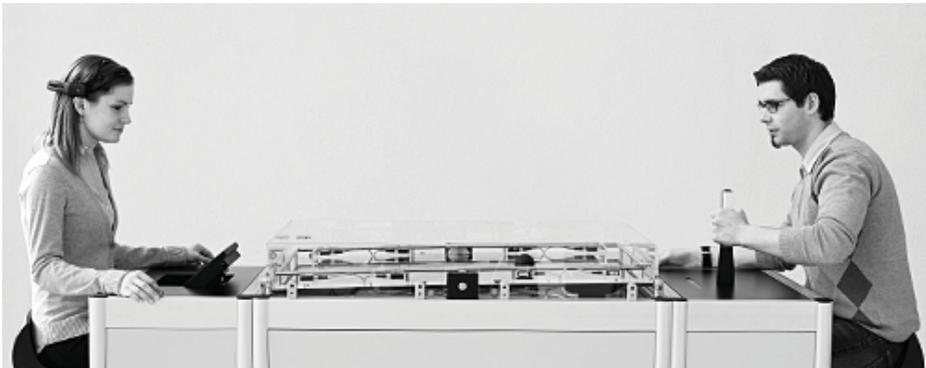
Abbildung 7 (unten): Dresden Design  
Hub-Projekt Ideenwettbewerb 2050

Bei Festo tragen derartige Demonstratoren den Namen *Future Concepts*. Dazu gehören neben den bekannten Vertretern des *Festo Bionic Learning Networks* auch Projekte wie die *ExoHand* und das *CogniGame*. Festo hat mit derartigen Projekten inzwischen langjährige Erfahrungen. So starteten die ersten Projekte 1992 noch mit einer externen Forschungs- und Entwicklungsfirma *Prospective Concepts* von Andreas Reinhard später gemeinsam mit dem Leiter des Corporate Designs Axel Thallemer (Willenbrock 2004).

Was entsteht, lässt sich folgendermaßen anschaulich zusammenfassen »Wer Festo besucht, um etwas über die technologische Leidenschaft des Unternehmens zu erfahren, dem braucht man es nicht zu erzählen – er sieht, fühlt und begreift es hier. Mehr kann Design wirklich nicht leisten.« Oder »jedes einzelne Produkt [...] wirkt wie eine magische Metapher für das, was Festo im Kern ausmacht: die Kraft, großartige, technologisch weitsichtige Ideen mit Luft zu entwickeln. Damit sind sie mehr wert als alle Messeauftritte und Imagebroschüren zusammen, in denen von »Innovation« und »Leadership« gefaselt wird. Sie sind der spektakuläre, anfassbare, nicht wegzudiskutierende Beweis für all das« (Willenbrock 2004).

Kern all dieser Studien ist eine gestalterische Qualität fern jeder Tüftler- oder Bastlerattitüde verbunden mit Aktions- oder Interaktionsmustern der Objekte, die jedem – nicht nur Wissenschaftlern –

*Abbildung 8: Anschaulicher Demonstrator technologischer Innovationen: Festo CogniGame, Neuinterpretation eines Tischtennis-Simulators*



sofort verständlich sind. Aus Interesse und Neugier wird so Staunen und Verstehen oft getragen von persönlicher Begeisterung. Seit den Anfängen hat das Unternehmen, das Corporate Design leitet inzwischen Markus Fischer, nicht nur über 70 Designpreise gewonnen sondern gilt weit über Pneumatikanwendungen (die ursprüngliche Produktkompetenz) als Innovationsführer im Bereich der Automatisierungstechnik. Das aktuellste Projekt ist die *Festo Challenge Principle to Product* zum Thema *SmartInversion* die im

Abbildung 9: Der Gewinner der DARPA Grand Challenge 2007: Stanley



Abbildung 10: Gewinner des X-Price: Spaceship One

Rahmen eines Wettbewerbes neue Anwendungsfelder für das mechanische Prinzip der Inversion sucht. Ähnliche Ansätze werden im Konsumgüterbereich unter anderem von Philips mit den *Design futures* (Philips) und von Electrolux mit seinem *Designlab* (Electrolux) oder im Bereich von Software und Interface von Microsoft mit seinen *Future Visions* (Microsoft) verfolgt.

Das Konzept des Wettbewerbs als Impulsgeber für wesentliche zumeist technische Fragestellungen ist schon älter. So gewann Charles Lindbergh 1919 den Orteig-Preis für die Überquerung des Atlantik. Inzwischen wird der Ansatz immer häufiger angewendet, u. a. weil es sowohl vielfältige Forschergruppen bündelt als auch eine umfassende mediale Aufmerksamkeit sichert, die sonst nur mit der Nobelpreisverleihung vergleichbar ist. Eine Art moderne Initialzündung dafür legte der *X-Prize*, ausgeschrieben 1996 für den ersten privaten und bemannten suborbitalen Raumflug. 2004 konnte Scaled Composites die 10 Millionen Preisgeld mit dem *Spaceship One* erringen. Ein ebenso erfolgreiches Beispiel, wenn auch mit anderer – nämlich staatlicher – Finanzierung ist die *DARPA Grand Challenge* (2004/2005) und *DARPA Urban Challenge* (2007) für autonome Fahrzeuge. Konnte bei der ersten Ausschreibung noch keines der mehr als 100 Teams die gestellte Aufgabe erfüllen errang Stanley 2005 den Sieg unter 195 registrierten Teams (Thrun et al. 2006). Noch einmal fast 100 Teams kamen 2007 zur dritten Runde der *DARPA Grand Challenge*, diesmal in einer urbanen Umgebung, zusammen.

Spannend an derartigen Forschungskonzepten ist, dass mit Ihnen Ankerpunkte geschaffen werden, die weit außerhalb der *Scientific Community* für Aufmerksamkeit sorgen. Entsprechend ist es nicht verwunderlich, dass dieses Jahr die *DARPA Challenge* als Wettbewerb für Roboter neu aufgelegt wird und auch in Deutschland derartige Formate deutlich intensiviert werden – Ein Beispiel ist der 2011 vergebene Preis für ein Plusenergiehaus der Forschungsinitiative Zukunft Bau. Wie zuvor lässt sich auch hier festhalten, dass die Demonstratoren nicht nur technisch sondern auch gestalterisch überzeugende Qualitäten besitzen und bei aller Innovation für den Laien sofort akzeptierbar sind ohne dabei ihren visionären Charakter zu verleugnen.

## Transfer und offene Fragen

Übertragen auf klassische Forschungsprojekte lässt sich aus Sicht der Autoren der Anspruch an einen derartigen Demonstrator mit folgenden drei Anforderungen beschreiben:

- er schlägt eine Brücke in reale Umgebungen und erlaubt Assoziationen zu bisherigen Erfahrungen,
- er ist vollständig und in sich konsistent, wirkt als Ganzes,
- er ist freundlich und nahbar, hochwertig jedoch nicht kompliziert.

Diese Anforderungen hätten sicherlich auch für die meisten realen Produktentwicklungen ihre Gültigkeit – wohingegen nur wenige Forschungsdemonstratoren diesen gerecht werden. Woraus sich die Frage ableitet ob diese Anforderungen trotz aller Unterschiede zwischen industrieller, wettbewerblicher und universitärer Forschung Gültigkeit haben oder haben sollten. Versteht man unter universitärer Forschung vorzugsweise Grundlagenforschung, lässt sich in zwei Richtungen argumentieren. Erstens: universitäre Forschung ist inhaltlich soweit abgekoppelt von der alltäglichen Realität, dass sich ohnehin keine Brücke schlagen lässt oder der Aufwand dies zu tun ungerechtfertigt hoch wäre. Zweitens die bisherige Trennung der unterschiedlichen Forschungsarten ist nicht mehr alleinig gültig sondern vielmehr gehen diese ineinander über – woraus sich möglicher Weise unterschiedliche Abstraktionsgrade für die jeweiligen Demonstratoren ergeben. In diesem Fall behalten die postulierten Anforderungen ihre Gültigkeit, kommen aber in unterschiedlicher Ausprägung zu Anwendung.

Schließt man sich dieser Argumentation an kommt man zwangsläufig zur Frage: *Ist in aktuellen Forschungsteams die notwendige Kompetenz enthalten und sind in den zugehörigen Forschungsprojekten ausreichend Ressourcen vorhanden um derartige Demonstratoren zu erarbeiten?* Hier lassen sich vorerst noch hypothetisch zwei Antworten geben. Erstens, die notwendigen Kompetenzen sind in universitären Forschungsteams selten ausreichend ausgeprägt. Jedoch wäre ein entsprechend ausgerichtetes Design geeignet diese zu liefern. Hier gilt es die Vielzahl an *research trough design* und

*design thinking*-Projekten nach geeigneten Beispielen inklusive sehr guter Gestaltungslösungen zu durchforsten. Zweitens lässt sich die Ressourcenfrage wesentlich entschärfen, wenn es gelingt den Demonstrator von der ausschließlich abschließenden Vergegenständlichung zu einem tatsächlichen Arbeitsmittel durch den gesamten Forschungsprozess werden zu lassen. Diese Betrachtung ist den meisten Designern sicherlich vertraut, da es der klassischen Diskussion um Kosten und Nutzen von Design in Abhängigkeit vom Zeitpunkt seiner Einbindung in den Produktentwicklungsprozess sehr nahe kommt. Die Aufgabe von in universitäre Forschung eingebundenen Designern wird es sein im Rahmen kommender Projekte auf diese beiden Fragen überzeugende Antworten zu finden.

## Literaturverzeichnis

- Brown, T. (2009): Change by Design. How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation. New York: Harper Collins.
- Davis, M. (2008): Why Do We Need Doctoral Study in Design?  
In: International Journal of Design 2 (3), S. 71–79.
- DRESDEN-concept: Exzellenz aus Wissenschaft und Kultur. Online verfügbar unter <http://www.dresden-concept.de/>, zuletzt geprüft am 08.02.2012.
- Electrolux: Design Lab. Showcasing Electrolux Design. Online verfügbar unter <http://www.electroluxdesignlab.com/>, zuletzt geprüft am 12.03.2012.
- Hassenzahl, M. (2010): Experience design. Technology for all the right reasons. San Rafael: Morgan & Claypool Publishers.
- HTW Dresden (2009): Einmal Gollum sein. Deutschlandweit erste markerlose Motion-Capture Anlage von Organic Motion an der HTW Dresden. Weltweit erste Scan-Motion-Anlage. Online verfügbar unter [http://www.htw-dresden.de/fileadmin/userfiles/htw/docs/Hochschulleben/09\\_IM\\_MotionCapture.pdf](http://www.htw-dresden.de/fileadmin/userfiles/htw/docs/Hochschulleben/09_IM_MotionCapture.pdf), zuletzt aktualisiert am 04.12.2009.
- Jonas, W. (2004): Forschung durch Design. In: Swiss Design Network (Hg.): Erstes Design Forschungssymposium. Basel: Swiss Design Network, S. 26–33.
- Jonas, W.; Münch, J. (2007): Forschung durch Design als integratives Prozessmodell – eine Skizze. In: Norbert Hentsch, Günter Kranke und Christian Wölfel (Hg.): Technisches Design in Forschung, Lehre und Praxis. München: Verlag Dr. Hut, S. 19–34.
- Khalisi, E: Science Center in Deutschland. Online verfügbar unter <http://www.science-museum.de/general/>, zuletzt geprüft am 12.03.2012.

- Microsoft: Future Vision. Online verfügbar unter <http://www.microsoft.com/office/vision/>, zuletzt geprüft am 12.03.2012.
- Philips: Design futures. Online verfügbar unter [http://www.design.philips.com/about/design/designportfolio/design\\_futures/](http://www.design.philips.com/about/design/designportfolio/design_futures/), zuletzt geprüft am 12.03.2012.
- Plattner, H; Meinel, C; Weinberg, U (2009): Design Thinking. Innovation lernen – Ideenwelten öffnen. München: mi-Wirtschaftsbuch.
- Schifferstein, H. N. J.; Hekkert, P. (Hg.) (2008): Product experience. Amsterdam: Elsevier.
- Sullivan, L. H. (1896): The Tall Office Building Artistically Considered. In: Lippincott's Magazine (March 1896).
- Sweet, F. (1999): Frog. Form follows emotion. New York: Watson-Guptill.
- Thrun, S. et al. (2006): Stanley: The Robot that Won the DARPA Grand Challenge. In: Journal of Field Robotics 23 (9), S. 661–692.
- TU Dresden (2012): Professur für Multimedia-Technologie. Online verfügbar unter <http://mt.inf.tu-dresden.de/>, zuletzt aktualisiert am 21.03.2012.
- Uhlmann, J. (1986): Industrielle Formgestaltung für Studenten technischer Grundstudienrichtungen. Dissertation B. Technische Universität Dresden, Dresden. Fakultät Gesellschaftswissenschaften.
- Uhlmann, J. (2005): Die Vorgehensplanung Designprozess für Objekte der Technik. Mit Erläuterungen am Entwurf eines Ultraleichtflugzeuges. Dresden: TUDpress.
- Willenbrock, H. (2004): Die Luftnummer. In: brandeins (7/2004 – Was Wirtschaft treibt).
- Wölfel, C.; Schulz, K.-P.; Krzywinski, J.; Menzel, D.; Schulze, T. (2011): ›Ernsthaft Spielen‹. Methoden zur Stakeholder-Integration in interdisziplinären Entwicklungsprozessen. In: Deutsche Gesellschaft für Designtheorie und -forschung (DGTF) (Hg.): Wer Gestaltet die Gestaltung. Jahrestagung der DGTF 21.–22. Oktober 2011 HfG Schwäbisch Gmünd.

## **Kontakt**

Dr.-Ing. Jens Krzywinski  
Dr.-Ing. Christian Wölfel  
Technische Universität Dresden  
Fakultät Maschinenwesen  
Professur für Konstruktionstechnik/CAD  
Zentrum für Technisches Design  
01062 Dresden  
*tu-dresden.de/design*

Gerhard Glatzel

# **Transdisziplinäre Produktentwicklung am Beispiel eines elektrisch getriebenen innerstädtischen Servicefahrzeugs**

## **1 Einleitung**

Lösungen der Elektromobilität gelten als große Herausforderung für Entwickler und Gestalter. Da die technischen, ökonomischen, gesellschaftlichen und politischen Randbedingungen einer zukünftigen Elektromobilität noch nicht fixiert sind und diese sich zudem gegenseitig beeinflussen, bedarf es bei der Gestaltung von elektrisch getriebenen Fahrzeugen eines effizienten und effektiven Zusammenspiels aller angesprochenen Disziplinen. Innovationen, die das Feld der Mobilität definieren, sind gesucht, wobei bei einer kurz- bis mittelfristigen Betrachtung sprunghafte Veränderungen nicht zu erwarten sind. Bekannte, weitgehend sequentielle und arbeitsteilige Arbeitsabläufe haben sich bislang kaum bewährt, wenn es darum geht, in kurzer Zeit erfolgreiche und zukunftsweisende Mobilitätslösungen zu generieren. Die erforderliche Entwicklungsdynamik kann nur von neuen, die Komplexität und Nichtlinearität des Zielsystems abbildenden Prozessen und Methoden erbracht werden. Dieser Text stellt einen möglichen organisatorischen Weg und einige konzeptionelle Ergebnisse vor. Beispiele für Ansätze der Automobilindustrie, das eigene Feld bei der Entwicklung von Mobilitätslösungen zu verlassen, sind der Future Award der Audi AG (Audi AG) und das BMW Guggenheim Lab (BMW AG). Zur Lösung der

hier beschriebenen Aufgabe wurden in einem BMU-geförderten Forschungsvorhaben transdisziplinäre Vorgehensweisen zum Konzipieren und Gestalten eines elektrisch getriebenen innerstädtischen Servicefahrzeugs weiterentwickelt und an einem Ausführungsbeispiel erprobt (Autorenkollektiv).

## **2 Projektablauf: Der transdisziplinäre Entwicklungsansatz**

In Kern des Vorhabens stand ein designgetriebener, auf den zukünftigen Nutzer fokussierter Ansatz. Durch soziologische Begleitarbeiten zur Recherche und Feldforschung, insbesondere die Zusammenarbeit von Designern und Soziologen zur Erarbeitung von konkreten Vorgehensweisen bei der teilnehmenden Beobachtung und Strukturierung von Leitfadeninterviews, durch ingenieurwissenschaftliche Machbarkeitsstudien zu erarbeiteten Gesamt- und Detaillösungen und durch im Entwicklungsprozess früh eingesetzte Funktionsmodelle sowie eine Iteration des gesamten Konzeptes im eigens entwickelten Design Discussion Lab konnten mehrere kompatible Lösungen für Konzepte und zur späteren Gestaltung des genannten Fahrzeuges erzeugt und überprüft werden. Unterstützend wurden als Begleitforschung eine Studie zur innerstädtischen Elektromobilität mit dem Schwerpunkt Kurier- Express- und Paketdienste erstellt und der Einsatz von Elektrofahrzeugen eines Automobilherstellers im Feld mit Mitteln der empirischen Soziologie begleitet. Unter den engen terminlichen und kapazitären Vorgaben hat sich eine genaue Planung des Vorhabens als wichtig erwiesen. Das damit verbundene prognostische Denken darf jedoch die Lösungsvielfalt nicht einschränken, der experimentelle Charakter des Projektes muss erhalten bleiben.

Das Vorhaben folgte dem bewährten Verlauf von Recherche, Konzept und Gestaltung. Als Besonderheit wurden nach der verbalen, zeichnerischen und körperlichen Darstellung der Lösungen didaktisch eingangs befragten und beobachteten Probanden mit den gefundenen und teilweise detaillierten Konzepten im Design Discussion Lab in Form von Bildern und Funktionsmodellen konfrontiert und es wurden Rückmeldungen abgefragt, die in eine Verbesserung der Lösun-

gen einfließen. Auf diesem Weg konnten Vorstellungen und Wünsche der potentiellen Nutzer provoziert werden, die bei einer direkten Befragung nie genannt worden wären. Wie auch das Design Discussion Lab dienten der Funktionsmodellbau und die strukturmechanische Überprüfung einer funktionalen Designkritik, die im Sinn eines iterativen Designs in die abschließende Gestaltung einfließen.

Die genannten Projektphasen stellten heterogene Anforderungen an die Qualifikation der Bearbeiter, es wurden Fachleute aus unterschiedlichen Disziplinen und Fachkulturen angesprochen. Bei einem konventionellen sequentiellen Projektablauf hätte die Bearbeitungszeit von vierzehn Monaten nicht ausgereicht. Beschleunigt werden kann der Prozess der Lösungsfindung durch die weitgehende Parallelisierung von Teilprojekten über ein extremes Simultaneous Engineering oder eine intensive neue Form der Zusammenarbeit. Diese neue Form der Zusammenarbeit nutzte in einer systematischen Aufarbeitung und Modellierung multidisziplinärer Zusammenarbeit das Erfahrungswissen aus vorangegangenen Projekten. Das zukünftige Projekt wurde in den Dimensionen Zeit, quantitative und qualitative Personalressourcen, innere Logik des Projektablaufes und Synchronisation mit externen Projektpartnern geplant und umgesetzt. Die einzelnen im Projekt beteiligten Disziplinen waren eng miteinander verzahnt; damit nahm der Kommunikationsbedarf überproportional zu der Zahl der beteiligten Disziplinen zu. Unsere Lösung bestand darin, vor Projektstart die Kommunikationsstränge und zu erwartenden Inhalte durchzuspielen. Wir simulierten das Projekt vorab strukturell.

Ganz wesentlich für den Erfolg der Umsetzung ist, dass alle Projektmitarbeiter die Schwerpunkte, Fähigkeiten und Methoden der anderen kennen und letztere in das eigene Methodenrepertoire aufnehmen. Beispielsweise haben Designer aktuelle Methoden der empirischen Sozialforschung übernommen und in ihrer Feldbeobachtung angewandt. Dabei wurden sie von Soziologen unterstützt. In der Projektarbeit umgesetzt heißt, dass Teammitglieder je nach Projektanforderungen auch Aufgaben, die eigentlich anderen Disziplinen zugeordnet werden, mit Methoden der fremden Disziplin und

aus einer eigenen Sichtweise lösen. Sie adaptieren dabei Lösungsstrategien und Methoden in das eigene Lösungsrepertoire. Dabei entstehen neuartige Vorgehensweisen und Lösungen.

Der größte Vorteil dieser Vorgehensweise besteht darin, dass (in diesem praktischen Fall) Designer eine intensive Feldbeobachtung in kurzer Zeit durchführen konnten und bei ihrer späteren konzeptionellen und gestalterischen Arbeit die Bilder und Ereignisse der Recherche präsent hatten. Der wahrscheinlich wichtigste Effekt besteht darin, dass disziplinäre und organisatorische Grenzen verschwimmen und damit die bekannten Schnittstellenprobleme sich auflösen. Der gleiche Effekt konnte in studentischen Entwicklungsprojekten mit Design- und Ingenieursstudierenden beobachtet werden. Wichtige Voraussetzung ist, dass ein gezieltes Teambuilding der Projektaufgabe vorangegangen ist und sich die Teammitglieder in ihren Schwerpunkten und ihrer Leistungsfähigkeit kennen und einschätzen können. Kompetenz- und Verantwortungsbereiche bleiben bestehen. Die hier beschriebene Vorgehensweise stellt eine Fortführung des Kernteam-Ansatzes (Glatzel/Wiehle) dar.

Diese Vorgehensweise beschreibt Mittelstraß (Mittelstraß) als methodische praktische Transdisziplinarität. Auf unseren Fall lässt sich folgende Feststellung von Mittelstraß übertragen: Die konkrete transdisziplinäre Arbeitsweise muss je nach faktischer Problemlage in einem Prozess dialogischer Aushandlungen in eigens dafür geeigneten Arbeitsformen entwickelt werden (Genderwiki). Transdisziplinarität ist ein Forschungs- und Wissenschaftsprinzip (Mittelstraß) und keine Methode. Die systematisch rekonstruierbaren Stufen sind: disziplinärer Ansatz, Einklammerung des Disziplinären, Aufbau einer interdisziplinären Kompetenz, Entdisziplinierung des Argumentativen, Transdisziplinarität als argumentative Einheit. Mittelstraß legt hier den Maßstab einer geisteswissenschaftlich determinierten Vorgehensweise an. In diesem gestalterischen, produktfokussierten Projekt ist der Maßstab für die Qualität der Vorgehensweise die Qualität des Gestaltungsergebnisses.

Die aus der Recherche und Feldbeobachtung abgeleiteten Erkenntnisse zur Nutzerakzeptanz des elektromobilen innerstädtischen Wirt-

schaftsverkehrs stimmten mit den Ergebnissen der Studie zu globalen Trends und Treibern einer zukünftigen Elektromobilität überein, so dass man von einer stabilen Vorhersage zu einer möglichen Elektromobilität im innerstädtischen Wirtschaftsverkehr ausgehen kann.

### **3 Trends und Treiber einer zukünftigen urbanen Mobilität im Wirtschaftsverkehr**

Die Grundlage dieser Trends-und-Treiber-Analyse bildet eine Meta-studie zur Zukunftsforschung, zu Branchenprognosen und Markttrends. Hierbei wurde ein breites Spektrum an Veröffentlichungen der vergangenen Jahre gesichtet. Die singulären Studienergebnisse wurden in Syntheseartikeln zusammengeführt, die ein konsistentes Gesamtbild von einer als wahrscheinlich anzunehmenden Zukunft zeichnen. Als im Kontext dieser Veröffentlichung wesentlich wurden die folgenden Trends identifiziert:

- Silver Society: Deutschland schrumpft und altert – und bereitet sich auf die langfristige Kontinuität dieser Entwicklung vor.
- »Quartärisierung«: die Transformation zur Informationsgesellschaft nimmt weiter Gestalt an.
- Dezentralisierung & Glokalisierung: Trend zur lokalen Verankerung bei Einbindung in (globale) Netze.
- Ressourcenknappheit: insbesondere Öl, Metalle und Wasser werden zu teuren Gütern.
- Urbanisierung: junge Menschen drängen in die Städte
- Energiewende: überproportionales Wachstum bei erneuerbaren Energien, fortschreitender Aufbau der notwendigen Infrastruktur.
- Nachhaltigkeit: weltweites Kernleitbild für politische Strategien und fest verankerte Marketingstrategie in Konsummärkten.
- I&K Next Generation: Schneller, energieeffizienter, kostengünstiger durch zunehmende Vernetzung, ubiquitäre Intelligenz in Sicht.
- Komfort & Einfachheit: Simplifizierung des Konsumalltags, nicht entscheiden müssen, nicht verstehen müssen: einfach nutzen.

- Verpackungs- und Sendungsgrößen schrumpfen: Single-Haushalte als lukratives Marktsegment.
- Grüne Produkte rücken in den Massenmarkt, spielerischer Gut-Konsum wird präsenter.
- Online-Einkauf & Tante Emma 2.0: Einkaufen, wann und was ich will, One-Stop-Shopping mit Zuwächsen.
- Zusatzaufwendungen für steigende Rohstoffpreise, Sicherheit und Umweltschutz erhöhen die Produktionskosten der Logistik signifikant.
- Die Rückkehr des starken Staats: Renaissance staatlicher Regulierungen insbesondere im Verkehr und in Ballungsräumen.
- Zunehmende Nutzungskonkurrenz im urbanen Straßenraum erschwert Wirtschaftsverkehr, Potenzial für Imageproblem.
- Siemensstadt 2.0: Wiederkehr neuer (Firmen-) Planstädte und abgekapselter Stadtteile.

Zusammenfassend kann vor dem Hintergrund der Erkenntnisse dieser Metastudie festgestellt werden, dass die Nachfrage nach urbanen Dienstleistungen insbesondere im Liefersegment zukünftig weiter ansteigen wird. Die zu erwartenden Zugangsrestriktionen, Flächennutzungskonflikte und Kostensteigerungen führen zu einem starken Innovationsdruck und eröffnen ein Potential für neue Zustellsysteme und damit verbundene Fahrzeugalternativen. In der Kombination des erstarkenden Kooperationsparadigmas mit andersartigen Letzte-Meile-Konzepten werden grundsätzlich große Chancen für eine Elektrifizierungsstrategie der notwendigen Verkehrsleistungen gesehen (Autorenkollektiv).

## **4 Konzeptionelle und gestalterische Lösungen**

### **4.1 Aufgabenstellung**

Im innerstädtischen Betrieb können elektrisch getriebene kleine Nutzfahrzeuge die Stärke eines lokal emissionsfreien, leisen, verschleißarmen und sehr gut regelbaren Antriebes voll ausspielen, ohne dass der Hauptnachteil der Reichweitenbeschränkung zum

Tragen kommt. Aufgabe war, im Verbund mit einem Automobilhersteller und einem Logistikunternehmen Konzepte und Gestaltungen für ein kleines Servicefahrzeug für Logistikaufgaben zu finden und das Einsatzgebiet auf weitere Dienstleistungen wie Handwerker- und Sozialdienste zu erweitern.

Anders als im privaten Bereich sind im gewerblichen Einsatz die unmittelbaren Nutzer von Elektrofahrzeugen zumindest in großen Unternehmen nicht die Investitionsentscheider. Aktuelle Zustell- und Handwerkerfahrzeuge sind aufgrund eines hohen finanziellen Drucks häufig spartanisch ausgestattet, sie enthalten keine Radios oder Klimaanlage. Unser Ansatz geht von den angenommenen Bedürfnissen eines zukünftigen Nutzers aus und sieht das zu konzipierende Fahrzeug als ein optimal anzupassendes Werkzeug an. Die Freiheiten, die ein Elektroantrieb im Package zum Beispiel durch den Einsatz radnaher Antriebe bietet, übertragen sich im Entwurf auch auf alle anderen zu gestaltenden Eigenschaften des neuen Fahrzeuges und ermöglichen innovative Lösungen.

Die Aufgabe, verlässliche Aussagen in Form von Fahrzeugkonzepten über eine elektromobile Zukunft zu machen, ist hoch komplex und nicht durch grobe Vereinfachungen zu lösen. Genauso wenig wird die lineare Fortschreibung bekannter verbrennungsmotorisch bestimmter Konzepte die richtige Antwort auf ein sich schnell änderndes Mobilitätssystem darstellen. Dem komplexen Anforderungssystem stellen wir ein komplexes transdisziplinäres Antwortsystem entgegen (siehe Asbys Gesetz in Glatzel/Wiehle). Der Reiz einer Umsetzung in einem Projekt liegt darin, dieses Antwortsystem hoch effizient zu machen, um schnell einfache Lösungen zu finden.

#### 4.2 Nutzerakzeptanz als Zielkriterium des Designs

Der Begriff der Nutzerakzeptanz wird in der Psychologie als »positive Annahme oder Übernahme einer Idee, eines Sachverhalts oder eines Produktes, und zwar im Sinne aktiver Bereitwilligkeit und nicht nur im Sinne reaktiver Duldung« definiert. Zur Akzeptanz von Elektrofahrzeugen zur privaten Nutzung liegen vergleichsweise viele Studien vor, deren wesentliches Ergebnis ist, dass Kaufentscheidungen durch einen direkten Vergleich zu bestehenden Automobilen insbe-

sondere über Kosten und die Reichweitenbeschränkung von Elektromobilen gefällt werden. Übergeordnete Aspekte wie mögliche Ressourcenschonung und geringere lokale Umweltbelastung sind nicht kaufentscheidend.

Für den gewerblichen Einsatz liegen wenige Studien vor. Hier sind die direkten Nutzer frei von unmittelbaren Wirtschaftlichkeitsüberlegungen, sie haben keine Wahlfreiheit, der Wechsel auf ein Elektrofahrzeug wird von oben verordnet. In der vorliegenden Untersuchung spielte aufgrund der gewählten Fahrprofile die Reichweitenbeschränkung eine untergeordnete Rolle. Es ist zu erwarten, dass die Probanden eine andere Schwerpunktsetzung bei der Beurteilung elektromobiler Lösungen vornehmen werden als dies in anderen, auf den privaten Nutzer zielenden Studien der Fall war.

### 4.3 Recherche und Feldforschung

In der Analysephase wurden Arbeitsabläufe im Zusammenhang mit den verwendeten Fahrzeugen von zwei Handwerksbetrieben, einem Sozialdienst, einem Pharmalogistikunternehmen und einem Zustelldienst dokumentiert, nach Kategorien wie Image der Fahrzeuge, Zugänglichkeit des Laderaumes, Zeitmanagement, Kommunikationsmittel und auch Pausen im Fahrzeug klassifiziert und nach deren Bedeutung gewichtet. Beispielhaft für Rechercheanalyse zeigt Abbildung 1 die gewichteten Ergebnisse für das Cockpit. Die Schriftgröße spiegelt die Wichtung wieder.

Eine Nutzerakzeptanzuntersuchung von Elektrofahrzeugen im Wirtschaftsverkehr wurde begleitend zu einem dreimonatigen technisch orientierten Feldversuch eines Automobilherstellers von Techniksoziologen durchgeführt und für das aktuelle Projekt ausgewertet. Die Projektteilnehmer wurden vor ihrem Einsatz und nach Abschluss der Fahrten mit auf Elektroantrieb umgerüsteten Stadtlieferwagen zu ihrer Einstellung zur und ihren Erfahrungen mit der Elektromobilität befragt. Die Ergebnisse wurden wiederum kategorisiert und gewichtet.

Die Caddy-Begleitforschung lief an zwei Standorten über drei Monate mit zehn E-Caddies und fünfzehn FahrerInnen im Postzustellverkehr. Die Befragung der FahrerInnen wurde in Form qualitativer,

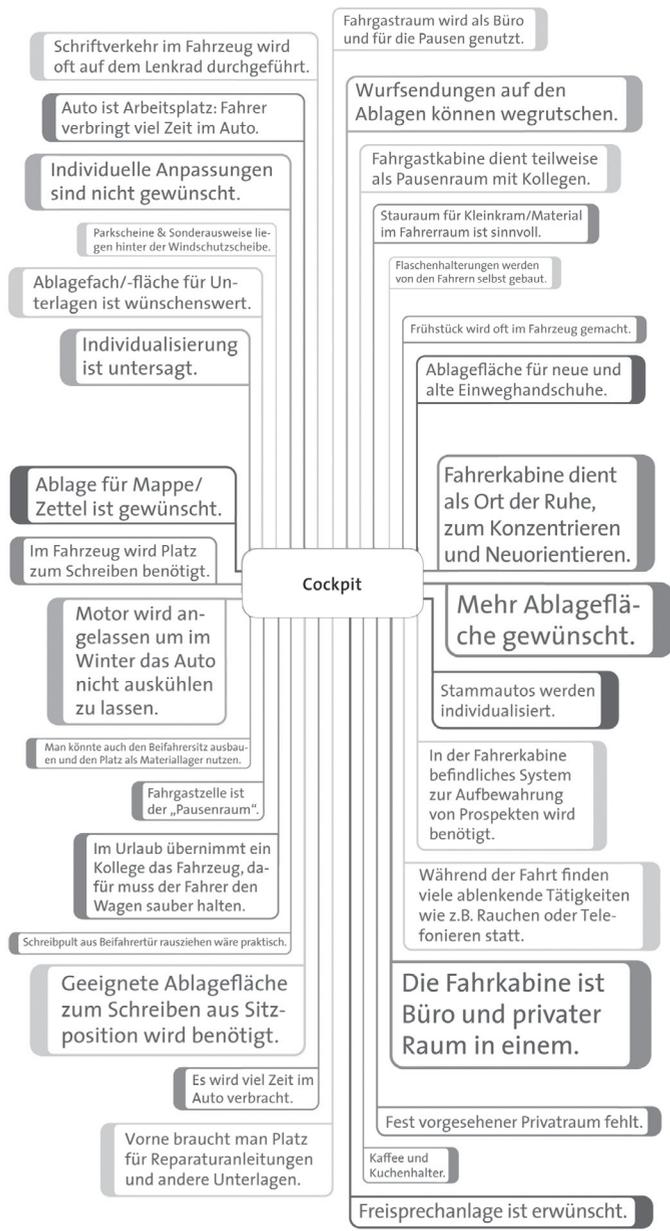


Abbildung 1: Analyse der Nutzerbefragung für das Cockpit. Für die Nutzer ist das Cockpit ein Arbeitsplatz, der sie in Ihren Tätigkeiten unterstützen soll.

leitfadenorientierter Experteninterviews zu Beginn des Fahrversuches als Bezug, im ersten Drittel und im dritten Drittel von zwei Soziologen als Längsschnitt durchgeführt. Ergänzend fanden Interviews mit vier FahrerInnen als Querschnitt statt. Die Standorte wurden nach Fahrprofil – Stadt- und Landverkehr – und vorliegender Fahrerfahrung mit Diesel-Caddies ausgewählt.

Als Gesamtergebnis der Recherche und Feldforschung kann man festhalten, dass Elektrofahrzeuge im Wirtschaftsverkehr durch ihre spezifischen Eigenschaften aus Sicht der direkten Nutzer große Vorteile aufweisen können, und zwar dann, wenn es gelingt, die unmittelbar wahrgenommenen Vorteile des Elektroantriebes wie einfache Fahrbarkeit und Geräuscharmheit um weitere Eigenschaften, die die Nutzer in ihrer Tätigkeit unterstützen und das Elektrofahrzeug zum gut angepassten Werkzeug werden lassen, ergänzen. Technisch bietet der Elektroantrieb dafür herausragende Voraussetzungen.

Der Vergleich der Vorher- und Nachherbefragung macht deutlich, dass durch die Nutzungserfahrung eine Umbewertung der Elektromobilität stattgefunden hat. Positiv bewertet wird die einfache Nutzbarkeit der Elektrofahrzeuge. Der Preis spielt, da die Fahrzeuge von den unmittelbaren Nutzern nicht gekauft werden mussten, keine Rolle.

<b>Vorher- Interviews</b>	<b>Abschließende Interviews</b>
<i>Ranking Positiv-Negativ</i>	
1. CO <sub>2</sub> Emissionen	1. Fahrgeräusch
2. Image	1. Fahrdynamik
3. Fahrdynamik	3. Ladedauer
4. Fahrgeräusch	3. CO <sub>2</sub> Emissionen
4. Ladedauer	3. Image
6. Reichweite	6. Wartungsaufwand
6. Wartungsaufwand	7. Reichweite
8. Preis	8. Preis

*Tabelle 1: Positiv- und Negativranking aus der Nutzerbefragung, Vergleich vor dem Fahrversuch mit nach dem Fahrversuch*

#### 4.4 Konzepte für ein innerstädtisches elektrisch getriebenes Nutzfahrzeug

In der Konzeptphase wurden die Ergebnisse der Recherche und Feldforschung und verschiedener designerischer Ideenfindungsmethoden im Umfeld einer angenommenen nahen Zukunft narrativ über Use Cases wie einen mobilen Tante-Emma-Laden, einen Hausmeisterservice für ein Wohnquartier oder ein mobiles Nagelstudio verdichtet und in Bezug auf ein zu gestaltendes Fahrzeug ausgewertet. Die unter den Aspekten Ergonomie, verfügbare Technik und Handlungsoptimierung abgeleiteten Lösungen wurden zeichnerisch und in einem Mock-Up (»Sitzkiste«) dargestellt.

Aus den Use Cases wurden anschließend mögliche Geschäftsmodelle abgeleitet und in Bezug auf wirtschaftlichen und ökologischen Nutzen und technische Umsetzbarkeit bewertet. Als Ergebnis führen vier der erstellten elf Use Cases direkt zu möglichen elektromobilen Dienstleistungen, drei weitere Use Cases konnten mit Modifikationen, das heißt geringfügigen Abweichungen von der eigentlichen Konzepterstellung genutzt werden.

Die Konzepte lassen sich in die sechs Gruppen Beladungskonzepte, Türkonzepte, Innenraumkonzepte, Fahrzeugkonzepte, Ladungssicherungskonzepte und sonstige Konzepte einteilen. Bildliche Darstellungen der ausgearbeiteten Konzepte und das Mock-Up dienen im Design Discussion Lab der Überprüfung der Konzeptideen und dem Feed Back der in der Recherche- und Feldforschungsphase beobachteten und befragten Probanden.

Die gefundenen Lösungen greifen durch zahlreiche und große Öffnungen stark in die Fahrzeugstruktur ein. In einer ergonomischen Analyse mittels elektronischem Mannekin (»Ramsis«) und einer strukturmechanischen Überprüfung des Fahrzeugaufbaus wurde die technische Machbarkeit untersucht. Dabei konnten wir zeigen, dass durch den für Elektrofahrzeuge sinnvollen Doppelboden und geeignete Versteifungen der Öffnungsberandung mit umlaufenden Hohlprofilen die fahrdynamisch wichtige Karosserietorsionssteifigkeit auf hohem Niveau gehalten werden kann. Kritische Bereiche sind die Stabilität großer Beulflächen und die Festigkeit in Knoten-

punkten. Für Beides gibt es geeignete Lösungen, deren Wirkung und Dimensionierung wir allerdings nicht weiter untersucht haben. Auch wenn das im Vergleich sehr filigrane Package dies erschwert, sollten für den bei Elektrofahrzeugen notwendigen extremen Leichtbau strukturelle und werkstoffliche Lösungen aus dem Flugzeugbau berücksichtigt werden.

Aus den so validierten Einzelkonzepten wurden zwei integrierende Gesamtkonzepte für ein Lieferdienstfahrzeug und ein Handwerkerfahrzeug erzeugt und gestaltet. Das in Abbildung 2 dargestellte Lieferdienstfahrzeug ermöglicht dem Nutzer einen schnellen Ein- und Ausstieg auf der ungefährlichen Beifahrerseite über einen Dreh-Schwenksitz und einen komfortablen Zugriff auf Sendungen unterschiedlicher Größe. Ein selten mitfahrender Beifahrer nimmt auf einem versenkbaren Sitz Platz, das Transportgut wird automatisch gegen Verrutschen gesichert und der Laderaum ist vergrößerbar.

Abbildung 3 zeigt das Konzept eines Handwerkerfahrzeuges, das ein mobiles Büro mit einer motorisierten Werkzeugkiste verbindet und den Transport von Baumaterial im Fahrzeug und auf dem Weg zum Kunden vereinfacht. Das Cockpit ermöglicht mittels Tablet-PC Büroarbeiten und Kommunikation mit dem Disponenten.

## **5 Folgerungen aus dem Projektablauf und der Konzeptentwicklung**

Mit der in diesem Forschungsvorhaben eingesetzten und weiterentwickelten transdisziplinären Vorgehensweise konnten unter engen terminlichen und kapazitären Vorgaben abgesicherte Konzepte der innerstädtischen Wirtschaftsmobilität entwickelt und gestaltet werden. Die intensive, aber dennoch für Änderungen offene Planung von Ressourcen und Terminen war so flexibel, dass auch ungewöhnliche Ideen berücksichtigt werden konnten. Dass disziplinäre Grenzen verschwammen und dadurch immer Aufgaben an mehrere Projektmitarbeiter vergeben werden konnten, hat wesentlich zur Entspannung im Projekt und zum Projekterfolg beigetragen. Sogar den längeren Ausfall wichtiger Projektmitarbeiter konnten wir nahtlos ausgleichen. Die von Mittelstraß beschriebenen Stufen transdis-

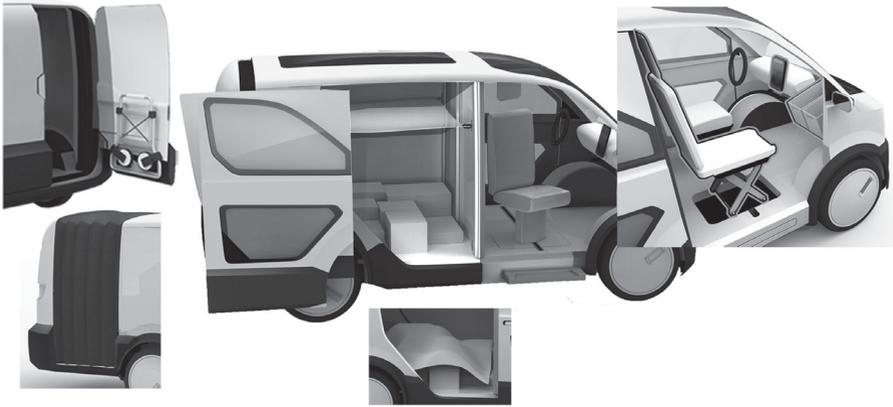


Abbildung 2: Das Lieferdienstfahrzeug mit schnellem Ein- und Ausstieg, zweitem Sitz, Ladungssicherung und einfachem Zugriff auf Ladung.

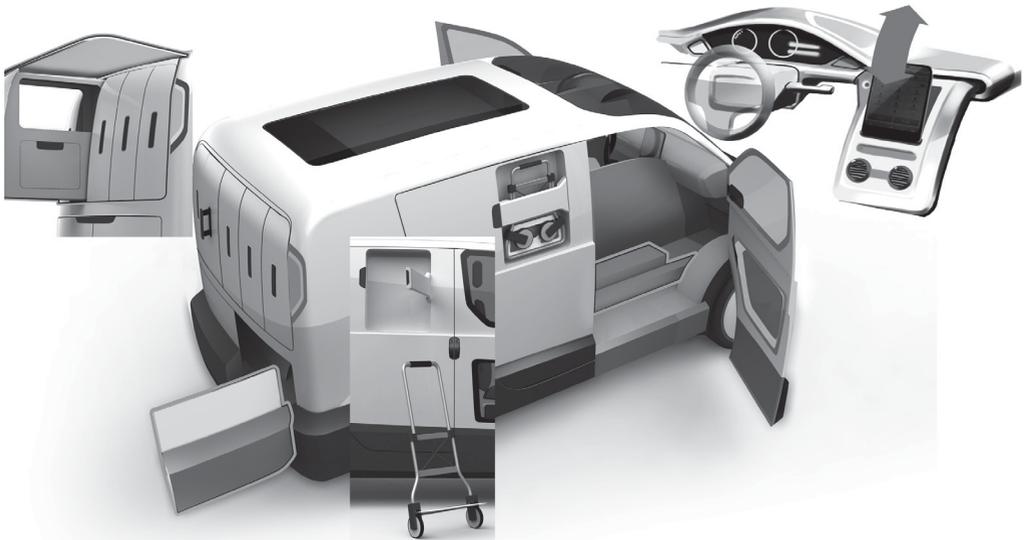


Abbildung 3: Das Handwerkerfahrzeug als mobiles Büro und Werkzeugkiste

ziplinärer Arbeit bestätigen sich in diesem Projekt. Transdisziplinarität ist keine Methode, deren Regeln man folgt, Transdisziplinarität ist ein Prinzip. Die Stufen eins und zwei sind wesentlich: Nur eine starke disziplinäre Verankerung der Projektteilnehmer ermöglicht erfolgreiche transdisziplinäre Zusammenarbeit.

Die begleitende Studie zu Trends und Treibern urbaner Wirtschaftsmobilität unterstützt die eigenen Recherchen inhaltlich und eröffnet die Möglichkeit, in einem umgekehrten Prozess von den konkreten Gestaltungsergebnissen Lösungen für die in der Studie beschriebenen Trends abzuleiten. Die Use Cases haben sich erneut als wirkungsvolles Werkzeug für eine nachvollziehbare Ideenfindungsphase gezeigt.

Die im Forschungsvorhaben erstellten Konzepte für ein innerstädtisches Servicefahrzeug entstanden auf der Basis einer Zentrierung auf die potentiellen zukünftigen Nutzer und deren Bedürfnisse. Das so entstandene Purpose Design weist deutliche Vorteile gegenüber bekannten verbrennungsmotorisch basierten Lösungen auf, die jedoch zu einem wesentlichen Teil unabhängig von der Antriebsart sind. Lediglich die Geräuscharmheit und die deutlich vereinfachten Arbeitsabläufe beim Anfahren und Bremsen mit einem Elektroantrieb können als Unique Selling Point batterieelektrischer kleiner Nutzfahrzeuge gelten. Dieses Ergebnis lässt sich auf andere Fahrzeugarten übertragen: In einem sich schnell wandelnden Markt werden das Erkennen zukünftiger Bedürfnisse der Nutzer, das wirkungsvolle Umsetzen entsprechender Erkenntnisse und die Einfachheit der Schnittstelle zwischen Nutzer und Fahrzeug für den kommerziellen Erfolg neuer Fahrzeuge ausschlaggebend sein.

## 6 Literaturverzeichnis

Audi AG: <http://www.audi-urban-future-initiative.com/> 18.4.2012

BMW AG: <http://www.bmwguggenheimlab.org/> 18.4.2012

Autorenkollektiv, 2011: Konzipierung und Gestaltung elektromobiler Dienstleistungen im innerstädtischen Raum, Band 1 <http://www.pt-elektromobilitaet.de/projekte/wirtschaftsverkehr-feldversuche/abschlussberichte-wirtschaftsverkehr/abschlussbericht-emil-hbkb.pdf/view> 18.4.2012

Glatzel, Gerhard & Wiehle, Mathias, 2010: Produktinnovation und Kostenkontrolle durch multidisziplinäre Kooperation. In: Linke, Mario; Kranke, Günter; Wölfel, Christian; Krzywinski, Jens & Drechsel, Frank (Hrsg.): Design – Kosten und Nutzen. Technisches Design in Forschung, Lehre und Praxis. Dresden: TUDpress Verlag der Wissenschaften, S. 47–60.

Genderwiki: <http://www.genderwiki.de/index.php/Transdisziplinarit%C3%A4t>, Kap. 2.1.3, 18.4.2012,

Mittelstraß, Jürgen, 2005: Method(olog)ische Fragen der Inter- und Transdisziplinarität – Wege zu einer praxisstützenden Interdisziplinaritätsforschung in Technikfolgeabschätzung, Theorie und Praxis Nr. 2, 14. Jahrgang – Juni 2005, S. 18–23

## **Kontakt**

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Glatzel  
Hochschule für Bildende Künste Braunschweig  
Johannes-Selenka-Platz 1  
38118 Braunschweig  
[www.hbk-bs.de](http://www.hbk-bs.de)



Christian Margolus Zavala & Sandra Hirsch

## **Interdisziplinäre Spannungen durch Unschärfe – Herausforderungen für das Design**

*„Man sollte sich beizeiten die Fähigkeit aneignen, glaubwürdig zu erscheinen, wenn man heute den Beruf des Designers ergreift.“  
(Boom, Romero-Tejedor 2003, S. 16)*

Interdisziplinarität ist eine Arbeitsform mit großem Potential für Innovation. Die Kombination der Methoden und Fähigkeiten verschiedener Disziplinen ermöglicht es die Grenzen mono- und multidisziplinärer Arbeit zu sprengen und Neuartiges zu entwickeln. Interdisziplinäre Teamarbeit ist jedoch zeitaufwändig und erfordert neben fachlichen Qualifikationen besondere, soziale Kompetenzen der Mitarbeiter. Nicht bei jedem Projekt führt sie zu einer erhöhten Leistungsfähigkeit. Gegenwärtig fehlen Orientierungspunkte, bei welchen Aufgabenstellungen und unter welchen Rahmenbedingungen interdisziplinäre Arbeit zu dem erwünschten Mehrwert führt.

Aufgrund komplexer Aufgabenstellungen, zum Beispiel durch die zunehmende Bedeutung dynamischer Systeme, ist das Design häufig auf das Wissen und die Methoden anderer Disziplinen angewiesen. Im Gegenzug ist es ein starker Partner, vor allem hinsichtlich der Ideenfindung, der Öffnung von Lösungsräumen und einer visuellen Kommunikationsförderung.

Um den komplexen Aufgabenstellungen der Zukunft – von Horst Rittel als Wicked Problems definiert (vgl. Rittel 1973) – durch neue und innovative Lösungen erfolgreich zu begegnen muss das Design

in Zusammenarbeit mit Experten anderer Wissensfelder das Können und Wissen verschiedener Disziplinen für die Gestaltung von Produkten, Dienstleistungen oder Systemen kombinieren und gemeinschaftlich mit ihnen weiter entwickeln. Da bei der Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen unterschiedlichste, teilweise auch widersprüchliche Interessen bezüglich Form, Funktion, Nutzen und Herstellung vereint werden sollten, ist das Industriedesign besonders gefordert interdisziplinär zu arbeiten (vgl. Bergner 2011, S. 4).

Im Rahmen eines Forschungsprojekts an der Technischen Universität München wurde die Wahrnehmung von Fähigkeiten und Methoden des Designs durch Nicht-Designer untersucht. Es stellte sich heraus, dass diese weitestgehend unbekannt sind (vgl. Margolus 2011). Diese Unschärfe im Verständnis der Disziplin Design birgt die Gefahr dass in interdisziplinären Projekten Spannungen auftreten. Das Design, und besonders die Designwissenschaft, haben die Aufgabe die eigene Disziplin besser zu definieren, zu systematisieren und zielführende Arbeitsweisen intern sowie extern zu vermitteln.

Die in diesem Beitrag vorgestellte Checkliste ist als Leitfaden zu verstehen, mit dem der Herausforderung der Unschärfe in der interdisziplinären Teamarbeit von vorne herein strategisch begegnet werden kann.

## **1 Der Nutzen von Interdisziplinarität**

Interdisziplinäre Arbeit ist die Kombination und der richtige Einsatz von verschiedenen Stärken. Interdisziplinarität ermöglicht es komplexe Zusammenhänge tiefgreifender zu bearbeiten, da sie sowohl in der Breite als auch der Tiefe ansetzt und ein ganzheitliches Verständnis von Sachverhalten fördert. Die Weiterentwicklung vorhandener Strukturen wird durch die neuartige Kombination von Wissen und Methoden ermöglicht. Dietrich (2004) definiert die geplante und systematische Kombination von möglichst verschiedenem Wissen als eine von vier Formen der Kreativität.

Als zeitlich begrenzte, projektbasierte Arbeit hat Interdisziplinarität die Lösung einer spezifischen Problemstellung zum Ziel. Die frühe

Einbindung verschiedener Disziplinen in den Produktentstehungsprozess fördert eine stetige Reflektion des Vorgehens. Fehlentscheidungen, die im konventionellen linearen oder multidisziplinären Prozess getroffen und erst spät erkannt werden, können durch frühe Rückmeldungen vermieden werden. Fehler werden somit reduziert und die Qualität der Produkte erhöht (vgl. Glatzel und Wiehle 2010, S. 51–56). Durch die nötige koordinative und kommunikative Abstimmung, wird ein stringenter Prozess sowie seine Externalisierung (Übersetzung impliziten Wissens in kommunizierbare Sprach-, Text- oder Bild-Form) sicher gestellt.

Diese Leistung kann mono- oder multidisziplinäre Arbeit, bei der keine direkte Interaktion und Wissensgenerierung zwischen Disziplinen entsteht, nicht erbringen (vgl. Balsinger 2004). Interdisziplinarität fördert durch neue Blickwinkel das Umdenken und ist ein Motor für Veränderungen.

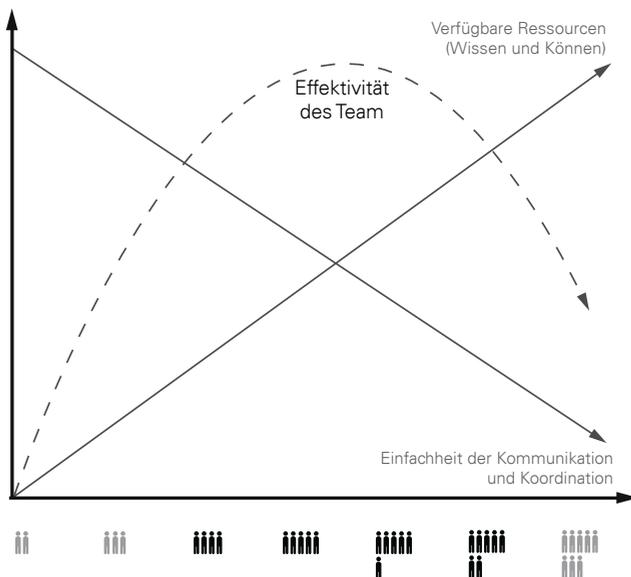


Abbildung 1: Zusammenhang von positiven und hemmenden Einflussfaktoren auf die Effektivität des Teams, in Relation zur Teamgröße (nach Wood et al. 2010, S. 216)

## 2 Interdisziplinäre Projekte handhaben: Das Modell von Brauchen, Können und Wollen

Auf Grund eines erhöhten koordinativen Aufwands und mehr Kommunikationsbedarf zur Vermeidung von Missverständnissen, ist interdisziplinäre Arbeit in der Regel zeitaufwändiger als mono- oder multidisziplinäre Arbeit. Durch die Anwendung etablierter Methoden und Vorgehensmodelle sind monodisziplinäre Prozesse für bestimmte Fragestellungen oft schneller und effizienter.

Für einen produktiven interdisziplinären Prozess spielen die sozialen Kompetenzen der Teammitglieder eine ebenso entscheidende Rolle, wie fachliche Qualifikationen und Ressourcen. Die Zusammenführung verschiedener Disziplinen mit ihren unterschiedlichen Arbeits- und Denkweisen ist nur dann sinnvoll, wenn die Aufgabenstellung eine ganzheitliche Betrachtung unter Beachtung spezifischer Details impliziert. Wenn ein gegenseitiger Bedarf ebenso vorhanden ist, wie der Wille spezifisches Können und Kennen produktiv einzubringen, in neuen Kontexten anzuwenden und im Team weiter zu entwickeln, kann das Potenzial interdisziplinärer Arbeit voll ausgeschöpft werden. Da Mitarbeiter mit interdisziplinären Profilen noch immer die Ausnahme sind, versuchen Unternehmen anhand von Richtlinien, systematischem Prozesscontrolling, Standards für Entwicklungsabläufe und klaren Aufgaben- bzw. Kompetenzzuweisungen die Zusammenarbeit effizienter zu strukturieren (vgl. Peters 2004, S.146). Diese Strukturen führen aber häufig eher zu multidisziplinärer als zu interdisziplinärer Projektarbeit, die Disziplinen übergeben die Aufgaben aneinander, nachdem sie ihre jeweilige Aufgabe als gelöst betrachten.

Die Analyse der drei Inhalte *Brauchen*, *Können* und *Wollen*, mit Hilfe der in diesem Beitrag vorgestellten Checkliste, soll den Prozess und die Organisation interdisziplinärer Arbeit erleichtern.

### 2.1 Brauchen: Die Problemstellung identifizieren

Interdisziplinarität sollte erst eingesetzt werden wenn Monodisziplinarität an ihre Grenzen stößt. Dabei spielt die Klärung der konkreten Problemstellung eine zentrale Rolle. Eine Disziplin erreicht in ihrer Arbeit eine Leistungsgrenze, wenn sie durch Anwendung eigener Methoden nichts mehr optimieren oder innovieren kann. Bengler spricht

hier von einem lokalen Maximum (vgl. Bengler 2011). Ist ein solches Maximum erreicht, kann interdisziplinäre Arbeit das Mittel sein andere Blickwinkel auf Probleme zu erhalten und neue Methoden und Lösungen zu entwickeln.

Um die Fragestellung zu konkretisieren ist es sinnvoll den Kontext und das Abstraktionsniveau des behandelten Problems zu betrachten. Zur Verbesserung einer Automobilbremse genügt wahrscheinlich monodisziplinäres Wissen. Geht es darum neue Mobilitätskonzepte zu erstellen sollten verschiedene Disziplinen zusammen gebracht werden (vgl. Bergner 2012, S. 6).

Nachdem man die Fragestellung präzise formuliert und die Notwendigkeit zu interdisziplinärer Arbeit identifiziert hat, kristallisieren sich idealerweise die Disziplinen heraus, die man zur Bearbeitung der Aufgabe benötigt. Erfahrungen mit oder Kenntnis über die Tätigkeit der anderen Disziplinen sind die Voraussetzung für eine gute Teamzusammenstellung. Sind diese nicht vorhanden, hilft es Experten oder Vertreter anderer Disziplinen nach ihrer Einschätzung zu fragen. Problematisch ist, wenn intern und extern Unklarheit über die Leistung und Kompetenz einer Disziplin, wie beispielsweise des Designs, herrscht.

## **2.2 Können: Die Rahmenbedingungen des Projekts prüfen**

Durch Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen und Strukturen für ein interdisziplinäres Projekt kann vielen Konflikten vorgebeugt werden. Dabei ist die Rolle des Projektleiters von besonderer Wichtigkeit. Er muss die Inhalte und Kompetenzen der beteiligten Disziplinen kennen, ein einheitliches Verständnis des Projektziels schaffen und für eine klare Kommunikation von Aufgaben sorgen (vgl. Ehrlenpiel 2007). Vor allem am Anfang eines Projekts muss durch ein gemeinsames Briefing Klarheit geschaffen werden. Der geplante Projektverlauf, die einzelnen Phasen und die Rolle der einzelnen Disziplinen sollten jedem Teilnehmer geläufig sein (vgl. Saucken, Schröder, Lindemann 2011, S. 8). Dabei ist es ein Trugschluss, dass jeder Projektteilnehmer zu jeder Zeit am Arbeitsprozess beteiligt sein muss oder gleichberechtigt ist (vgl. Bengler 2011). Jeder Projektteilnehmer muss sich der Stärken und Kompetenzen seiner Disziplin be-

wusst und in der Lage sein, diese im Team zu kommunizieren. Wer weiß in welchem Wissensbereich er der Experte ist, kann eigene Grenzen benennen. Zusätzlich müssen sie Inhalte und Kompetenzen der anderen Disziplinen kennen, um diese bei Bedarf zu konsultieren (vgl. Peters 2004, S. 8). Die Schärfung von gegenseitigem Verständnis der unterschiedlichen Disziplinen macht eine gegenseitige Wertschätzung erst möglich.

Die Grenze zwischen *Können* und *Kennen* ist meist nicht scharf definiert. Das Finden und Pflegen eines gemeinsamen Vokabulars fördert die eindeutige und unmissverständliche Kommunikation im Team. Zu beachten sind die klassischen Phasen im Teambildungsprozess: *Forming* (Gruppenbildung), *Storming* (Klärung von Rollen, Erwartungen und möglicherweise Vorurteilen), *Norming* (Festlegung von Regeln im Team) und *Performing* (der eigentliche Arbeitsprozess) (vgl. Rosentsiel 2000, S. 262–264).

Um möglichen Konfliktsituationen vorzubeugen ist ein frühzeitiger Abgleich der Erwartungen aller Teammitglieder an das Projekt und die einzelnen Disziplinen sinnvoll. Dieser kann eine positive Grundstimmung im Team schaffen und maßgeblich helfen, persönliche Konflikte im Projekt zu überwinden (vgl. Saucken, Schröer, Lindemann 2011, S. 2–3).

### 2.3 Wollen: Soziale Aspekte im Team berücksichtigen

Genau wie in anderen Projekten, sind in interdisziplinären Teams persönliche Aspekte der Menschen zu beachten. Zwischenmenschliche Konflikte auf persönlicher Ebene sind für die Produktivität und die Motivation im Team schädlich und nur schwer zu überwinden (vgl. Jehn und Mannix 2001). Es ist oft zu beobachten, dass ein gewisses Autoimmunverhalten der Teammitglieder wegen Vorurteilen gegenüber ihrer Disziplin aufkommt. Statements von Informatikern lauten beispielsweise »ich bin nicht der Programmierer im Team, nur weil ich der Informatiker bin«, von Psychologen »ich zieh hier nicht alle Laborarbeiten durch, wenn es um Probanden geht« und Designer sind nicht diejenigen, die am Ende fürs »schön machen« zuständig sind. Aber es ist wichtig, dass jeder Teilnehmer eines interdisziplinären

Teams seine vermeintlich stereotype Rolle erfüllt, denn in der Regel entspricht diese seiner Expertise (vgl. Bengler 2011).

Im Arbeitsprozess kann bei den Teammitgliedern ein Gefühl von Ungerechtigkeit auftreten, wenn die wahrgenommene Arbeitslast und -leistung ungleich verteilt ist. Interdisziplinarität verleitet zu Kompetenzgerangel. Um dieses Phänomen zu vermeiden müssen die Frage- oder Problemstellung ebenso wie die Zuständigkeiten der Mitarbeiter zu Beginn des Projekts präzise und klar formuliert und abgestimmt werden. Den Mitarbeitern muss bewusst sein, dass die Arbeit im interdisziplinären Prozess bedeutet, dass die Methoden der eigenen Disziplin hinterfragt und unter Umständen abgewandelt oder aufgegeben werden. Die Klärung der Stärken der einzelnen Disziplinen hilft dabei allen Beteiligten den Nutzen der eigenen und der fremden Methoden einzuschätzen und flexibel mit den Veränderungen umzugehen.

Da der Lösungsraum, ebenso wie der Lösungsweg, phasenweise erweitert wird erfordert Interdisziplinarität stärkere synthetische Kompetenzen. Die Interaktion spiegelt eigene Kompetenzen aber auch Unzulänglichkeiten wider und setzt voraus dass das Team das Gesamtergebnis über die individuelle Profilierung stellt.

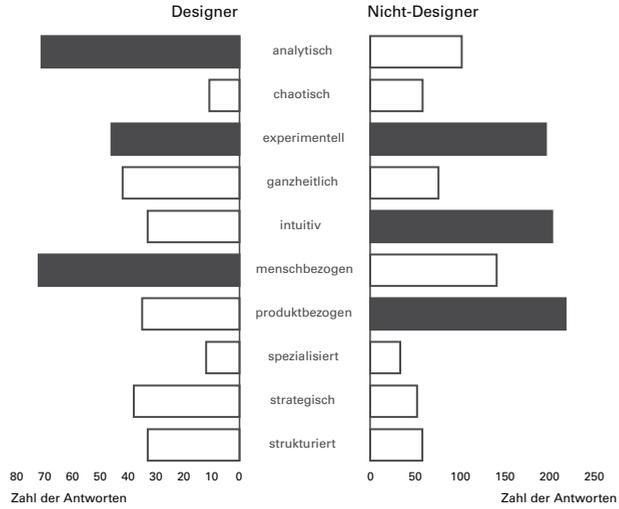


Wahrnehmung designintern



Wahrnehmung designextern

*Abbildung 2: Die interne Wahrnehmung von Design ist unscharf, die externe noch unschärfer*



**Abbildung 3 (oben): Antworten auf die Frage  
»Wie stellen Sie sich die Arbeit eines Designers vor?«  
(vgl. Margolus 2011, S. 31-32)**

**Abbildung 4 (unten): Antworten auf die Frage  
»Zu welchem Zweck würden Sie mit einem Designer zusammenarbeiten?«  
(vgl. Margolus 2011, S. 46)**



### 3 Problem: Design ist unscharf

Bettina von Stamm untersuchte die Aufgaben von externen Designern in Projekten und hemmende Faktoren einen externen Designer zu engagieren. Bei den Aufgaben belegten die Gestaltung von Firmenlogos, Geschäftspapieren und Broschüren die ersten Plätze. Das Industrial Design belegte den letzten Platz. Als größtes Hemmnis, einen externen Designer zu engagieren, gaben die Befragten an, dass Design zu teuer sei. Am zweithäufigsten wurde angegeben es sei »zu schwer eine Design Agentur mit den richtigen Fähigkeiten zu identifizieren«. Designer wurden meistens durch die Empfehlung Dritter vermittelt, am seltensten durch ein Design Verzeichnis (vgl. Stamm 2005, S. 351–353).

#### 3.1 Die Unterschiede zwischen Fremd- und Selbstwahrnehmung von Design sind erheblich

In einer Umfrage mit Ingenieuren auf die Frage, was die Tätigkeit von Designern sei, lauteten die Antworten: »I know that designers make pretty curves, but beyond that I don't know what they do.« »Being honest, I actually have no idea about a designers' approach or about his abilities.« (vgl. Saucken, Schröder, Lindemann 2011, S. 5)

Zwischen Fremd- und Selbstbild des Design besteht eine erhebliche Diskrepanz. In Bezug auf Berührungspunkte mit Design haben Designer und Nicht-Designer eine sehr ähnliche Grundvorstellung. Den Menschen scheint bewusst zu sein, dass alles Menschgeschaffene auf irgendeine Art gestaltet ist (vgl. Margolus 2011, S. 36–37). Der große Unterschied liegt in der Wahrnehmung, wie diese gestalteten Dinge entstehen. Nicht-Designer vermuten, dass Produkte in einem intuitiven und experimentellen Prozess entstehen, dessen Fokus auf Ästhetik und Schönheit liegt. Es scheint nach wie vor die Vorstellung zu existieren, dass sich Designer mit ihrer Hauptkompetenz, der Kreativität, in Zeichnungen ergehen. Vor allem die Assoziation von Kunst mit Design besteht nach wie vor. Angesichts der Entstehungsgeschichte des Industrial Designs ist dies auch nicht weiter verwunderlich. Die Differenzierung von der Kunst ist jedoch für das heutige Selbstverständnis vieler Designer essentiell, zum Beispiel da die Kunst sich in der Regel nicht als Dienstleister versteht. Designer, die ihre Arbeit als menschbezogen und analytisch einschätzen, stel-

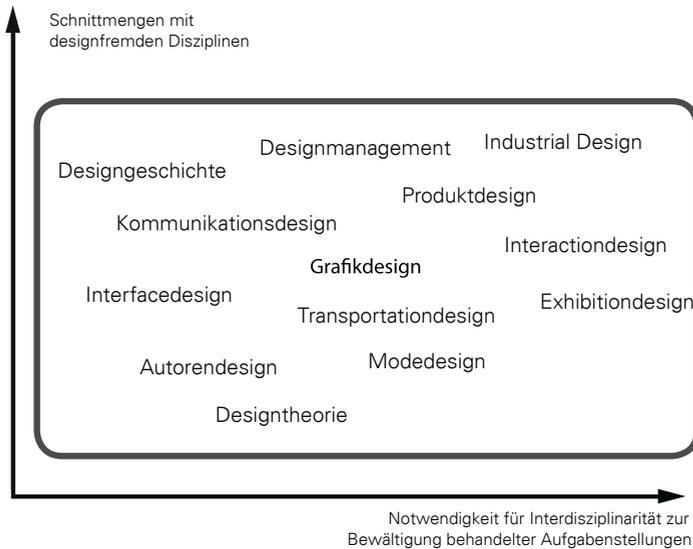
len die Ästhetik der Funktion nach. Sie geben als Hauptkompetenz auch die Kreativität an, nutzen diese aber, um ganzheitlich Probleme zu lösen (vgl. Margolus 2011, S. 34ff). Die Unschärfe in der Wahrnehmung von Design scheint in der Kommunikation der Arbeitsweise von Designern zu liegen. In einer Umfrage von Goos & Zang (2010, S. 132) gaben nur 55% der befragten Designbüros an, nach einem festgelegten Prozess zu arbeiten. Ein Viertel dieser Büros stellt die Prozesse gegenüber dem Kunden nicht dar.

Entsprechend verschieden sind die Auffassungen zu welchem Zweck man mit Designern zusammen arbeiten sollte. Während sich die Designer vor allem bei der Ideengenerierung neuer Produkte, Ausarbeitung von Produktkonzepten und Corporate Identities sehen, würden Nicht-Designer mit einem Designer hauptsächlich zur Beratung bei ästhetischen Problemstellungen, zur Generierung von Werbemitteln für Produkte und zur Erstellung von Visualisierungen von Produkten zusammen arbeiten (vgl. Abbildung 4).

### 3.2 Verwechslung von Können und Kennen – Lücken in der Ausbildung

Ursachen für die Unschärfe lassen sich schon in der Ausbildung von Designern finden. Ausbildungsinhalte werden nicht von Berufsverbänden oder zentralen Organisationen geregelt. Entsprechend groß ist die Bandbreite der Schwerpunkte in den Curricula für Industrial Design an den Hochschulen. Je nach Ausbildungsstätte erfährt der Student eine künstlerische, technische oder betriebswirtschaftliche Ausbildung. »Somit bleibt das Qualifikationsprofil eines Designabsolventen eher ein den Interessensschwerpunkten der einzelnen Dozenten oder der Hochschule geschuldetes Zufallsprodukt« (vgl. Goos & Zang 2010, S.134). Problematisch ist dabei, dass die Inhalte und Ausbildungsbezeichnungen nicht klar voneinander differenziert sind.

Beispielsweise sind die meisten Studiengänge im Industrial- oder Produktdesign in Fachbereichen der Kunst oder der Architektur angesiedelt. In Anbetracht der oft natur- und ingenieurwissenschaftlichen Aufgabenstellungen in der Lehre, scheint dieser Umstand schon fast paradox und führt dazu, dass die Fertigkeiten von Designern den heutigen Anforderungen der freien Wirtschaft oft nicht entsprechen (vgl. Norman 2011, S.92).



*Abbildung 5: Aktuell sind die Stärken und Tätigkeitsfelder des Design nicht klar zu verorten*

Dies hat zur Folge, dass sich beispielsweise im Investitionsgüterbereich die Erwartungen von Auftraggebern und Designern nicht decken. Das angebotene Leistungsspektrum der Designer umfasst neben der Produktgestaltung Ergonomie-Betrachtungen, maßgenauen CAD-Konstruktionen, kompletten Neuentwicklungen, die Überprüfung technischer Realisierbarkeit, Festigkeitsberechnungen und Trend- und Zielgruppenforschung. Dieses Angebot liegt weit über dem Bedarf der Unternehmen. In der täglichen Zusammenarbeit wurde zudem festgestellt, dass die idealen Kompetenzen der Designer sich nicht mit den realen Kompetenzen decken. So liegen Fertigungs-, Produktions- und Materialkenntnisse sowie technische Realkompetenzen nahezu 50% unter den beworbenen Idealkompetenzen (vgl. Goos und Zang 2010, S. 130–132). Designer tun sich schwer ihr *Können* klar zu formulieren und gegenüber lediglichem *Kennen* abzugrenzen.

Norman (2011a) beschreibt in einem Artikel über die Designausbildung vier Faktoren, die sich seiner Meinung nach zur Schärfung der Disziplin ändern müssen:

- Design muss aufhören seine bestehenden Curricula zu verteidigen
- Design muss erkennen, dass handwerkliche Fähigkeiten nicht von jedem Designer gebraucht werden
- Design muss sich ändern wollen und in der Lage dazu sein
- Design muss neue, zeitgemäße Curricula entwickeln, die die Vermittlung von Wissen anderer Disziplinen gemäß den Bedürfnissen von Designern beinhaltet

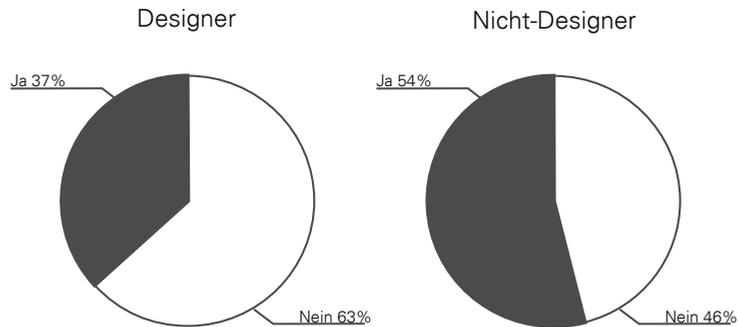


Abbildung 6: Antworten auf die Frage „Hat sich Ihre Meinung vom Design nach der Zusammenarbeit geändert?“ (vgl. Margolus 2011, S. 35)

### 3.3 Wie wird Design kommuniziert?

Gegenwärtig wird das Bild des Berufsstands durch die Medienpräsenz von Modedesign, Transportationdesign oder Autorendesign geprägt und vor allem mit Ästhetik, Schönheit und Kunst assoziiert. Der erste Kontakt mit einem Produkt erfolgt meist über seine visuelle Wahrnehmung. Das Aussehen ruft emotionale Wirkungen hervor. Praktisch-technische Funktionen oder Eigenschaften der Produkte werden erst durch ihren tatsächlichen Gebrauch wahrgenommen (vgl. Godau 2003, S. 20). Dieser Schritt kann sehr spät oder auch gar nicht erfolgen, beispielsweise wenn die Produkte nicht direkt, sondern durch Medien wie Werbung im Fernsehen oder Zeitschriften erfasst werden. In so einem Fall bleibt es bei einer ausschließlich optischen Wahrnehmung des Produkts. Möglicherweise sind Disziplinen wie das Transportation- und Modedesign, die ihren Schwerpunkt in der optischen Gestaltung haben, deshalb so klar kommuniziert. Wie sollen sich Nicht-Designer, Menschen ohne tieferes Wissen in solchen Bereichen, zurecht finden, wenn in Designsammlungen preisgekrönte Uhren auftauchen, bei denen die Uhrzeit nicht abgelesen werden kann? (vgl. Norman 2002, S.151)

Nils Jockel schrieb in seinem Artikel »Philippe Starck – Bewusstsein schwach« von 1996:

*»Obwohl in weniger als 5% der deutschen Wohnungen so genannte Designermöbel stehen, dreht sich die öffentliche Designdiskussion nur um sie. Während sich Museen, Galerien und Lifestyle-Magazine nur mit den vermeintlich Designgeschichte schreibenden Pionieren beschäftigen, nehmen sie das Wohnen der anderen 95% kaum zur Kenntnis. [...] Während der öffentliche Designdiskurs auf »große« Namen beschränkt ist und – fernab von der gesellschaftlichen Wirklichkeit – in Museen, auf Podien und publizistischen Foren stattfindet, bleibt der 95 Prozent-Rest zwar unberücksichtigt aber dennoch nicht unbeeindruckt. Im Gegenteil: da die Entwürfe, Prototypen und Produkte, die von den Experten als diskussionswürdige »Designprodukte« erachtet wurden, der Öffentlichkeit zumeist auf Sockeln, in Vitrinen und in edlen Katalogen präsentiert werden, sind sie der Beurteilung nach gewohnten, alltäglichen Maßstäben entzogen, denn es sind ja quasi Kunstgegenstände.[...]Doch die Stilisierung des Designs zur gehobenen Werthaltung und Lebenseinstellung hat weiterreichende Folgen, weil sie für die gesamte Gesellschaft Normen setzt, die viele Menschen nicht nachvollziehen können, weil sie irrational sind.« (Jockel 1996)*

### 3.4 Ziel und Nutzen der Schärfung

In der Online-Umfrage «Spannungsfeld Interdisziplinarität - Mit Designern zusammen arbeiten» (Margolus Zavala 2011, n = 498) stellte sich heraus, dass sich die Meinung über das Design nach der interdisziplinären Zusammenarbeit mit einem Designer ändert. Bei mehr als der Hälfte aller Nicht-Designer (54%) wandelte sich die Meinung sehr zum Positiven. 68% erachteten die Beteiligung von Designern in interdisziplinären Teams als sinnvoll oder sehr sinnvoll. Erstaunlich war, dass sich bei 65% der Designer die Meinung über Designer anderer Disziplinen nach der Zusammenarbeit zum Positiven änderte. Das kann ein Indiz für bestehende Vorurteile bzw. mangelnde Kenntnis der Designdisziplinen untereinander sein (vgl. Margolus 2011, S. 35–39).

Eine transparente Darstellung der Qualifikationen und Leistung von Design vereinfacht für Vertreter anderer Disziplinen das Verständnis von Design und ermöglicht ihnen einen Kenner-Status zu erreichen. Dies könnte die Akzeptanz im interdisziplinären Umfeld steigern und Kommunikationsbarrieren abbauen.

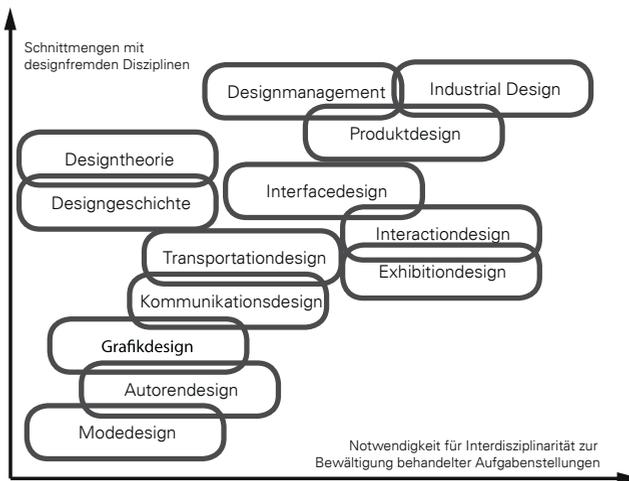


Abbildung 7: Ziel des Design muss eine differenzierte Sichtweise der Einzeldisziplinen sein

#### 4 Die Rolle von Design in der interdisziplinären Teamarbeit

Je nach Aufgabenstellung sind die Fähigkeiten von Designern von großem Nutzen, besonders um den Lösungsraum zu öffnen, kreative Lösungskonzepte zu generieren und diese menschen- und markengerecht zu gestalten. Bei der konkreten Ausformulierung von Details, sollte auf die empathischen Fähigkeiten und den ganzheitlichen Blick des Designers zurückgegriffen werden. Zur konkreten Umsetzung eines Konzepts haben andere Disziplinen ausgereifere Methoden, um Eigenschaften objektiv zu messen und zu bewerten. Beispielsweise können sich Designer, durch Methoden zum Generieren, prototypischen Erproben von Konzepten, und Ingenieure, durch Methoden zur Bewertung und Auswahl von Konzepten hervorragend ergänzen. In der abschließenden Realisierung der Lösung sollte der Designer bei der Darstellung und Präsentation, zumindest als Berater, eine tragende Rolle einnehmen.

Aus der Studie (vgl. Margolus 2011) kristallisieren sich Stärken und Schwächen für Designer im interdisziplinären Team heraus:

Stärken:

- Visualisierung nicht nur als Werkzeug der Präsentation, sondern vor allem der Kommunikation zur Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses von komplexen Sachverhalten oder Produkten (vgl. Owen 2007, S. 25)
- Öffnung des Lösungsraumes und Erarbeitung ungewöhnlicher oder neuartiger Ideen durch Anwendung von Kreativitätstechniken für Wicked Problems
- Third Brain Thinking: eine ganzheitliche und systemische Kontextualisierung von Problemen, bei gleichzeitiger Fokussierung auf kleine Details (vgl. Neumeier 2009, S. 46)
- Human Centered Thinking: Den Nutzer mit seinen Bedürfnissen im Fokus der Gestaltung

Schwächen:

- Keine eindeutige Profilierung des Design, seiner Unterdisziplinen und des Berufsbildes. Dadurch entsteht Diskrepanz zwischen Selbst- und Fremdwahrnehmung
- Fehlgeleitete oder mangelnde Kommunikation der eigenen Leistungen
- Mangel an etablierten, objektiven Methoden bzw. der Dokumentation und Veröffentlichung ihrer Anwendung
- Kompetitive Arbeitsweise durch Prägung in der Ausbildung oder im Studium
- Ausbildung vornehmlich an Kunsthochschulen oder in Fachbereichen der Architektur, trotz hauptsächlicher Aufgaben aus der Technik oder der Wirtschaft (vgl. Norman 2011, S. 92)

## **5 Ein Weg zu Interdisziplinarität**

Die meisten Unternehmen sehen das Potenzial von interdisziplinärer Arbeit innovative Lösungen und Produkte zu entwickeln. Für die Anwendung fehlen jedoch Mittel, Methoden und Erfahrungen um effektive Prozesse und hochwertige Ergebnisse sicher zu stellen (vgl. Peters 2004, S.146).

Beispiele von erfolgreichen Projekten und deren Nutzen oder Fehlschlägen könnten die Akzeptanz und Verbreitung interdisziplinärer Arbeit erhöhen. Vor allem die Abgrenzung gegenüber mono- und multidisziplinärer Arbeit. Eine erhöhte Nachfrage könnte einen Strukturwandel in der Ausbildung bewirken und Lehrpläne einzelner Disziplinen für andere Wissensfelder öffnen.

Im interdisziplinären Umfeld ist es wichtig die Stärken und den Nutzen der eigenen Disziplin zu kennen und erklären zu können. Man muss wissen in welchen Bereichen man Experte (Könnner) im Team ist und in welchen man Kenntnisse der anderen Disziplinen haben muss (Kenner).

Das Design hat hier zur Aufgabe die Ziele, den Forschungsgegenstand und die Methoden der Disziplinen klarer zu definieren und auszudifferenzieren, um im Spannungsfeld Interdisziplinarität besser Position beziehen zu können.

Die erarbeitete Brauchen-Können-Wollen-Checkliste für interdisziplinäre Arbeit ist als dynamisches Arbeitsmittel zu betrachten. Die jetzige Version dient zur Orientierung. Die Autoren ermutigen zum Gebrauch und der individuellen Anpassung des Dokuments, gemäß den eigenen Bedürfnissen. Das kostenlose Dokument erhalten Sie unter: [www.id.ar.tum.de/index.php?id=121](http://www.id.ar.tum.de/index.php?id=121).

## Literaturverzeichnis

- Balsinger, P. 2004: Supradisciplinary research practices: history, objectives and rationale. In: *Futures: The journal of policy, planning and future studies* 36 (1), S. 407–421
- Bergner, A. 2011: Inter...was? In: *Gateway*, Nr. 4, S. 4–6
- Boom, H. van den; Romero-Tejedor, F. 2003: *Design. Zur Praxis des Entwerfens*. Hildesheim: Georg Olms.
- Dietrich, A. 2004: The cognitive neuroscience of creativity. In: *Psychonomic Bulletin and Review*, 11 (6), 1011–1026
- Ehrlenspiel, K. 2007: *Integrierte Produktentwicklung – Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit*. München: Hanser.
- Glatzel, G.; Wiehle, M. 2010: Produktinnovation und Kostenkontrolle durch multidisziplinäre Kooperation. In: Linke, M.; Kranke, G.; Wölfel, C.; Krzywinski, J.; Drechsel, F. (Hrsg.): *Design – Kosten und Nutzen*. Dresden, TUDpress.
- Goos, J.; Zang, R. 2010: Kompetenzprofil von Industriedesignern aus der Sicht von Investitionsgüterherstellern. In: Linke, M.; Kranke, G.; Wölfel, C.; Krzywinski, J.; Drechsel, F. (Hrsg.): *Design – Kosten und Nutzen*. Dresden: TUDpress.
- Jehn, K.; Mannix, E. 2001: The Dynamic Nature of Conflict: A Longitudinal Study of Intragroup Conflict and Group Performance. In: *Academy of Management Journal*, Vol. 44, No. 2, S. 238–251
- Jockel, N. 1996: Philippe Starck – Bewusstsein schwach. <http://www.raymondloewyfoundation.com/blog/2010/05/philippe-starck-bewusstsein-schwach>, abgerufen am 21.05.2011

- Rittel, H.; Webber, M. 1973: Dilemmas in a general theory of planning.  
In: Policy Sciences, Vol. 4, No. 2, S. 155–169
- Rosentsiel, L. 2000: Grundlagen der Organisationspsychologie.  
Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Margolus Zavala, C. 2011: Spannungsfeld Interdisziplinarität. Mit Designern zusammen arbeiten?  
[http://www.id.ar.tum.de/fileadmin/media/downloads/Margolus\\_Spannungsfeld\\_Interdisziplinarität\\_DR2.pdf](http://www.id.ar.tum.de/fileadmin/media/downloads/Margolus_Spannungsfeld_Interdisziplinarität_DR2.pdf), abgerufen am 10.08.2011
- Neumeier, M. 2009: The Designful Company. Berkeley: New Riders.
- Norman, D. 2002: The Design of Everyday Things. New York: Basic Books.
- Norman, D. 2011a: Design Education: Brilliance without Substance.  
[http://www.core77.com/blog/columns/design\\_education\\_brilliance\\_without\\_substance\\_20364.asp](http://www.core77.com/blog/columns/design_education_brilliance_without_substance_20364.asp), am 25.03.2012
- Norman, D. 2011b: Wir brauchen neue Designer! Why Design Education Must Change. In: Form, Nr. 238, S. 92–95
- Owen, C. 2007: Design Thinking: Notes on its Nature and Use.  
In: Design Research Quarterly, Vol. 2, No. 1, S. 16–27
- Peters, S. 2004: Modell zur Beschreibung der kreativen Prozesse im Design unter Berücksichtigung der ingenieurtechnischen Semantik. Duisburg-Essen:  
Dissertation Universität Duisburg-Essen.
- Saucken, C. von ; Schröer, B.; Lindemann, U. 2011: Industrial Designers and Engineers in Product Development. Conflicts And Approaches For Improving Collaboration.  
Delft: IASDR – 4th World Conference on Design Research.
- Stamm, B. 2005: Managing Innovation, Design and Creativity.  
West Sussex: John Wiley & Sons.
- Wood, J. (et al.) 2010: Organisational Behaviour: Core Concepts and Applications.  
Milton: John Wiley & Sons.

## **Kontakt**

Christian Margolus Zavala  
Sandra Hirsch  
Technische Universität München  
Lehrstuhl für Industrial Design  
Prof. Fritz Frenkler  
Arcisstr. 21  
80333 München  
[www.id.ar.tum.de](http://www.id.ar.tum.de)

Anne Bergner & Ulrike Rogler

## **Do you speak Design? – Designkommunikation in Unternehmen**

Designprozesse in Unternehmen sind durch immer enger vernetzte Arbeitsweisen und steigende Wissensintensität geprägt. Die Bedeutung der Kommunikation in diesen interdisziplinären Kontexten wächst. Für das Design stellt diese Entwicklung eine besondere Herausforderung dar: sowohl bezüglich der Inhalte die es kommuniziert, der Methoden und Werkzeuge, die dafür eingesetzt werden, wie auch der Entwicklung einer kommunikativen Grundkompetenz als Teil einer umfassenden Designkompetenz.

### **Interdisziplinäre Kommunikation in Unternehmen**

Unternehmensbereiche wie Marketing, Design und Konstruktion sind nicht nur in ihren Kompetenzen und Inhalten, sondern auch in ihren grundsätzlichen Denkweisen, ihren Werten, ihren Methoden und Kommunikationskulturen sehr verschieden (Busch 2008). In Entwicklungsprozessen treffen mitunter »Welten« aufeinander, die sich zuweilen nur schwer verständigen können und nur über persönliche Sympathien zu einander finden. Mentale Barrieren, Missverständnisse, falsche Priorisierungen und Fehlentscheidungen sind die Folge (Abbildung 1).

Die Zusammenarbeit in zeitlich begrenzten Projekten bedeutet eine zusätzliche Belastung bei der Entwicklung und Verfolgung gemeinsamer Ziele. Denn unter diesen Bedingungen entwickeln sich nur schwer stabile sozi-technische Systeme, die die Voraussetzung für vertrauensvolle Kooperation sind. (Rusch 2001). Im Zweifelsfall sind



*Abbildung 1: Missverständnisse sind in der interdisziplinären Kommunikation keine Seltenheit*

sich die einzelnen Akteure der Interessen der »Heimat«-Bereiche bewusster und eher geneigt sie zu vertreten, als den Projekt- oder sogar Unternehmenszielen. Ein wesentlicher Grund ist der fehlende Zugang und das fehlende Wissen über die Inhalte, Kompetenzen, Methoden und Werte der angrenzenden Disziplinen und ihren Beitrag zum Gesamterfolg des Projektes.

Damit wächst die Bedeutung der interdisziplinären Kommunikation sowie die Effizienz und die Effektivität kommunikativen Handelns. Auch über Entwicklungsprozesse hinaus werden sie zunehmend als wichtige Stellgröße verstanden. Die Bereitschaft und Fähigkeit zur Kommunikation wird zu einer zentralen Kompetenz in dynamischen und multikodalen Umfeldern von Unternehmen (Müller 2008). Denn ohne Kommunikation – und das bedeutet insbesondere die sprachliche Verständigung – kann weder das Wissen der Einzelnen im Unternehmen verfügbar werden, noch können gemeinsame interdisziplinäre Argumentationsprozesse stattfinden (Probst & Büchel 1998).

In Organisationen ist das Verständnis von Kommunikation immer noch sehr von einem einfachen, linearen Sender-Empfänger-Modell der Kommunikation, wie z.B. das mathematische Informationsmodell von Shannon und Weaver (1949) geprägt. Dass Kommunikation ein komplexerer Vorgang ist, wird durch den Kommunikationsbegriff in der soziologischen Systemtheorie Niklas Luhmanns (1984) klar.

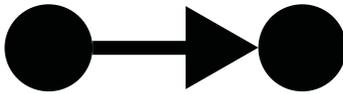
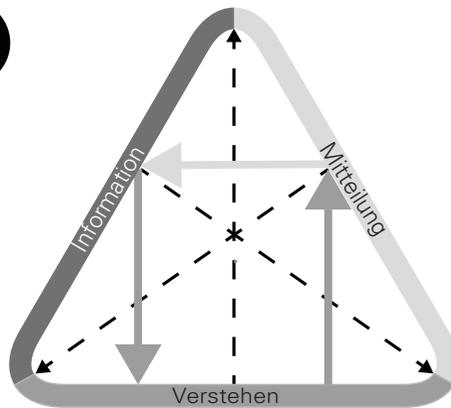


Abbildung 2: Lineares Kommunikationsmodell (oben) und Kommunikationsmodell aus der soziologischen Systemtheorie (rechts) im Vergleich



Hier fungiert Kommunikation als Einheit von Information, Mitteilung und Verstehen auf mehreren Seiten. Kommunikation kann also erst dann als gelungen betrachtet werden, wenn die Mitteilung auch wirklich verstanden wurde (siehe Abbildung 2).

In interdisziplinären Prozessen bedeutet das, dass die disziplinären Inhalte, das Expertenwissen und fachspezifischen Denkweisen, auch Laien – und das sind in diesem Fall die Experten der anderen Disziplinen – verständlich gemacht werden muss. Vereinfachung und Veranschaulichung wird aber von Experten oft als fachlich unseriös und oberflächlich empfunden. Tatsächlich ist die Vermittlungskompetenz von der persönlichen kommunikativen Begabung abhängig. In Expertenkulturen, deren primärer Maßstab die fachliche Kompetenz ist, finden sich nur vereinzelt begabte Kommunikatoren.

Kommunikation bedeutet immer (Zeit-) Aufwand und stellt erhebliche Anforderungen dar – Umstände, die sehr individuell empfunden und bewältigt werden (Bromme et al. 2004). Durch den höheren Aufwand verursacht Kommunikation konkrete Kosten im Projekt. Die Kosten, die fehlende Kommunikation im weiteren Verlauf eines Entwicklungsprojektes verursacht, sind ungleich größer. Doch das Bewusstsein für diese Zusammenhänge fehlt in Unternehmen und Budgetpläne berücksichtigen diesen Umstand selten.

## **Designkommunikation auf allen Ebenen**

Für das Design in Unternehmen ist gelungene Kommunikation »überlebenswichtig«. Nur der intensive Austausch von Wissen, klare Kommunikation und enge Kooperation führen hier zum Erfolg.

Design als Schnittstelle der unterschiedlichsten Disziplinen im Produktentwicklungsprozess hat die komplexe Aufgabe, unterschiedlichste Anforderungen aus verschiedenen Entwicklungsbereichen und designspezifische, gestalterische Inhalte in optimal ausbalancierte Gesamtlösungen zu integrieren. Dabei werden die komplexen Themen und Inhalte des Designs von den Prozesspartnern oft als »weich« und von subjektiven Geschmacksurteilen abhängig wahrgenommen. Design ist zwar erklär- und vermittelbar, aber nicht restlos objektivierbar. Zudem weicht der Designbegriff der angrenzenden Disziplinen stark vom Selbstverständnis der Designer ab, was sich z.B. auch in Standardwerken des Maschinenbaus abbildet. So wird bei Pahl et al. (2007: 207) bei der Beschreibung des Entwicklungskontextes das Design mit der bildenden Kunst gleichgesetzt.

Ein erster, wichtiger Schritt, um eine Verständigung in der interdisziplinären Zusammenarbeit zu verbessern, ist es überhaupt erst mal ein Bewusstsein dafür zu schaffen, dass es unterschiedliche Perspektiven, unterschiedliches Wissen, Werte und Begriffsverwendungen gibt (Bouncken 2011). Die Abschätzung der fremden Perspektive (Antizipation) und die Anpassung der eigenen Kommunikationsbeiträge an diese antizipierte Perspektive (Adaptation) sind dabei unumgänglich, um einen »Common Ground« zu erzeugen (Bromme et al. 2004).

Um ein gemeinsames Verständnis des Designs selbst und eine kompetentere Wahrnehmung der Designinhalte bei den relevanten Prozesspartnern zu erreichen, kann die zielgruppengerechte (Nicht-Designer) Formulierung und Kommunikation von gestalterischen Hintergründen, Konzepten und Kontexten im Rahmen der operativen (Produkte, Projekte, u.a.), und strategischen (z.B. Markendesign, Designleitlinien) Designarbeit von entscheidender Bedeutung sein. Eine Vermittlung der gestalterischen Ziele, die hinter einem Entwurf liegen und eine nachvollziehbare Beschreibung des Weges dorthin

ermöglicht ein kollektives Verständnis, die Verhandlung und Abstimmung der kollektiven Ziele und nachhaltige Internalisierung dieser Ziele. (Rambow 2004)

Erkenntnisse aus dem Bereich der Organisationsentwicklung (u. a. Senge 1990) und ihre Übertragung auf den Bereich des Designs legen nahe, dass eine Explikation und Kommunikation eines (wenn auch nur für das Unternehmen gültigen) Designbegriffes und normativer Designinhalten (Werte, Haltungen, Visionen) die Motivation und das Commitment für Designinhalte bei allen – Designern wie Prozesspartnern – wirksam stärkt. Die Kommunikation des Designs auf allen drei Ebenen macht Design in allen relevanten Unternehmensprozessen wirksam (siehe Abbildung 3).

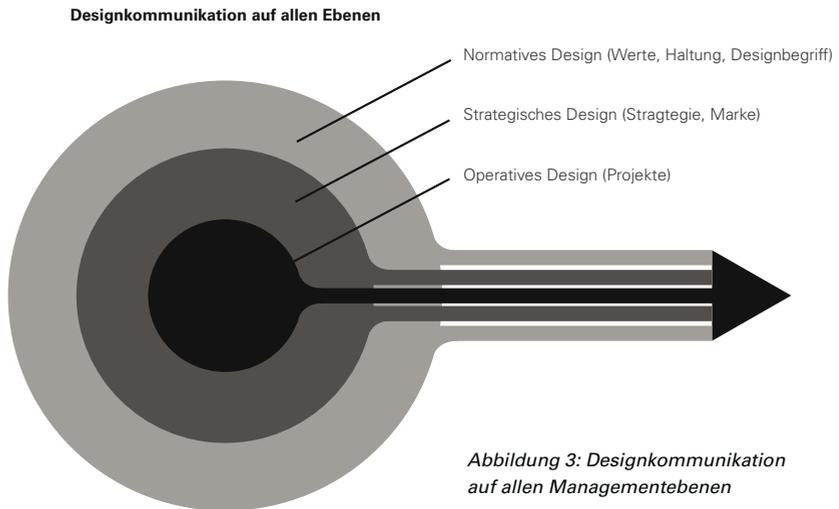
Diese breite, auch seine Leistung, Bedeutung und Kontexte betreffende Kommunikation trägt dem Bemühen des Designs um größere Einflussnahme und früherer Einbeziehung in Entwicklungsprojekte Rechnung (Thurston-Churtraw 2006). Insbesondere dann, wenn Designer sich auch als Moderatoren, Faciliator oder Mentoren von Innovationsprozessen verstehen (Gray 2011). Durch diese Ausdehnung der Designkommunikation auf weitere inhaltliche Ebenen und der notwendigen, stärkeren Berücksichtigung des interdisziplinären Kontextes, müssen auch die Gewohnheiten, Strategien und Methoden der Kommunikation im Design einer kritischen Revision unterzogen werden. Oft wird die Vermittlung der eigenen Arbeit von den Gestaltern selbst immer noch als weitgehend unabhängig von ihrer Kernaufgabe – dem Gestalten – empfunden (Rambow 2004).

### **Bilder können mehr...**

Die allgemein am stärksten mit der Arbeit der Designer verbundenen Kommunikationsformen sind Zeichnungen, Bilder und Modelle. Diese visuell orientierte Ergebnisvermittlung des Designs stellt für die interdisziplinäre Arbeit grundsätzlich sehr effiziente Kommunikationsmethoden zur Verfügung. Als unmittelbar lesbare »Grenzobjekte« haben sie die Fähigkeit, Wissen grenzüberschreitend zu vermitteln (Ewenstein & Whyte 2009), denn Bilder werden ohne Sprache verstanden.

Bilder ermöglichen eine hohe Kommunikationsgeschwindigkeit, eine fast automatische Aufnahme ohne größere gedankliche Anstrengungen, eine besonders effiziente Informationsverarbeitung, eine subtile Übermittlung von Einstellungen und Gefühlen, eine hohe Glaubwürdigkeit sowie eine hohe Anschaulichkeit und erzeugen dadurch allgemeine Verständlichkeit (Schirl 2001).

Durch den Einsatz neuer Technologien haben sich die Möglichkeiten der visuellen Repräsentation und Simulation konkreter Entwürfe erheblich erweitert. Die Bandbreite und differenzierten Wirkungen der visuellen Ausdrucksmöglichkeiten auch konzeptionelle Hintergründe zu transportieren, werden jedoch in der gängigen Designpraxis meist nicht reflektiert und zielorientiert genutzt. Auch die Bandbreite der Informationen, die im Entwurfsprozess kommuniziert werden müssen, hat sich erweitert. Daten und Fakten, Kontext und systemische Zusammenhänge sind wichtige, designrelevante Informationen in komplexer werdenden Produktentwicklungsprozessen.



Das »Design vor dem Design«, die konzeptionelle Designarbeit, findet klassischerweise seinen Ausdruck in Konzeptcollagen, Mood- oder Style-Boards. Bildcollagen sind ein ideales Instrument, um komplexe Anmutungen wie auch gestalterische Hintergründe und Konzepte unmittelbar sichtbar zu machen. Als inspirierende Objekte helfen sie, das Entwurfskonzept besser (be)greifbar zu machen, es zu externalisieren und in Bildern und Metaphern zu beschreiben. Sie dienen damit nicht nur der Vermittlung, sondern auch der Klärung im Entwurfprozess selbst (Kompast et al. 2000). In der Praxis sind solche Moodboards jedoch von geringer gestalterischer Ausdruckskraft, flach und stereotyp im Ausdruck (Iliescu 2008). Visuelle Überfrachtung ist dabei der häufigste Fehler (Küthe & Thun 1995). Das Bewusstsein für das gestalterische und kommunikative Potenzial solcher Werkzeuge, wie auch die Kompetenz mit Bilderwelten zielsicher umzugehen, ist bei Designern, deren Kernkompetenz nicht das Kommunikationsdesign ist, oft nicht entsprechend vorhanden.

### **Das wichtigste Medium: die Sprache**

Mehr als Bildern, kommt der Sprache in der komplexen Kommunikation in Unternehmensprozessen die zentrale Rolle zu. Sie ist ein einfach steuerbares, flexibles und dynamisches Medium und die hauptsächliche Trägerin fachlicher, kultureller und ideologischer Wissensvorräte (Müller 2008: 18).

Dabei stößt die verbale Verständigung im interdisziplinären Kontext auf zwei Umstände: Zum einen der Schwierigkeit implizites Expertenwissen präzise zu beschreiben und zu vermitteln, zum anderen auf die oft extremen unterschiedlichen Fachsprachen und Begrifflichkeiten. Auch das macht die Bedeutung einer vorgelagerten positionalen Aufklärung – auch mit visuellem Material – deutlich. Entsprechend kann bei Prozesspartnern ein Vorverständnis und eine Sensibilisierung entwickelt werden, so dass verbal vermittelte Inhalte leichter assimiliert werden können (Busch 2008). Sprache spielt nicht nur für die Vermittlung und Begründbarkeit von Designinhalten eine zentrale Rolle, sondern auch im kollaborativen Entwurfprozess selbst (Lawson 2004).

Ein wesentlicher Baustein dazu sind verlässliche Begriffe und theoretisches gestalterisches Wissen bei den Designern selbst. Die Forderung nach einer Entwicklung von allgemeinverständlichen Designbegriffen – als kommunikative Ausgangsbasis – wird in diesem Zusammenhang in der Forschung und Lehre, wie auch in der Praxis, immer deutlicher (Wachs 2010). In diesem Zusammenhang erscheint es sinnvoll und wünschenswert die existierenden Ansätze, durch Begriffsdefinitionen mit visuellen Referenzen Klarheit zu schaffen (z. B. Formfächer, Züricher Hochschule für Gestaltung & Burg Giebichenstein 2009), auch auf weitere Bereiche, wie Gestalteigenschaften, Gestaltungsprinzipien, Syntax, Semantik und konzeptionellen Ansätzen zu erweitern. Der Bedarf der Designer, ihre Kommunikationskompetenzen für die tägliche Designkommunikation zu erweitern – sowohl was die visuellen und verbale Kommunikation im allgemeinen, wie auch die Formulierung spezifischer Werte und Haltungen betrifft – ist groß. Dann kann sich die Kompetenz des Designs, sensibel auf spezifische Anforderungen und Wahrnehmungen unterschiedlicher Zielgruppen einzugehen, auch in der Kommunikation seiner selbst beweisen.

### Literaturverzeichnis

- Bouncken, R. 2011: Kommunikationsbarrieren und Pfadabhängigkeiten.  
Die ambivalente Wirkung unterschiedlicher Näheformen auf kollaborative Wissensarbeit. In: Ibert, O. & Kujath, H. J. (Hrsg.): Räume der Wissensarbeit, Zur Funktion von Nähe und Distanz in der Wissensökonomie. Berlin: Springer.
- Bromme, R., Jucks, R. & Rambow, R. 2004: Experten-Laien-Kommunikation im Wissensmanagement. In: Reinmann, G. & Mandl, H. (Hrsg.): Der Mensch im Wissensmanagement, Psychologische Konzepte zum besseren Verständnis und Umgang mit Wissen, (176–188). Göttingen: Hogrefe
- Busch, M. 2008: Kompetenzsteuerung in Arbeits- und Innovationsteams, Eine gestaltungsorientierte Analyse. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Ewenstein, B. & Whyte, J. 2009: Knowledge practices in design, The role of visual representations as „epistemic objects“. In: Organization Studies, 30 (1), 7–30  
Deutsche Übersetzung: Wissenspraktiken im Design, Die Rolle visueller Repräsentationen als „epistemische Objekte“: Jahreskonferenz der Deutschen Gesellschaft für Designtheorie 2010

- Gray, P. 2011: How clients can use an industrial designer as a mentor,  
<http://www.pdesigni.com/blog/12>, 02.04.2011
- Iliescu, S. 2008: Beyond Cut-and-Paste, The Promise of Collage in Contemporary Design. In: Places, 20 (1), 60–69.  
[http://designobserver.com/media/pdf/Research\\_and\\_D\\_826.pdf](http://designobserver.com/media/pdf/Research_and_D_826.pdf), März 2011
- Kompast, M., Lainer, R. & Wagner, I. 2000: Die Wunderkammer als Inspirations- und Erinnerungsraum. In: Faßler, M. (Hrsg.): Ohne Spiegel leben, Sichtbarkeiten und posthumane Menschenbilder, 313-332, München: Wilhelm Fink Verlag.
- Küthe, E. & Thun, M. 1995: Marketing mit Bildern, Management mit Trend Tableaus, Mood-Charts, Storyboards, Fotomontagen und Collagen. Köln: DuMont.
- Lawson, B. 2004: What Designers know. Oxford: Elsevier Architecture Press.
- Müller, A. P. 2008: Aufgabenfelder einer Linguistik der Organisation. In: Menz, F. & Müller, A. P. (Hrsg.): Organisationskommunikation. Grundlagen und Analysen der sprachlichen Inszenierung von Organisation. Managementkonzepte, 34, München /Mering: Rainer Hampp Verlag.
- Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J. & Grote, K.-H. 2007: Konstruktionslehre, Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung. Berlin/Heidelberg: Springer.
- Probst, G. J. B./Büchel, B.S. T. 1998: Organisationales Lernen, Wettbewerbsvorteil der Zukunft, Wiesbaden: Gabler
- Rambow, R. 2004: Entwerfen und Kommunikation. In: Hahn, A. (Hrsg.): Ausdruck und Gebrauch, Dresdner wissenschaftliche Halbjahreshefte für Architektur – Wohnen – Umwelt, 4,103–124, Aachen: Shaker.
- Rusch, G. 2001: IT-Projekt-Kommunikation, Kommunikation in Prozessen sozialer Strukturierung, soziotechnischen und multiplexen Systemen.  
 In: Freitag, M, Müller, C., Rusch, G & Spreitzer, T. (Hrsg.): Projektkommunikation, Strategien für temporäre soziale Systeme, 49-86.  
 Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Schierl, T. 2001: Text und Bild in der Werbung, Bedingungen, Wirkungen und Anwendungen bei Anzeigen und Plakaten, Köln: Halem.
- Senge, P.M 2003: Die fünfte Disziplin, Kunst und Praxis der lernenden Organisation. Stuttgart: Klett-Cotta Verlag.
- Thurston-Churtraw, M. 2006: Disruptive Cycles, Adaptive Strategies, and Principles of Leadership, Tantalizing Connections. In: DMI Review, 17 (4), 39–47
- Wachs, M.-E. 2010: Position zur Designwissenschaft. Vorwärts nach weit – definiert die Designbegriffe. In: Romero-Tejedor, F.& Jonas, W. (Hrsg.): Positionen zur Designwissenschaft, 126–129, Kassel: University Press.
- Züricher Hochschule der Künste & Burg Giebichenstein Hochschule für Kunst und Design Halle (Hrsg.) 2009: Formguide / Formfächer, Understand – Design – Terms / Design – Begriffe – Begreifen. Ludwigsburg: avedition.

## **Kontakt**

Prof. Dipl.-Des. Anne Bergner

Dipl.-Des. Ulrike Rogler

Hochschule für angewandte Wissenschaften Coburg

Fakultät Design

Am Hofbräuhaus 1

D-96450 Coburg

*<http://www.hs-coburg.de/annebergner>*

*<http://www.hs-coburg.de/>*

Jörg Reiff-Stephan

## **Innovationskooperation im Spannungsfeld von „Design + Technik“**

Internationalisierung, Kostendruck sowie Marktturbulenzen zwingen Industrieunternehmen zur permanenten innovativen Anpassung ihres Produktportfolios wie auch Fabrik- und Produktionsstrukturen. In der heutigen Zeit ist die sichere Beherrschung der verschiedenartigen Produktionstechnologien für Unternehmen von besonderer Bedeutung. Der Begriff der »Industriellen Produktion« umfasst hierbei alle erforderlichen Teilschritte zur Herstellung eines Produkts oder einer Dienstleistung. Hierzu zählen unter anderem die Aufgabenbereiche der Konstruktion, Arbeitsplanung, Fertigung und Montage. Innerhalb unseres täglichen Gesellschaftsbilds finden sich unzählige Gegenstände (»Produkte«) unterschiedlichster Form, Farbe und Beschaffenheit.

Das Ziel moderner, produzierender Unternehmen ist es, derartige Produkte effektiv und unter den Gesichtspunkten höchster Effizienz für das Unternehmen, die Menschen und der Umwelt herzustellen (Wiendahl 2008, Reiff-Stephan 2011). Der Fertigung vorweg geht der Prozess der gedanklichen Vorbereitung (Planung) wie auch Ableitung des Lösungsraumes aus den Bedürfnissen des Marktes (Entwicklung).

Produkte wie auch Dienstleistungen schneller zu entwickeln, ist hierbei unter den wachsenden Anforderungen global agierender Unternehmen wesentliche Voraussetzung für Beibehaltung und Ausbau ihrer Marktposition. Dieses gilt gleichermaßen für Traditi-

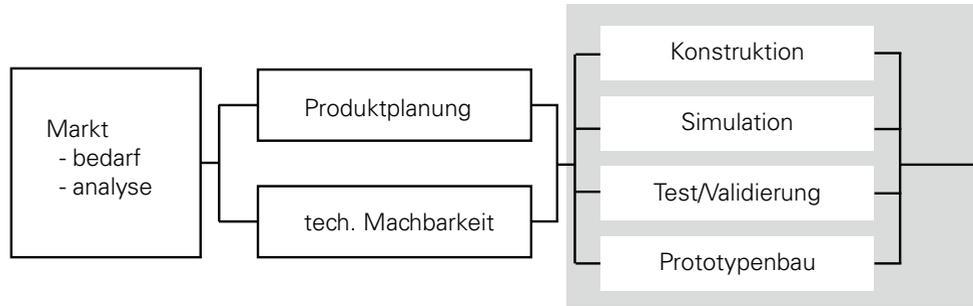
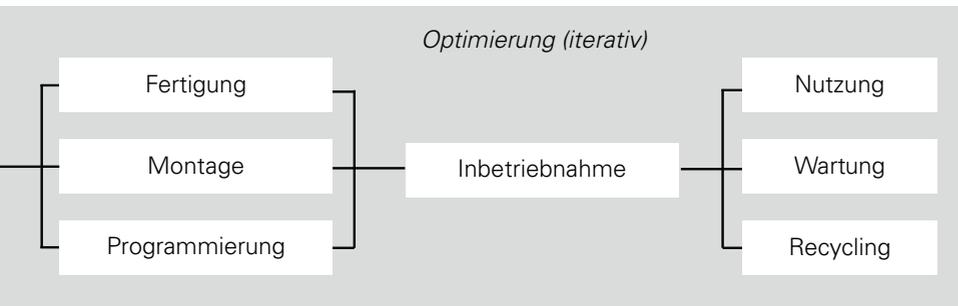


Abbildung 1: Phasenmodell Produktenwicklung

onsunternehmen wie auch für die frühe Phase des Entrepreneurs, der angehalten ist, seine Produkte und Dienstleistungen schnell dem Markt zu präsentieren. Zu lange Entwicklungsphasen sind nicht nur kostspielig in der Durchführung sondern führen oftmals auch zu einem immensen Verlust an Umsatz und Marktimage. Unter diesem Fokus rücken die technische Konstruktion sowie die Formgestaltung eines Produktes im Rahmen der Innovationstätigkeiten in den Unternehmen immer mehr zueinander. Früher akzeptierte Prozesse der abschließenden Formgebung sind für moderne Entwicklungsteams nicht mehr realisierbar. Gestalter und Ingenieure sind angehalten, ihr Bereichswissen kommunikativ und effizient in Entwicklungsteams einzubringen. Dieses bedingt aber nicht nur ein neues verbales Verständnis, sondern vielmehr auch die Bereitschaft der kooperierenden Gestaltungszweige aufeinander zuzugehen und voneinander zu lernen (Reiff-Stephan 2008).

### Zielhorizont der Kooperationen

Für die Bewältigung der aktuellen Wirtschaftskrise werden Innovationen eine wichtige Bedeutung bei der Bestimmung der Marktposition des Unternehmens im Einzelnen aber auch der Volkswirtschaft im Ganzen beigemessen. Nach dem Motto »Stillstand ist Rückstand« ermöglichen Innovationen den Unternehmen, gestärkt aus der Krise hervorzugehen und durch marktreife Neuentwicklungen



frühzeitig von einem Wiederaufschwung zu profitieren. Produkt-, Dienstleistungs- sowie administrative oder technische Prozessinnovationen sind wichtige Stellhebel für den langfristigen Unternehmenserfolg. Gerade die Entwicklung neuer Produkte kann durch erhöhte Investitionen in betriebliche Forschung und Entwicklung (FuE) gefördert werden. Viele Unternehmen in Deutschland weisen jedoch keine oder nur geringe FuE-Aktivitäten auf und können daher von dieser innovationstrategischen Option in der Krise aufgrund mangelnder Ressourcen nicht in gleichem Maße Gebrauch machen wie stärker forschungsintensive Unternehmen. Die Teilnahme an FuE- bzw. Innovationskooperationen stellt daher insbesondere für nicht forschungsintensive Unternehmen eine Möglichkeit dar, eigene fehlende FuE-Kompetenzen zu kompensieren und Innovationsprojekte zu realisieren, die aus eigener Kraft vielleicht nicht gestemmt werden könnten. Die Ergebnisse zeigen, dass nicht-forschungsintensive Betriebe, die in FuE-Kooperationen neue Technologieimpulse aufnehmen, deutlich häufiger Produktinnovationen hervorbringen und in vermarktbar Produkte umsetzen (Som et. al. 2011).

Wesentlich einer erfolgreichen wirtschaftlichen Tätigkeit ist die Herausstellung von effizienten Innovationsstrukturen in der Ausbildung der Lösungsfindung wie auch der unternehmerischen Vernetzung der produktionsrelevanten Unternehmensbereiche. Kooperation nimmt hierbei sowohl zwischen den internen Unternehmensbe-

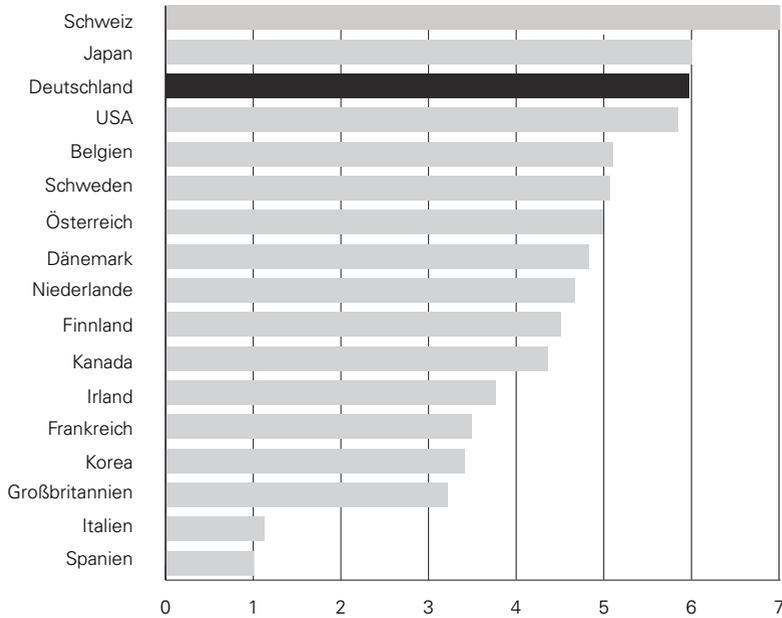


Abbildung 2: Innovationssubindikator „Vernetzung“ (Hirschhausen 2009)

reichen wie aber auch unternehmensübergreifend mit den Marktakteuren eine herausragende Stellung ein. Die Bedeutung von Kooperation und Vernetzung ergibt sich damit aus der zunehmenden Arbeitsteilung zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen sowie zwischen Unternehmen mit unterschiedlicher technologischer Spezialisierung im Innovations- und schließlich auch im Produktionsprozess (Hirschhausen et al. 2009).

Wie in Abbildung 2 ausgewiesen, kennzeichnet Deutschland im internationalen Vergleich eine hohe Qualität und starke Vernetzung (Ausmaß) in der Durchführung von industriellen Innovationsprojekten. Innerhalb dieser Kooperation werden Informationen ausgetauscht und Kompetenzen der einzelnen Akteure zusammengeführt. Dazu kommt, dass die Risiken eines komplexen Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsprozesses oft nur gemeinsam von den

Akteuren getragen werden können. Allerdings kann die Kooperation mit Partnern auch die Gefahr des Scheiterns von Innovationsprojekten erhöhen, weil besondere Fähigkeiten zur Organisation der Zusammenarbeit erforderlich sind, die nicht alle Partner von vornherein haben. Oft besteht auch eine Unsicherheit über die Ziele und die moralische Integrität vor allem neuer, noch unbekannter Kooperationspartner. Besonders in der horizontalen Kooperation ähnlicher Unternehmen (auf einer Wertschöpfungsstufe im Produktionsprozess) besteht die Gefahr des einseitigen Wissensabflusses. Vertrauen zu den beteiligten Akteuren ist deshalb eine wichtige Voraussetzung für den Austausch von Wissen in der Zusammenarbeit.

### **Kundeneinbindung in den Innovationsprozess**

Signifikant für Produkt- und Dienstleistungsinnovationsprozesse ist, dass die Einbindung der Kunden im Rahmen vertikaler Kooperationspartnerschaften ein hilfreiches Instrument zur effektiven Gestaltung der Lösungsfindung und Umsetzung beschreibt. Eine Interpretation erfolgt nach Abbildung 3 im Rahmen des dort dargestellte ‚Stage-Gate‘ -Prozess von Cooper (2000). Cooper unterteilt den Innovationsprozess in fünf Grundphasen (Stages) und fünf Meilensteine (Gates). Jeder Meilenstein dient als Kontrollpunkt für die Weiterführung oder das Ende des Innovationsprozesses bzw. des Projektes. An den Meilensteinen werden Projektreviews abgehalten, die wichtigen Ergebnisse vorgestellt und über die Weiterführung des Projektes entschieden. Dabei muss das Umfeld genau analysiert werden. Dazu gehört auch eine Analyse der Opportunitätskosten.

Vorteilhaft ist, dass der Stage-Gate-Prozess den Schwerpunkt auf die Entscheidung über die Projektweiterführung legt. Für eine flexible Kooperationssteuerung ist er offen, bezüglich der detaillierten Ausgestaltung der einzelnen Phasen, so dass diese auf die unterschiedlichen Projektbedürfnisse angepasst werden können (Link 2001). Jede Prozessphase nimmt mehr Ressourcen in Anspruch als die Vorhergehende. Ziel jeder Prozessphase sollte sein, die Projektrisiken durch immer präzisere Informationen zu mindern. Dieser kann durch externe Akteure und hierbei insbesondere durch die Nutznießer der Entwicklungen – den Kunden – erreicht werden. Cooper hebt hierbei

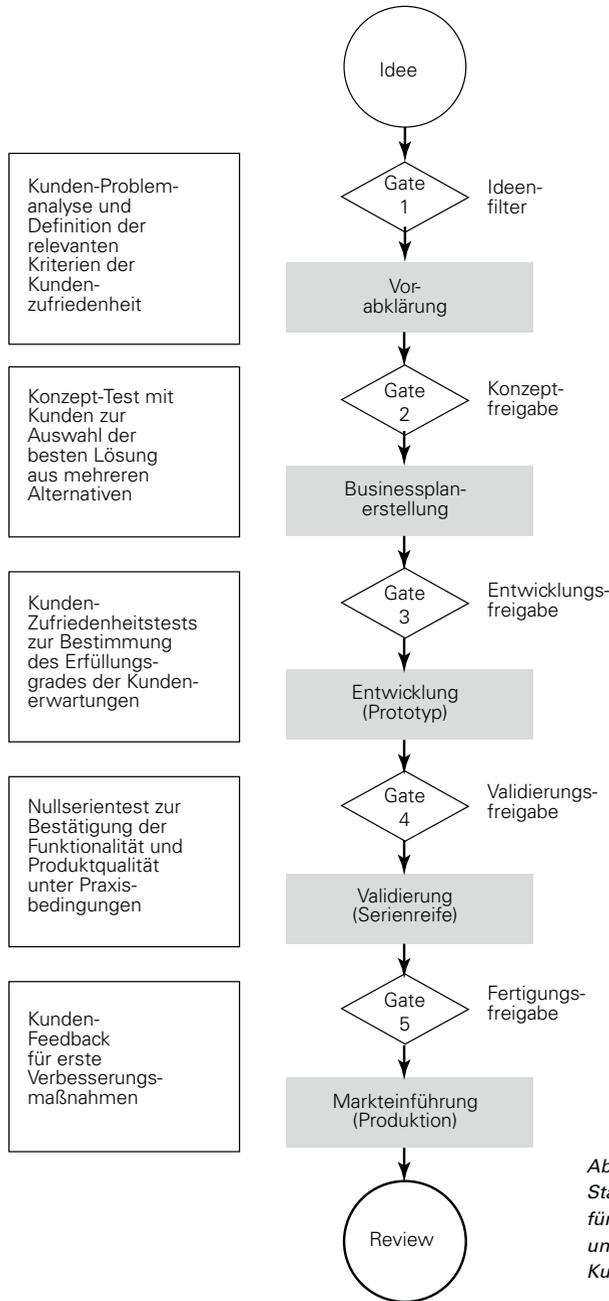


Abbildung 3:  
Stage-Gate-Vorgehen  
für den Innovationsprozess  
unter Berücksichtigung von  
Kundenkooperationsansätzen

explizit die Bedeutung der Projektrisiken für die Ausgestaltung des Innovationsprozesses hervor. Für risikoarme Projekte kann der Innovationsprozess vereinfacht werden. Risikoreiche Innovationsprojekte sollten jedoch unbedingt der vorgegebenen Struktur folgen.

Im Folgenden werden die fünf Prozessphasen und Meilensteine für die Produktinnovation unter Einbeziehung von Kundenkooperationsansätzen kurz beschrieben:

### **1. Meilenstein (Gate 1), Ideenfilter:**

Hier werden Ideen aufgrund verschiedener Kriterien wie Erfolgchance, strategische Ausrichtung, Durchführbarkeit, Marktattraktivität, Wettbewerbsvorteil, Übereinstimmung mit der Unternehmenskultur etc. beurteilt. Diese Bewertung sollte gemeinsam mit den Kunden auf Basis der Kundenbedürfnisse vorgetragen werden. Abgestellt werden die Bedürfnisse anhand der Kundenzufriedenheit und -problemanalyse.

### **1. Prozessschritt (Stage 1), Vorabklärung:**

Mit wenig Ressourcenaufwand wird ein umfassender Überblick über die Projektidee gewonnen. Erste Abklärungen bezüglich Markt- und Konkurrenzsituation, technische Realisierbarkeit, Projektrisiken, mögliche Finanzierungsmethoden und Kapitalbedarf werden durchgeführt. Gemeinsam mit den Kunden erfolgt die Anforderungsdefinition.

### **2. Meilenstein (Gate 2), Konzeptfreigabe:**

Die Projektideen werden anhand der gleichen Kriterien wie in der Ideenfreigabe beurteilt. Falls zu wenig Information vorhanden ist, um den Entscheid fällen zu können, wird die Vorabklärungsphase wiederholt. Kunden können zur Abklärung des Nutzengrades der Ideen durch Konzepttests wertvolle Hinweise zum Einsatz aufzeigen. Insbesondere durch die frühzeitige Konfrontierung mit den Projektideen werden erste Kommunikationsbrücken aufgebaut und Hemmungen vor der späteren Umsetzungsphase reduziert. Sind alle Kriterien zur Zufriedenheit der Beteiligten erfüllt, wird die nächste Phase in die Wege geleitet.

## **2. Prozessschritt (Stage 2), Erstellung des detaillierten Businessplanes:**

In dieser Phase erfolgt die detaillierte und dementsprechend ressourcenaufwendige Erstellung des Businessplanes. Dies beinhaltet genaue Markt- (Größe, Wachstum, Nachfrage) und Konkurrenzanalysen (Teilnehmer, Marktanteile), die sorgfältige Ausarbeitung der Marketingstrategie sowie das Konzipieren einer Finanzplanung.

## **3. Meilenstein (Gate 3), Entwicklungsfreigabe:**

Der 3. Meilenstein wird auch »Money Gate« genannt, weil die nächsten Phasen mit größeren Investitionen verbunden sind. Ein Abbruch an diesem Meilenstein bedeutet noch keinen großen finanziellen Verlust. Das Projekt wird im Detail geprüft. Alle für eine genaue Beurteilung erforderlichen Informationen müssen vorhanden sein. Beurteilt werden die strategische Ausrichtung, die Marktaussichten, die technische Realisierbarkeit, rechtliche Aspekte (Patentsituation), der Ressourcenbedarf sowie die Finanzanalyse. Das weitere Vorgehen und die Planung des Entwicklungsvorhabens werden ebenfalls näher betrachtet.

## **3. Prozessschritt (Stage 3), Entwicklung (Prototyp):**

Hier erfolgt die eigentliche Umsetzung der Projektidee und das Produkt oder die Dienstleistung werden erstellt. Das Ergebnis dieser Phase ist oft ein Prototyp, welcher im weiteren Verlauf getestet werden kann. Kundenzufriedenheitstests anhand der Baumuster sind ein konsequentes Mittel zur Aufdeckung von Mängeln. Iterative Rückschlüsse der Ergebnisse aus den Tests auf den Entwicklungsprozess sind die Konsequenz.

## **4. Meilenstein (Gate 4), Validierungsfreigabe:**

Am 4. Meilenstein werden die bisher erfolgten Entwicklungsarbeiten, der Projektfortschritt sowie die wirtschaftliche Attraktivität der Geschäftsidee überprüft. Insbesondere die Finanzanalyse wird anhand der aktuellen Gegebenheiten und Daten angepasst.

## **4. Prozessschritt (Stage 4), Validierung (Serienreife):**

In dieser Phase wird die Serienreife erlangt. Hierzu werden Tests im Unternehmen und mit Kunden (Markttests) durchgeführt. Die Markttests untermauern die Serienreife und Anwendbarkeit der Lösung.

Es ist zu berücksichtigen, dass die Phase langwierig infolge einer hinreichenden Einsatzzeit sein kann. Die Finanzanalyse wird anhand der Validierungsergebnisse überarbeitet.

#### **5. Meilenstein (Gate 5): Fertigungsfreigabe:**

Hier wird schließlich über die Markteinführung des Produktes entschieden. Die Marketingpläne und die Produktionspläne müssen genehmigt werden.

#### **5. Prozessschritt (Stage 5), Markteinführung:**

In der letzten Phase des Innovationsprozesses wird die Produktion aufgenommen und das Produkt im Markt eingeführt. Mit der Fertigungsfreigabe und daran anschließenden Markteinführung beginnt ebenso die Phase der Rückgewinnung von Nutzen- und Nutzungsinformationen als Kunden-Feedback. Wesentlich ist, dass diese Abfrage von Reaktionen seitens der Kunden nicht einmalig erfolgen sollten sondern in einem sinnvollen zeitlichen Abstand wiederholend.

### **Intensitäten der Vernetzung**

Ausgehend von der vertikalen Kooperation in der Wertschöpfungskette bezüglich der Einbindung von Kunden sind diese Anstrengungen natürlich ebenso in Richtung der Lieferanten und Dienstleister zu prüfen. Insbesondere wenn man sich die Wissensstruktur in jungen technologieorientierten Unternehmen betrachtet, ist es augenscheinlich, dass das konstruktive Entwicklungspotenzial oftmals im eigenen Unternehmen aufgebaut wird. Die Aspekte der ästhetischen Formgebung aber auch gestalterische Integration bleiben hierbei oftmals unterentwickelt. Es bleibt aber nicht aus, dass insbesondere in der frühen Phase der strategischen Produktdifferenzierung vom Wettbewerb ein horizontales Ausführen der Ideengenerierung von unschätzbarem Vorteil für den späteren Lösungsprozess ist. Hier sind künstlerische Gestalter mit den Schwerpunkten auf das industrielle Produktdesign wesentliche Kooperationspartner zur Erreichung einer frühen Produktinnovation. Kooperationsnetzwerke können sehr unterschiedlich gestaltet sein. Dies betrifft unter anderem den Typ (Unternehmen, Forschungseinrichtungen) und die Zahl der Akteure, die Entscheidungsstrukturen (hier-



Abbildung 4:  
Entwicklung und  
Koordinationsformen  
von Netzwerken  
(nach Malik 2008)

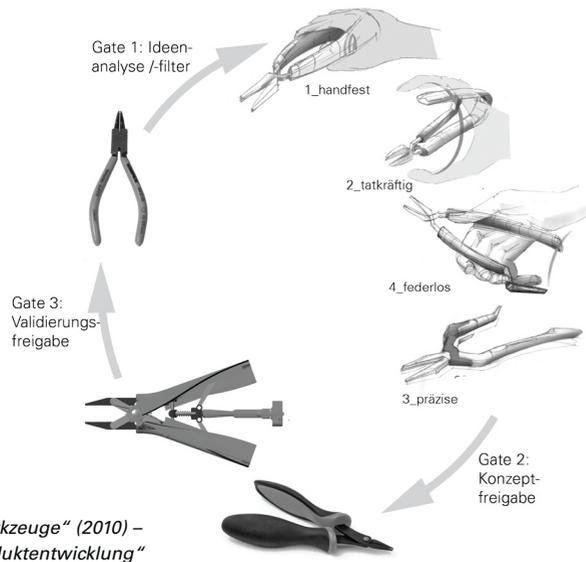


Abbildung 5:  
Designprojekt „Greifwerkzeuge“ (2010) –  
Entwicklungsstufe „Produktentwicklung“

archisch oder gleichberechtigt), die Öffnung für neue Partner sowie die Stabilität und Beständigkeit ihrer Beziehungen (projektbezogen oder dauerhaft), die formaler und informeller Natur sein können (Abbildung 4).

Die Dynamik der unternehmerischen Entwicklung kann insbesondere im Zusammenspiel mit Kooperationsnetzwerken zu einem steten Wandel und dem Anpassen der Koordinationsformen bzw. –mechanismen führen. Sind anfänglich noch lose Interessenbekundungen zu einer wissenschaftlichen Aufgabenstellung ein Ausgangspunkt der Kontaktfindung kann es durch Interessenkonvergenz in der Ideenverfolgung und wirtschaftlich Umsetzung zur Weiterführung über die technologische sowie entwicklungstechnische Stufe bis hin zur gemeinsamen Marktverfolgung gehen. Entsprechungen in der gesellschafts- wie auch schutzrechtlichen Vereinbarungen sind daraus Konsequenz und gemeinsame Chance.

## Fallbeispiele

**Fallstudie 1: »Greifwerkzeuge« (Design: R. Lauer, S. Schilte, Q. Llimona).**

*Hintergrund:* Ausgangspunkt des Kooperationsprojektes war die Suche des industriellen Partners nach Technologien und Wissen im Bereich ergonomischer Gestaltung von Greifwerkzeugen für Produktionslinien.

*Ausführung:* Gemeinsam mit dem Produzenten, Kunden und Lieferanten wurden Analysen der Produktstruktur unter anderem hinsichtlich der Nutzbarkeit in den differenzierten und diffizilen Prozessen in der Produktion durchgeführt und Anforderungsprofile abgeleitet. Im Rahmen der Gate 2 – Bewertung »Konzeptfreigabe« sind vorab Funktionsmuster kundenseitig geprüft worden. So konnten Einschätzungen und Entscheidungen zur Weiterverfolgung von Ideen getroffen werden. Durch die Einbettung der Kunsthochschule sind auch Projektideen berücksichtigt worden, die durch Anpassung von Alternativsystemen (Spannzeugen) in den Lösungsraum »Greifwerkzeuge« transportiert und seitens des Produzenten bislang nicht bedacht wurden.

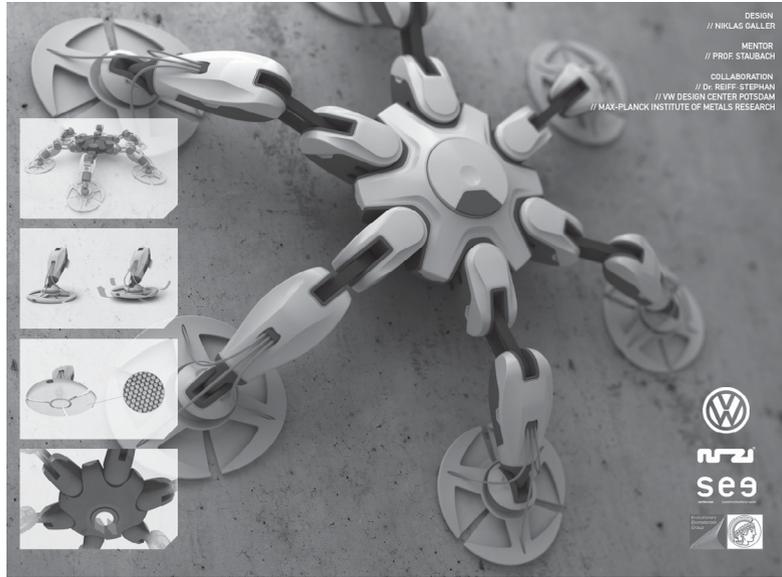


Abbildung 6: Designstudie »C-BOT« (2007) – Entwicklungsstufe „Technologieentwicklung“

Die visionäre Offenheit im Rahmen von Kooperationsprojekten »Design + Technik« lässt sich weiterhin an folgender Fallstudie transparent machen. Die Aufgabe bestand darin, mobile, autonome Werkzeuge zu entwickeln, die sich in Bereichen selbständig bewegen können, die vom Menschen nur schwer zugänglich bzw. nur unter hohem technischen Aufwand zu erschließen wären.

#### Fallstudie 2: »C-BOT« (Design: Niklas Galler (nr21.com)).

*Hintergrund:* Der Ausgangspunkt war eine Aufgabenstellung zur mobilen Detektion von Schadstellen z. B. Korrosionsschäden an Hauswänden und Betonbrücken. Es sollte eine Fortbewegungsstruktur geschaffen werden, die auf unterschiedlichen Untergründen und über Vorsprünge hinweg mobil, autark agieren kann.

*Ausführung:* In weltweiten Prozessrecherchen stieß man schnell auf ein am Max-Planck-Institut für Metallforschung in Stuttgart (Dr. Stanislav Gorb) vorgestelltes bionisches Prinzip des Haftens: den Gecko-Fuß. Die Haftung entsteht durch die Bündelung der »Van-

der-Waals«-Kräfte, die an jedem einzelnen der Millionen Härchen des synthetischen Materials beim bloßen Kontakt mit anderen Materialien auftreten. Wesentlich ist, dass es hierzu keiner zusätzlichen Energiezuführung bedarf. Persönliche Kontakte sowie wissenschaftliche Abstimmungen führten dazu, dass das technische Prinzip eine neue Anwendung erfuhr und so einen neuen induktiven Lösungsraum für die technologische Entwicklung eröffnete.

### **Zusammenfassung**

Den beiden Fallstudien ist der visionäre Charakter nicht abzuspüren. Bei näherem Betrachten wird jedoch deutlich, dass in den Konzepten ein hohes Kreativitätspotenzial erkennbar wird, das in den konkreten Innovationskooperationen im Spannungsfeld von »Design + Technik« angefragt wird. Methodisches Denken und kreativer Erfahrungszugewinn in der Kombination als Lösungsweg zur Erreichung effizienter und effektiver Produkt- und Prozessentwicklungen ist das wesentliche Ziel, um nachhaltige Innovationen wachsen zu lassen und dabei Zeiteffekte sinnvoll zu nutzen.

Hiermit zeigt sich, dass vertikale Innovationskooperationen entlang des Produktentstehungsprozesses sowie Offenheit und Transparenz helfen können, die Entstehungsprozesse zu beschleunigen. Die Kooperation mit Gestaltern kann zu einem funktionalen und ästhetischen Mehr führen. Alleiniges analytisch strukturiertes, ingenieurtechnisches Wissen behindert oftmals beim Aufbrechen von Funktion und Gestalt. Es ist wesentlich, sich die Aufgabe zu versinnbildlichen und die Frage nach dem »Warum« zu stellen. Erfahrungswissen und die Offenheit horizontal divergente Gedankenprozesse zuzulassen sind kennzeichnend dem gestalterischen Entwurf. Kooperation und Vernetzung der Akteure sind dabei Voraussetzungen für erfolgreiche Innovationen. Ein einfacher Zusammenhang zwischen Netzwerkcharakteristiken und dem Innovationserfolg kann jedoch nicht abgeleitet werden. Für die Innovationsforschung verbleibt, dahingehend empirische Untersuchungen über den Zusammenhang von Vernetzung und Unternehmenserfolg anzustrengen und somit Wege zur effektiven sowie effizienten Gestaltung von Kooperationen aufzuzeigen.

## Literaturverzeichnis

- Cooper, R. G.; Edgett, S. J.; Kleinschmidt, E. J. 2000: New Problems, New Solutions: Making Portfolio Management More Effective.  
In: Research-Technology Management 43 / 2, pp. 18-33
- Hirschhausen, C. et al. 2009: Innovationsindikator Deutschland 2009. DIW Berlin
- Link, P. 2001: Risikomanagement in Innovationskooperationen.  
Technische Wissenschaften ETH Zürich, DISS. ETH Nr. 14240
- Malik, F. 2008: Strategie des Managements komplexer Systeme.  
10. Auflage, Haupt Verlag
- N.N. 2009: Introducing Produktdesign: Der fliegende Saal. In: plugged 1; 56-57
- P.K. 2008: Hochschulen: Geckogleich. In: Design Report 2; 26
- Reiff-Stephan, J. 2008: Design + Technik: „Alles nur Verständigungssache“.  
In: :K-Magazin 6, 14 – 16
- 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
- Som, O.; Zanker, C.; Kirner, E. 2011: Innovation durch Kooperation – Wie nichtforschungsintensive Unternehmen im Wettbewerb bestehen können.  
In: Betriebspraxis & Arbeitsforschung 207, S. 34–43
- Wiendahl, H.-P. 2008: Betriebsorganisation für Ingenieure.  
München, Wien: Carl Hanser Verlag

## Kontakt

Prof. Hon.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Reiff-Stephan  
Kunsthochschule Berlin-Weißensee  
Fachgebiet Produktdesign  
Bühningstraße 20  
13086 Berlin  
[www.kh-berlin.de](http://www.kh-berlin.de)

Technische Hochschule Wildau  
Fachgebiet Produktionsmanagement  
Bahnhofstr. 1  
15745 Wildau  
[www.th-wildau.de](http://www.th-wildau.de)

Christoph Maurer, Anne Bergner & Franz Glatz

# **Die Rolle des Managements in der frühen Phase der Produktentwicklung – neues Erfolgspotenzial**

## **Einleitung**

In den letzten sieben Jahren sammelte das Autorenteam in über 150 Entwicklungsprojekten umfangreiche praktische Erfahrungen über das Management der frühen Phase von Produktentwicklungen in Unternehmen. Der vorliegende Artikel basiert auf diesen empirischen Eindrücken und zieht Schlüsse daraus. Er erhebt weniger den Anspruch auf wissenschaftliche Methoden und Vorgehensweisen, sondern er kommt dem einfachen Bedürfnis der Unternehmen nach, praktische Methoden und Werkzeuge zu entwickeln und anzuwenden, die zu einer Verbesserung der Qualität der Konzeptphase führen. Das Management, sollte sich in diesem Zusammenhang der Bedeutung seiner Aufgaben und Aktivitäten besonders bewusst werden.

## **Die Konzeptphase und erfolgreiche Produkte**

Innerhalb der Produktentwicklung stellt die Konzeptphase, zu der auch die Definition der Aufgabenstellung zu rechnen ist, die Wurzel für den späteren Erfolg oder Misserfolg eines Produktes dar. Wenn Aufgabenstellung und/oder Konzept nicht richtig gewählt werden, kann daraus kaum ein erfolgreiches Produkt entstehen. Abbildung 1 verdeutlicht diesen Zusammenhang: Das Konzept kann mit einem Keimling verglichen werden, dem man zwar nicht ansieht, ob daraus

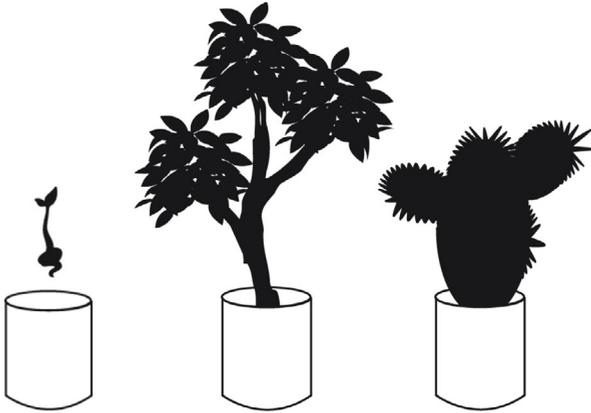


Abbildung 1: Die DNA des Keimlings bestimmt die Eigenschaft der Pflanze (www.better-ideas.net 2012)

später einmal ein Kaktus oder eine Zimmerpflanze wird, der aber die DNA bereits enthält. Wenn der Keimling Kaktus-Gene trägt, wird er sich zum Kaktus entwickeln, wenn er Zimmerpflanzen-Gene trägt, wird er sich zur Zimmerpflanze entwickeln. Daraus leitet sich direkt die Aussage ab, dass der Konzeptphase höchstmögliche Aufmerksamkeit gewidmet werden muss, wenn der Produkterfolg nicht dem Zufall überlassen bleiben soll.

### **Aktivität des Managements während der Produktentwicklung**

Die Erfahrungen aus zahlreichen Industrieprojekten decken sich mit der Aussage in Bild 2. In der frühen Phase ist das Management kaum in die Produktentwicklung involviert. Andererseits besteht aber genau in dieser Zeit die größte Möglichkeit, auf die Ergebnisse und den Erfolg der Produktentwicklung insgesamt Einfluss zu nehmen.

Typischerweise entfaltet das Management dann ein Maximum an Aktivität, wenn aus technischen Zeichnungen Prototypen und Vorserienmodelle werden. Zu diesem Zeitpunkt besteht allerdings keine grundlegende Einflussmöglichkeit auf das Produkt mehr. Es handelt sich um Krisenmanagement und Fehlerbegrenzung. Ironischerweise würden die Krisen und Fehler vermutlich nicht auftreten, wenn man zu Beginn der Entwicklung der Aufgabenstellung und der Konzeptentwicklung ausreichend Aufmerksamkeit geschenkt hätte.

Daraus lässt sich unmittelbar der Schluss ableiten, dass dem Management die Bedeutung der Frühphase einer Produktentwicklung bewusster werden muss, und dass das Engagement des Managements in dieser Phase deutlich stärker ausgeprägt sein muss.

### **Beobachtungen in der Unternehmenspraxis**

Aus zahlreichen praktischen Entwicklungsprojekten in Unternehmen können zusammenfassend einige Beobachtungen herauskristallisiert werden:

- Häufig erfolgt die Definition der Entwicklungsaufgabe unkritisch. Die Geschäftsführung oder im besten Fall ein Kreis von Führungskräften legt die Aufgabenstellung fest. Das im Unternehmen bei den Mitarbeitern verschiedenster Bereiche vorhandene und für die Aufgabenstellung bedeutsame Wissen fließt nur unvollständig in die Definition der Aufgabe ein.
- Die Aufgabe wird in der Folge gewöhnlich an die Entwicklungsabteilung gegeben, wo Lösungen erarbeitet werden. Bei der Erarbeitung von Konzeptalternativen steht die technische Lösung häufig im Vordergrund und Interdisziplinarität wird nicht praktiziert. Eine Korrektur oder Umformulierung der Aufgabenstellung aufgrund der in der Konzeptphase neu gewonnenen Erkenntnisse der beteiligten Mitarbeiter ist allgemein nicht vorgesehen und vom Management auch nicht erwünscht.
- Konzeptentscheidungen werden meist in einer Gruppe von Entwicklern getroffen oder zumindest entscheidungsreif vorbereitet. Die Chance, im Rahmen einer interdisziplinären Konzeptentwicklung und -entscheidung mannigfache relevante Aspekte mit zu berücksichtigen wird meist nicht genutzt.
- In der Ablauforganisation wird meist auch für die Frühphase der Produktentwicklung ein konventioneller, linear-serieller Ansatz gewählt, der den Bedürfnissen des Unternehmens in dieser Phase naturgemäß nicht nachkommen kann.

## Steuerung der Frühphase mit Werkzeugen

Im Jahr 1993 erschien die letzte, heute noch gültige Version der VDI Richtlinie VDI 2221 »Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte«. Die aktuelle Version der VDI Richtlinie VDI 2222 »Konstruktionsmethodik – Methodisches Entwickeln von Lösungsprinzipien« gilt seit mittlerweile 15 Jahren. In ihrem Studium lernen zukünftige Entwicklungsingenieure neben diesen Richtlinien klassische Bücher, wie beispielsweise »Pahl/Beitz Konstruktionslehre« oder »Ehrlenspiel: Integrierte Produktentwicklung« kennen. Trotz entsprechender Ausbildung zeigt sich in der Unternehmenspraxis, dass den Vorgehensweisen, die die Literatur beschreibt, kaum gefolgt wird. Hingegen wird allgemein versucht, die Produktentwicklung mit Methoden des Prozessmanagements zu steuern.

Das herkömmliche Prozessmanagement, das ursprünglich für Produktionsprozesse entwickelt wurde, lässt sich erfahrungsgemäß relativ erfolgreich auf diejenigen Prozesse der Produktentwicklung abbilden, die zeitlich nach der Entscheidung für ein bestimmtes Konzept durchgeführt werden. Anders verhält es sich jedoch in der Frühphase der Produktentwicklung, in der zunächst die Aufgabenstellung zu klären ist, in der verschiedene mögliche Konzepte zur Lösung erarbeitet werden und in der die Entscheidung für ein bestimmtes Konzept gefällt wird. Hier versagen die typischerweise linear-seriell gestalteten Prozesse. Zahlreiche Unternehmen haben zwar Prozessbeschreibungen für diese Phase entwickelt, jedoch werden diese in der Praxis, wenn überhaupt, dann nur formal und zum Selbstzweck befolgt.

Nach unserer Erfahrung liegt eine Hauptursache für diese Problematik in widersprüchlichen Forderungen. Einerseits ist die Frühphase der Produktentwicklung durch ein hohes Maß an Unsicherheit gekennzeichnet. Das Entwickeln der optimalen Aufgabenstellung und die Suche nach guten Konzepten ein hohes Maß an kreativer Freiheit und interdisziplinärer Kommunikation. Dem entgegen steht das Bedürfnis von Unternehmen nach grundsätzlicher Sicherheit, sowie Planbarkeit von Ressourcen und Zeit.

Um den Umgang mit der Unsicherheit in der Frühphase der Produktentwicklung so zu gestalten, dass daraus optimale Konzepte entstehen, wird vorgeschlagen, einige Werkzeuge gezielt einzusetzen. Diese Werkzeuge geben der Unsicherheit einen äußeren Rahmen und vermitteln tatsächliche Sicherheit. Die im Folgenden dargestellten Werkzeuge sind teilweise in ähnlicher Form bereits beschrieben, teilweise vom Autorenteam entwickelt oder weiterentwickelt worden. Neu ist der Ansatz, diese Werkzeuge gezielt und punktgenau in der Konzeptphase einzusetzen und das Management in die Verantwortung zu nehmen. Statt bisher einzelne Mitarbeiter auf unterer Ebene zu schulen, wird ein top-down Ansatz praktiziert, der die Problematik in den Kontext des Gesamtunternehmens stellt.

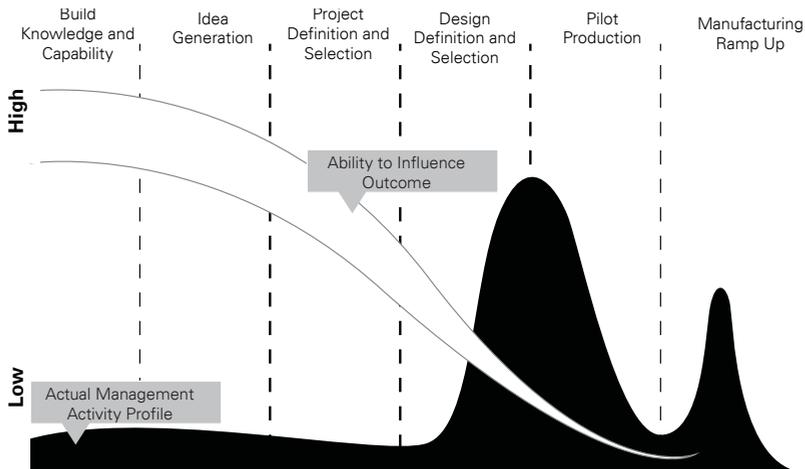


Abbildung 2: Management Aktivität und Einflussmöglichkeiten (Wheelwright 1995)

*Ballonfahrt:* Innovationsspielräume, die sich aus der Aufgabenstellung ergeben, werden ausgelotet und die richtige »Flughöhe« eines Projektes definiert. Der ideale Abstand zum Stand der Technik wird ermittelt und die Spielräume für Lösungen werden festgelegt. Interdisziplinarität ist bei diesem Werkzeug unbedingt erforderlich. Das Management sollte die Ballonfahrt einfordern und die Ergebnisse in eigene Überlegungen einbeziehen.

*Bounce-back:* Die ursprünglich gegebene Aufgabenstellung wird, nachdem eine erste Konzeptphase durchlaufen ist, in einen unternehmerischen Gesamtkontext gestellt und in einem Re-Briefing mit der Leitungsebene gemeinsam neu definiert. Die Zielsetzung des Projektes wird optimiert und adaptiert. Auch hier ist die gelebte Interdisziplinarität eine wesentliche Erfolgskomponente. Das Wissen aller im Unternehmen Beteiligten wird genutzt, um die Aufgabenstellung kritisch zu korrigieren. Das Management muss diesen Schritt von den Mitarbeitern einfordern, sich selbst darin engagieren und absolut offen für die Ergebnisse zu sein.

*Projekt-Galerie:* Alles projektrelevante Material wird zusammengetragen und für alle Beteiligten visuell präsent gemacht. Vorzugsweise wird dazu ein Raum mit Whiteboards verwendet. Diese Methode ist bei Designern bekannt und wird in US-Firmen häufig in den Entwicklungsabteilungen eingesetzt. Zusammenhänge und Fortschritte werden wahrgenommen. Alle nötigen Informationen fließen in das Projekt ein. Notwendige Korrekturen werden direkt und schnell erkannt. Das Management sollte diese Methode einführen, schulen und selbst mit praktizieren.

*Hands-on Thinking:* In interdisziplinären Kreativsitzungen werden Ideen nicht nur verbalisiert und visualisiert, sondern auch mit einfachen Mitteln als Arbeitsmodelle umgesetzt. So wird die Kommunikation gefördert, das kreative Denken wird stimuliert und erste Ansätze können direkt und unmittelbar getestet werden. Das Denken mit den Händen ist eine erprobte Methode, bei der gestandene Entwickler mit Pappe, Kleber und Schere tatsächlich Ideen entwickeln, auf die sie beim Skizzieren nicht gekommen wären. Aufgabe des Managements ist es, diese Methode zu akzeptieren und sie in interdisziplinär besetzten Konzeptteams einzuführen.

*Step-Up*: An bestimmten Punkten im Projekt wird die Aufmerksamkeit der Beteiligten von der Problemlösungsebene auf eine höhere Beobachtungsebene (Metaebene) gelenkt. Der Einzelne erkennt seine Rolle und seinen Einfluss im interdisziplinären Gesamtumfeld. Dadurch werden die Akzeptanz eines gemeinsamen Projektzieles und die Motivation sichergestellt. Verhaltensweisen, die das Projekt erfordert, werden identifiziert. Neue, individuelle Vorgehensweisen werden entwickelt, umgesetzt und trainiert. Die Projekteffizienz wird durch situatives Lernen gesteigert. Dazu braucht es entsprechend befähigte und voll verantwortliche Projektleiter, die über sogenannte »T-shaped« Eigenschaften verfügen. Managementaufgabe ist es, diese Mitarbeiter zu engagieren oder sie gezielt heranzubilden und eine Kultur zu schaffen, in der dieses Werkzeug gewinnbringend eingesetzt werden kann.

### **Einfluss der Unternehmenskultur auf die Frühphase**

Die Konzeptfindung für neue Produkte ist immer ein multifunktionaler Vorgang und wird durch die aktive Teilnahme von Mitarbeitern der verschiedensten Bereiche bestimmt. Cooper schreibt dazu »...da das Wesen von Innovation ohnedies multifunktional ist und parallele Verarbeitung wünschenswert, ergibt sich, dass ein Ansatz mit einem wirklich bereichsübergreifenden Team zwingend erforderlich ist, um mit seinen neuen Produkten Erfolg zu haben.« (Cooper 2010). Das Wort »wirklich« ist hier hervorzuheben. Die erforderliche Interdisziplinarität kann in der Praxis tatsächlich gelebt werden, aber auch nur scheinbar vorhanden sein. Es wird beobachtet, dass Teammitglieder zu einem Meeting zwar erscheinen, sich dort aber in Wirklichkeit nicht für das Thema engagieren, sondern nur die Interessen ihrer Fachabteilung vertreten. Auch kommt es häufig vor, dass die Mitglieder des Konzeptteams nicht zu diesem Zweck von einem Teil ihrer Arbeit freigestellt werden. Es ist eine Frage der Unternehmenskultur, ob solche Probleme existieren, ob sie erkannt werden und wie mit ihnen umgegangen wird. Festzuhalten bleibt, dass die Konzeptphase eine im Unternehmen gelebte Kultur der Interdisziplinarität benötigt, um erfolgreiche Produkte zu entwickeln. Es ist eine der vornehmsten Eigenschaften des Managements, die Voraussetzungen für ein solches Klima zu schaffen,

die benötigten Werkzeuge bereitzustellen, Schulungen durchzuführen und durch eigenes Beispiel Vorbild zu sein. Vorschriften und verordnete Prozesse werden nicht zu optimalen Konzepten führen.

### **Diskussion und Ausblick**

In deutschen Unternehmen wird die Phase der Produktentwicklung, in der die Aufgabe definiert wird und in der Konzepte zur Lösung der Aufgabe gesucht werden vom Management vernachlässigt. Das Wissen, das bei den Mitarbeitern eines Unternehmens vorhanden ist, fließt nicht in ausreichendem Umfang in diese Konzeptphase ein. Zu häufig wird versucht, die Konzeptphase mit herkömmlichem Prozessmanagement zu beschreiben und abzuarbeiten. Die Chancen für erfolgreiche Innovationen können deutlich gesteigert werden, wenn das Management der Konzeptphase grundsätzlich mehr Bedeutung schenkt. Es bieten sich Werkzeuge an, die sowohl den Umgang mit der Unsicherheit als auch die erforderliche Kreativität und Interdisziplinarität mit begrenzten Ressourcen beherrschbar machen. Dabei hat jedoch immer die Unternehmenskultur jedes einzelnen Unternehmens direkten Einfluss auf die Qualität der Konzeptphase. Diese Erkenntnis sollte Manager dazu ermutigen, sich der tatsächlich gelebten Kultur ihres Unternehmens bewusst zu werden und möglicherweise korrigierend einzuwirken. Es bleibt zu hoffen, dass zukünftig mehr Manager sich selbstkritisch mit der Konzeptphase auseinandersetzen und sie als Chance für den Unternehmenserfolg wahrnehmen.

### **Literaturverzeichnis**

- Bergner, A. 2012: Better Ideas, <http://www.better-ideas.net>, abgerufen am 1.2.2012.
- Wheelwright, S.C., Clark, K. B. 1995: Leading product development. New York: The Free Press
- Verein Deutscher Ingenieure 1993: VDI 2221: Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme. Berlin: Beuth Verlag
- Verein Deutscher Ingenieure 1997: VDI 2222: Konstruktionsmethodik – Methodisches Entwickeln von Lösungsprinzipien. Berlin: Beuth Verlag
- Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J. 2007: Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung; Methoden und Anwendung. Berlin: Springer

Ehrlenspiel, K. 2009: Integrierte Produktentwicklung. München: Carl Hanser Verlag  
Dieter, G.E., Schmidt, L.C. 2008: Engineering Design. New York: McGraw-Hill  
Ullman, D. 2009: The Engineering Design Process. New York: McGraw-Hill  
National Academy of Engineering 2004: The Engineer of 2020: Visions of Engineering  
in the New Century. Washington D.C.: National Academies Press  
Downey, G.L. et al. 2006: The Globally Competent Engineer: Working Effectively with  
People Who Define Problems Differently.  
Washington D.C.: Journal of Engineering Education  
Widmann, J., Mello, J. 2007: Redesign of a Senior Capstone Design Experience:  
A Flexible Model for Continuous Improvement. Boulder,  
CO: National Capstone Design Conference  
Cooper, Robert G. 2010: Top oder Flop in der Produktentwicklung. Weinheim: Wiley

## **Kontakt**

Prof. Christoph Maurer  
Hochschule München, FK Maschinenbau  
Dachauerstraße 98b  
80335 München  
[www.hm.edu](http://www.hm.edu)

Prof. Anne Bergner  
Hochschule Coburg, FK Design  
Friedrich-Streib-Straße 2  
96450 Coburg  
[www.hs-coburg.de](http://www.hs-coburg.de)

Dr. Franz Glatz  
gate Garching Technologie- und Gründerzentrum GmbH  
Lichtenbergstraße 8  
85748 Garching  
[www.gategarching.com](http://www.gategarching.com)



## **Konstruktion trifft Design – Das Stuttgarter Modell**

Treffen unterschiedliche Welten und Meinungsbilder aufeinander, so sind Missverständnisse und Kommunikationsprobleme unvermeidbar. Während Erstere aus den unterschiedlichen Wissensständen und Randbedingungen resultieren, ergeben sich die Kommunikationsprobleme aus den differenzierten Definitionen und Einstellungen der jeweiligen Fronten. Dieser Umstand lässt sich durch einem Blick auf die Weltgeschichte an vielen, teilweise äußerst dramatischen und einflussreichen Ereignissen leicht belegen. In der Auswirkung deutlich kleiner, aber dennoch nicht unkomplizierter sind aus Missverständnissen und Kommunikationsproblemen resultierende Konflikte im beruflichen Umfeld (Badke-Schaub & Frankberger 2004). Beispiel hierfür ist die Zusammenarbeit von Konstruktion und Design, zweier verwandter aber dennoch verständnisverschiedener Fachdisziplinen, die in der Entwicklung technischer Produkte ihren Ursprung haben.

Nach Kranke (2009) ist »unter Ingenieuren die Auffassung weit verbreitet, dass gute Technik automatisch auch gut aussieht und bestenfalls kleiner formaler Korrekturen bedarf.« Dass dieser Umstand aus der Sicht des Designers anders betrachtet wird, scheint unter Berücksichtigung der oben genannten Konfliktpotenziale logisch und wird von Kranke ebenfalls erwähnt. Weiterhin mitverantwortlich für diesen Umstand ist die Unwissenheit und Wertschätzung ob der Komplexität der jeweils anderen Disziplin (von Saucken 2010). Weitere Schwierigkeiten bei der Zusammenarbeit, die zum Beispiel aus den Unterschieden bei den jeweiligen Arbeits- und Vorgehensweisen entstehen und zu einer Kluft zwischen Ingenieuren und Designern geführt hat, werden von Reese (2005) erwähnt und diskutiert.



*Abbildung 1: Die Gegenpole der Produktentwicklung*

Dass die Zusammenarbeit zwischen Konstruktion und Design auch trotz vorhandener Grundverschiedenheiten funktionieren kann, wird in diesem Beitrag anhand des Stuttgarter Modells am Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design (IKTD) der Universität Stuttgart beschrieben und diskutiert. Das IKTD gliedert sich in die Bereiche Konstruktionstechnik und Technisches Design. Diese beiden Fachbereiche werden am IKTD als vollständig integriert in die Produktentwicklung betrachtet und in dieser Form in Forschung, Lehre und industrieller Dienstleistung gelehrt bzw. angewendet. Dabei ist die Zusammenarbeit ständig sich ändernden Rahmenbedingungen als auch dem schwankenden Gleichgewicht von traditionellen Grenzen und neuen, unbeachteten Technologien ausgesetzt (siehe Abbildung 1).

## 1 Disziplinen des Produktentwicklungsprozesses

Der Erfolg eines Produkts wird maßgeblich während des Entwicklungsprozesses bestimmt. Dieser Prozess ist dabei durch die Resultate verschiedener Fachdisziplinen charakterisiert, die sowohl autark als auch miteinander vernetzt agieren. Beispiele für diese Disziplinen sind die Konstruktion, das Design, die Fertigungsvorbereitung und der Vertrieb. In diesem Beitrag wird speziell auf die Zusammenarbeit der beiden Fachdisziplinen Konstruktion und Design, insbesondere am Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design (IKTD) der Universität Stuttgart eingegangen.

### 1.1 Konstruktion in der Produktentwicklung

Die Zugehörigkeit der Fachdisziplin Konstruktion zur Produktentwicklung ist nicht nur am IKTD schon seit vielen Jahren unumstritten und hat sich im Laufe der Jahre auch weltweit vollständig etabliert. Im Bereich technischer Produkte hat sich die Konstruktion sogar zum wesentlichen Kern und Hauptaugenmerk entwickelt und leistet damit einen wertvollen Beitrag zur Strukturierung des gesamten Entwicklungsprozesses. So werden z. B. die Entwicklungsmethoden und -werkzeuge der Konstruktion auch in anderen Bereichen eingesetzt und tragen einen wesentlichen Beitrag zum Erfolg der Entwicklung bei. Die Konstruktionsmethodik nach der VDI-Richtlinie 2221 mit ihren vier Entwicklungsphasen und sieben Entwicklungsschritten (VDI2221 1993) ist das in Forschung, Lehre und Praxis wohl am weitesten verbreitete Entwicklungswerkzeug.

Der Fachbereich Konstruktionstechnik ist am IKTD unterteilt in die Bereiche Antriebstechnik (AT), Rechnerunterstützte Produktentwicklung (CAE) und Methodische Produktentwicklung (MPE).

Innerhalb des Bereichs Antriebstechnik stellen die Leistungssteigerung und Ressourcenschonung permanente Aufgabenstellungen dar. Mit Hilfe theoretischer und experimenteller Untersuchungen werden Maschinenelemente, Baugruppen oder antriebstechnische Systeme hinsichtlich Leistung, Wirkungsgrad oder Lebensdauer optimiert. Schwerpunktthemen sind beispielsweise Schmierung und Verluste von Zahnradgetrieben, Optimierung von Sonderverzahnungen oder reibschlüssigen Welle-Nabe-Verbindungen.

Thematische eng verwandt, erfolgt im Bereich der Rechnergestützten Produktentwicklung mittels leistungsfähiger Hard- und Softwaresysteme die Optimierung und Simulation von Maschinenelementen und Produkten sowie die Unterstützung von Produktentwicklungsmethoden oder -prozessen. Dabei steht weniger die Entwicklung dieser Systeme als die Anwendung dieser Werkzeuge im Vordergrund.

Im Bereich Methodische Produktentwicklung besteht das Ziel der Forschungsarbeiten in der Entwicklung neuer Methoden oder der Weiterentwicklung bestehender Methoden dahingehend, dass neue, innovative Produkte und Dienstleistungen unter Beachtung der Erfolgsfaktoren Qualität, Kosten und Zeit marktgerecht entstehen. Untergliedert in die drei wesentlichen Forschungsrichtungen Wissensmanagement, Innovationsmanagement und Konstruktionsmethodik werden derzeit unter anderem Methoden zur Innovationsgradmessung von Produkten und Produktideen, zur Wissenserfassung, -verarbeitung und -bewertung in der Produktentwicklung sowie Assistenzsysteme zur Unterstützung des Produktentwicklungsprozesses erforscht. Speziell im Bereich der Konstruktionsmethodik können beispielsweise Kompetenzschwerpunkte im Konstruieren mit hybriden intelligenten Konstruktionselementen wie auch im Bereich des leichtbaugerechten Konstruierens unter Beachtung der Funktion und Masse aufgeführt werden.

## 1.2 Design in der Produktentwicklung

Die Disziplin Design wird im Gegensatz zur Konstruktion oft als eine »nicht zwingend notwendige Dienstleistung« oder eine »Zusatzleistung ohne Nutzen« betrachtet, da sich der Anteil des Designs am Erfolg eines Produkts nicht messen lässt (Zec & Jacob 2010). Das Design konnte daher seine vollständige Integration in die Produktentwicklung bislang noch nicht durchsetzen. Um das Technische Design (TD) am IKTD optimal in den Produktentwicklungsprozess integrieren zu können, orientiert sich die Vorgehensweise an der Industrial Design-Methode aus der VDI-Richtlinie 2424 (VDI2424-3 1988), die in starker Anlehnung an die Konstruktionsmethodik aus der VDI-Richtlinie 2221 gestaltet wurde.

Die Grundlagen des Technischen Designs werden im gleichnamigen Forschungs- und Lehrgebiet am IKTD angewendet und ausgebildet. Es erforscht zudem fachliche Grundlagen des Designs technischer Produkte zu dessen Eingliederung in die methodische Produktentwicklung. Forschungsschwerpunkte sind hierbei die Bereiche Designmethodik, Interfacedesign, Fahrzeugdesign, Corporate Design und Universal Design, die teilweise auch öffentlich gefördert werden. Zur Unterstützung dieser Forschungsarbeit stehen moderne Tools wie z. B. Virtual Reality, Eye Tracking sowie Ergonomie- und Haptikprüfstände in einem speziell hierfür eingerichteten Design- und Ergonomielabor zur Verfügung.

Auf dem Gebiet der Designmethodik werden der Designprozess analysiert und die Designmethodik und -Tools optimiert. Themenschwerpunkte sind der adaptive Produktentwicklungsprozess und der digitale Designprozess mit Fokussierung auf die Steigerung der Zusammenarbeit aller beteiligten Disziplinen. Die Forschung auf dem Gebiet Interfacedesign konzentriert sich bei der Interfacegestalt auf die Bereiche der Wahrnehmung, der Kognition, des Verhaltens und der Relation von Ergonomie und Ästhetik. Es erfolgt eine Fokussierung auf adaptiv variable Bedienkräfte und -momente sowie Formen und Oberflächen, Workflowanalysen und Usability-Tests. Innerhalb des Fahrzeugdesigns wird die Maßkonzeption als ein Forschungsschwerpunkt angesehen. Die maßliche Dimensionierung des Fahrzeugkonzepts geschieht unter der Berücksichtigung des Nutzers und des Nutzungszwecks, wie zum Beispiel bei der Überprüfung kritischer Körperhaltungen und Blickrichtungen. Für Analyse- und Evaluationszwecke im Gebiet Fahrzeugdesign steht ein Ergonomieprüfstand zur Verfügung.

Durch diese außerordentliche Integration können im Bereich des Technischen Designs die Anforderungen der Sichtbarkeit und Erkennbarkeit, wie zum Beispiel die funktional-ästhetische Gestaltung im Corporate Design und Interfacedesign, als auch die Anforderungen der Betätigung und Benutzung, wie zum Beispiel die ergonomiegerechte Gestaltung im Interface- und Fahrzeug-Design, erfüllt werden.

### 1.3 Formen der Kooperation von Konstruktion und Design

Die mangelhafte Kooperation zwischen Ingenieuren und Designern im Produktentwicklungsalltag ergibt sich primär aus den unterschiedlichen Denk- und Vorgehensweisen dieser beiden Disziplinen. Dieser Umstand wird bereits bei Betrachtung der universitären Ausbildung begründet, in der es nach von Saucken (2012) wenige Institutionen gibt, die bereits eine Verknüpfung dieser beiden Disziplinen anbieten. Dies ist zwar nicht der Hauptgrund für eine problematische Zusammenarbeit, allerdings wird dadurch bereits in der Prägungsphase der jeweiligen Entwickler auf die Schaffung gegenseitigen Verständnisses verzichtet, ebenso wie auf die Wertschätzung der Komplexität des jeweils anderen Fachbereichs (von Saucken 2010).

Kranke (2008) hat sich diesem Umstand gewidmet und eine umfassende Analyse zum Stand der universitären Designingenieur-ausbildung durchgeführt. Dabei wurden in Deutschland neun Universitäten benannt, die eine eigene Vorlesung zum Thema Design in der Ingenieursausbildung anbieten. Allerdings ist nur an drei dieser Universitäten ein separater Lehrstuhl Technisches Design oder Industriedesign vorhanden. Diese sind:

- der Lehrstuhl Technisches Design,  
Institut für Maschinenelemente und Maschinen-  
konstruktion der Technischen Universität Dresden,
- der Lehr- und Forschungsbereich Industriedesign,  
Institut für Arbeitswissenschaft,  
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und
- das Forschungs- und Lehrgebiet Technisches Design,  
IKTD der Universität Stuttgart.

Ein separates Institut mit dem Schwerpunkt Technisches Design bzw. Industriedesign ist in der Ingenieursausbildung in Deutschland nicht vorhanden, allerdings ist zu beobachten, dass die jeweiligen Veranstaltungen zum Fach Technisches Design ihre Grundlage in einem rein ingenieurwissenschaftlichen Institut und die meisten sogar in einem konstruktionstechnischen Institut haben. Dies bestärkt die Tatsache, dass der Bedarf an einer Zusammenarbeit zwischen Ingenieuren und Designern vorhanden ist und durch die universitäre Ausbildung angestrebt wird.

## 2 Das Stuttgarter Modell

In diesem Kapitel wird die dem Stuttgarter Modell zugrunde liegende Kooperation von Konstruktion und Design am IKTD beschrieben. Hierfür wird zunächst die theoretische Grundlage für die Kooperation definiert und im Anschluss die Kompetenzen und Werkzeuge des IKTD im gesamten Produktentwicklungsprozess erläutert.

### 2.1 Grundlage

Wie bereits in Kapitel 1.2 beschrieben, orientiert sich die allgemeine Vorgehensweise des IKTD an der Konstruktionsmethodik der VDI-Richtlinie 2221. Somit kann diese Methodik als genereller Leitfaden für die Struktur und Planung eines erfolgreichen kooperativen Entwicklungsprozesses mit den beteiligten Bereichen AT/CAE, MPE und TD benannt werden. Eine schematische Darstellung dieser kooperativen Prozessarbeit dieser Bereiche ist in Abbildung 2 dargestellt. Die einzelnen Bereiche des IKTD verfolgen während der Produktentwicklung eigene Zielsetzungen und erreichen diese mit jeweils eigenen Methoden. Diese Methoden stützen sich auf die entsprechenden Kompetenzen und Werkzeuge der Fachbereiche (siehe Kapitel 2.2), sind aber dennoch in die allgemeine Vorgehensweise des Stuttgarter Modells integriert. Dadurch konnte im Laufe der Jahre ein detailliertes Konstrukt verschiedener Methoden und Wissensgebieten entstehen und eine optimale Plattform zur effektiven Kooperation aufgebaut werden.

Dieses Modell bildet darüber hinaus die Grundlage für eine erfolgreiche Produktentwicklung, die zum einen genügend Freiraum für Innovationen lässt und zum anderen erfolgreiche Strukturen für Effektivität vorgibt. Hierdurch gewinnt einerseits die Konstruktion Wertschätzung für die Komplexität formal-funktionaler Gestaltung als auch andererseits das Design Verständnis für die konstruktiven Abläufe und Prozesse. In Folge wachsen die Disziplinen Konstruktion und Design zusammen und verlangen beidseitig nach einer Angliederung an die strukturellen Teilprozesse.

### 2.2 Kompetenzen und Werkzeuge

Die Kompetenzen des IKTD ergeben sich aus langjährigen Erfahrungen in den Bereichen Forschung und Industrie und lassen sich auf

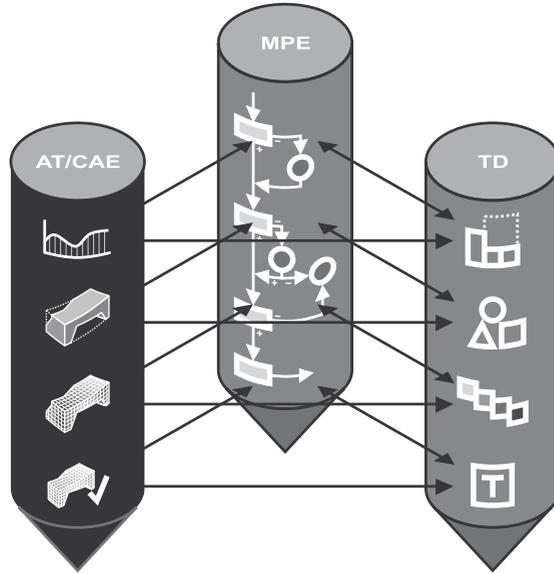


Abbildung 2: Das reduzierte Stuttgarter Modell

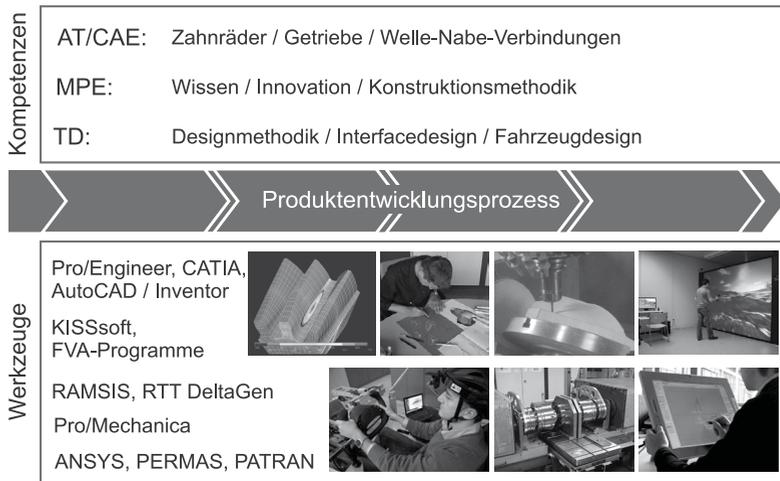


Abbildung 3: Kompetenzen und Werkzeuge des IKTD im Kontext der Produktentwicklung

die einzelnen Fachbereiche aufteilen (siehe Abbildung 3). Die Werkzeuge des IKTD sind fachübergreifend nutzbar und werden je nach Anwendungsgebiet bedarfsgerecht eingesetzt. Hieraus lässt sich ein erster Synergieeffekt in der Zusammenarbeit von Konstruktion und Design ableiten: Eine gemeinsame Werkzeugbasis.

Ein weiterer Synergieeffekt dieser Kooperation ergibt sich durch das gemeinsame harmonisierte Sammeln von Erfahrungen während einzelner, angewandter Entwicklungsprozesse. Schlüsselentscheidungen, die der Fehlervermeidung und Iterationsschleifenreduktion dienen, müssen nicht permanent neu erörtert und getroffen werden, sondern können in einer gemeinsamen Wissensbasis verankert abgerufen werden.

### **3 Ein Fallbeispiel**

In diesem Teil dieses Beitrags wird die Zusammenarbeit von Konstruktion und Design am IKTD am praktischen Beispiel einer Produktentwicklung beschrieben und diskutiert.

#### **3.1 Vorgehensweise**

Für die Beschreibung der praktischen Vorgehensweise wird die Entwicklung einer Tafelschere herangezogen, die vom IKTD und einem externen industriellen Partner durchgeführt wurde. Aus den Reihen des IKTD waren Mitarbeiter der Bereiche Konstruktionstechnik und Technisches Design beteiligt. Der für diesen Fall reduzierte Entwicklungsprozess ist in Abbildung 4 dargestellt. Abbildung 4 zeigt links die generelle Vorgehensweise anhand der vier Phasen der Konstruktionsmethodik nach VDI-Richtlinie 2221 (VDI2221 1993), in der Mitte die jeweiligen Arbeitsschwerpunkte des IKTD und rechts die Arbeitsschwerpunkte des externen Kooperationspartners. Die Schwerpunkte des IKTD sind dabei aufgeteilt in Arbeitsschritte von Konstruktion und Design. Arbeitsschritte des IKTD, die von Konstruktion und Design gemeinsam durchgeführt wurden, sind mittig angeordnet. Die mit \* gekennzeichneten Arbeitsschritte sind nicht bei Neukonstruktionen, sondern lediglich bei Anpassungskonstruktionen relevant, da nur bei diesen entsprechend notwendige Daten aus vorherigen Produkten zur Analyse und Berechnung vorliegen.

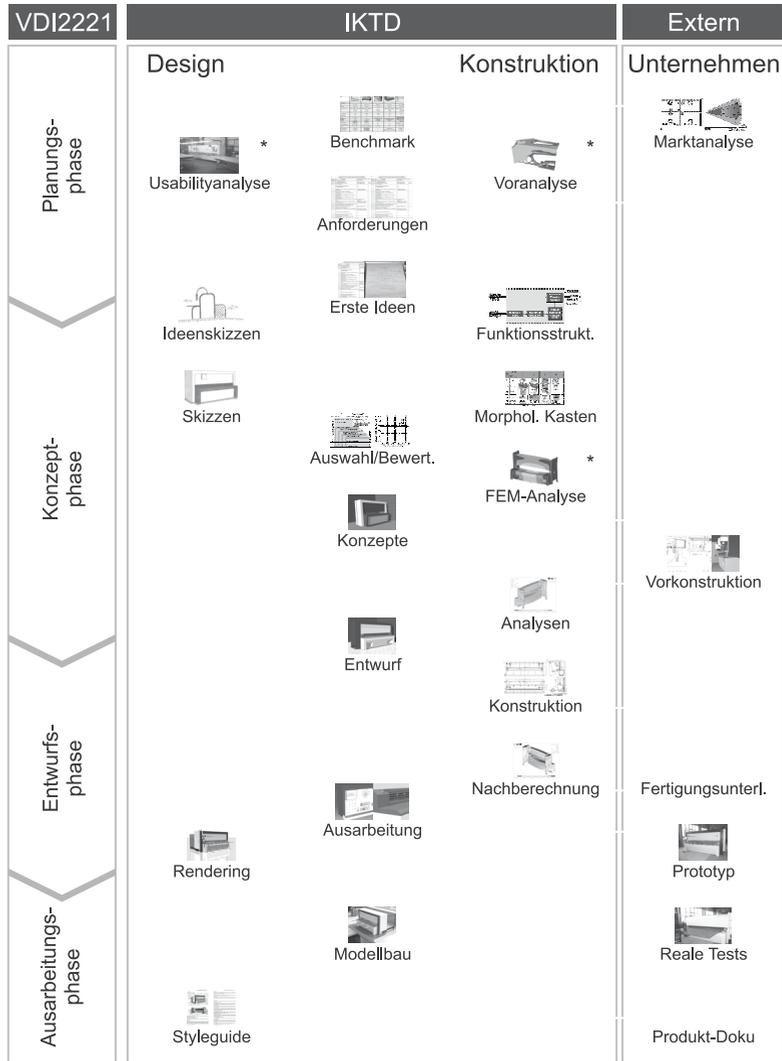


Abbildung 4: Der reduzierte Entwicklungsprozess am Beispiel einer Tafelchere

Bei der Betrachtung dieses reduzierten Entwicklungsprozesses wird die Zusammengehörigkeit der beiden Fachdisziplinen aufgrund der jeweiligen Orientierung an den vier Entwicklungsphasen deutlich. Ein weiterer Indikator für die Zusammengehörigkeit lässt sich aus der Harmonisierung jeweiliger Arbeitsschritte, wie zum Beispiel der parallelisierten Bearbeitung von Usability-Analyse und Voranalyse, und die Zusammenführung der Arbeitsergebnisse in sogenannten Meilensteinen, wie der Erstellung einer Anforderungsliste oder der gemeinsamen Auswahl und Bewertung, ablesen. Durch dieses harmonisierte Vorgehen konnten unnötige Iterationsschleifen vermieden und eine insgesamt resultierende Verkürzung der Produktentwicklungszeit erreicht werden.

Trotz der harmonisierten Vorgehensweise der beiden Fachdisziplinen Konstruktion und Design, lässt das Stuttgarter Modell den einzelnen Bereichen weiterhin genügend Freiraum und Flexibilität für eigene Vorgehensweisen und Techniken. Die Einbringung eigener Methoden, wie zum Beispiel gewisser Kreativtechniken oder Strukturierungsmodelle, wird durch dieses Modell gefördert. Dadurch konnte bei diesem Fallbeispiel ein optimales Gleichgewicht von gestalterischer Flexibilität und struktureller Disziplin erreicht werden.

EinzigernachteilbeidieserZusammenarbeitindieSchnittstellender jeweiligen digitalen Datenmodelle. Werden für die Analysen und FEM-Berechnungen funktionale Volumenmodelle benötigt, ist die formalorientierte Arbeit im Design eher den Flächenmodellen zugetan.

Dieser Umstand konnte insofern entschärft werden, indem das Technische Design während der Entwicklung einen kreativitätsunterstützenden Volumenmodellierer mit der Möglichkeit zur Flächenmodellierung verwendet. Mittels reduzierten Datenaustauschformaten konnten nun die jeweiligen Arbeitsergebnisse ex- bzw. importiert werden, um kommuniziert und iterativ entwickelt zu werden. Obwohl diese Vorgehensweise einen enormen Vorteil im Vergleich zu früheren Entwicklungen gebracht hat, besteht hier noch weiterer Handlungsbedarf zur verbesserten Harmonisierung.

### 3.2 Bewertung

Die konsequente Zusammenarbeit der beiden Disziplinen Konstruktion und Design führt zu einer nachweisbaren Effizienzsteigerung im Entwicklungsprozess. Für industrielle Partner kann daraus ein entscheidender strategischer Wettbewerbsfaktor entstehen und somit in Zukunft zu noch erfolgreicherem Produkten führen. Dies wurde am IKTD mit zahlreichen Forschungs- und Industrieprojekten nachgewiesen und resultiert daher nicht zuletzt auf den Untersuchungsergebnissen aus Lehre und Forschung, sondern auch aus Erfahrungen der Zusammenarbeit mit industriellen Partnern.

Um die Zusammenarbeit dieser beiden Fachdisziplinen in Zukunft noch weiter zu optimieren, sind weitere kooperative Forschungsarbeiten geplant. Im Rahmen dieser Arbeiten soll auf den technologischen und prozessmethodischen Wandel näher eingegangen und damit eine solide Basis für die zukünftige Produktentwicklung in Forschung, Lehre und Industrie geschaffen werden.

## 4 Fazit

Die Zusammenarbeit von Konstruktion und Design ist am IKTD bereits auf einem sehr hohen Niveau eng verzahnt. Die unterschiedlichen Fachdisziplinen orientieren sich bei der Arbeit im Entwicklungsprozess an einer gemeinsamen Vorgehensweise und setzen hierbei eigene Methoden und Werkzeuge zielführend ein. Die Effektivität dieses Stuttgarter Modells konnte sich bereits in zahlreichen Forschungs- und Industrieprojekten beweisen und war sowohl für das IKTD als auch insbesondere für externe Kooperationspartner ein optimierender Faktor in der Produktentwicklung. Aufgrund der Allgemeingültigkeit dieses Modells ist die Adaptivität auf weitere Prozessmodelle und Anwendungsgebiete möglich und somit auch in anderen Variationen ausführbar.

Zur Weiterentwicklung und Optimierung des Stuttgarter Modells ist eine erweiterte Evaluation notwendig. Dadurch werden einerseits die Absicherung gewährleistet und andererseits technologische Neuerungen auf dem Gebiet der Werkzeuge und Entwicklungsmethoden noch besser integriert.

Dennoch: Das Stuttgarter Modell stellt bereits in seiner heutigen Form einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil für industrielle und universitäre Partner dar und ist darüber hinaus ein erfolgreiches Modell für die innovative und effektive Zusammenarbeit von Konstruktion und Design. Durch eine effektive Weiterentwicklung ist eine mittelfristige Generierung eines Produktentwicklungsprozesses der Zukunft möglich.

## Literaturverzeichnis

- Badke-Schaub, P.; Frankenberger, E.: Management kritischer Situationen – Produktentwicklung erfolgreich gestalten, Springer-Verlag, Berlin, 2004
- Kranke, G.: Technisches Design – Integration von Design in die universitäre Ausbildung von Ingenieuren, 1. Aufl., Verlag Dr. Hut, München, 2008
- Kranke, G.: Anforderungen des Technischen Designs an die Modellierung und Simulation in der virtuellen Produktentwicklung, in: Brökel, K.; Feldhusen, J.; Grote, K.; Rieg, F.; Stelzer, R.: Vernetzte Produktentwicklung – Methoden und Werkzeugkopplung, Tagungsband, Bayreuth, 2009, S. 226–232
- Reese, J.: Der Ingenieur und seine Designer – Entwurf technischer Produkte im Spannungsfeld zwischen Konstruktion und Design, Springer Verlag, Berlin, 2005
- Verein deutscher Ingenieure: VDI-Richtlinie 2221: Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1993
- Verein deutscher Ingenieure: VDI-Richtlinie 2424: Industrial Design, Blatt 3: Grundlagen, Begriffe, Wirkungsweisen – Der Industrial-Design-Prozess, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1988
- von Saucken, C.: Designer und Ingenieure in der Produktentwicklung – Potentiale und Ansätze zur Verbesserung der interdisziplinären Zusammenarbeit in der industriellen Praxis, Master Thesis am Lehrstuhl für Industrial Design, TU München, 2010
- von Saucken, C.: Untersuchung von Spannungen und Problemen in der interdisziplinären Zusammenarbeit von Industriedesignern und Entwicklungsingenieuren in Ausbildung und Praxis anhand von Literatur beider Fachrichtungen, [http://www.id.ar.tum.de/fileadmin/media/downloads/Interdisziplin%C3%A4re\\_Arbeit\\_Produktdesign\\_Entwicklungsingenieur\\_vSaucken.pdf](http://www.id.ar.tum.de/fileadmin/media/downloads/Interdisziplin%C3%A4re_Arbeit_Produktdesign_Entwicklungsingenieur_vSaucken.pdf), Technische Universität München, 30. März 2012
- Zec, P.; Jacob, B.: Der Designwert – Eine neue Strategie der Unternehmensführung, red dot Edition, Essen, 2010

## **Kontakt**

Dipl.-Ing. Frank Beier

Prof. Dr.-Ing. Thomas Maier

Dipl.-Ing. Daniel Roth

Prof. Dr.-Ing. Hansgeorg Binz

Forschungs- und Lehrgebiet Technisches Design

Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design

Pfaffenwaldring 9

70569 Stuttgart

*[www.iktd.uni-stuttgart.de](http://www.iktd.uni-stuttgart.de)*

Henrik Schnegas

## **Konstruktion vs. Design – Gemeinsame Strategien für sichere, zuverlässige und ästhetische Produkte?**

Im Jahr 1862 veröffentlichten die Ingenieure Moll und Reuleaux eines der ersten Konstruktionsbücher, in dem Konstrukteuren der Zeit das richtige Konstruieren nahegebracht wurde. Neben umfangreichen Hinweisen auf die Auslegung von Maschinenelementen und der erstmaligen Nennung eines Sicherheitskoeffizienten, der seither als Sicherheitszahl immer noch gebräuchlich ist, fällt vor allem die Forderung nach einer formschönen Gestaltung auf. Wörtlich finden wir die Aussage:

*»Das Streben nach Schönheit der Form liegt auch im Maschinenbau so nahe, dass man es fast überall bethätigt findet, ja, es verleiht demselben ein eigenes Interesse, welches den Construierenden für manche mühsame und abspannende Kopfarbeit zu entschädigen vermag und seine ganze Thätigkeit auf eine höhere Stufe erhebt.«*

*(Moll & Reuleaux 1862)*

Während in der ersten Zeit ganzheitliche, d.h., technisch und gestalterisch hochwertige Produkte geschaffen wurden, die neben der Funktion vor allem den Zeitgeist widerspiegeln, kam es in der Folgezeit vor allem im Maschinenbau zu einem Umdenken. Vor allem die Funktionalität im Zusammenhang mit einem niedrigen Preis stand im Vordergrund. Aus diesem Sachverhalt heraus werden auch heute noch die Mehrzahl der Maschinenbauprodukte mit den Begriffen »Quadratisch, praktisch, preiswert und gut« umschrieben, während designerisch durchdachte Produkte seitens des Maschinenbaus mit »Kunst, abgehoben, unpraktisch, luxuriös und teuer« abgestempelt werden.



Abbildung 1: Auszüge zur Schönheit der Form aus dem ersten Konstruktionsbuch von 1862

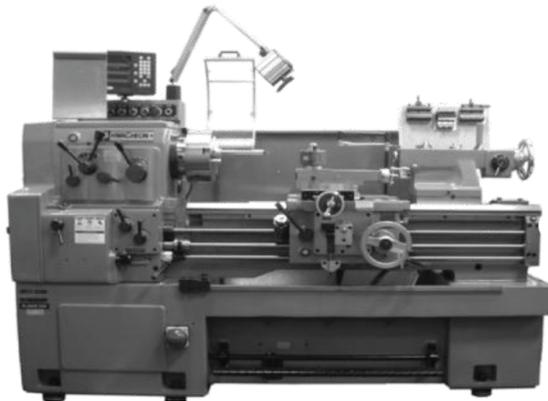


Abbildung 2:  
Drehmaschine im Wandel der Zeit  
(oben: 1990 / unten: 2010)

Gerade in der Gegenwart kommt es nun wiederum zu einem erneuten Umdenken. Angesichts der härter werdenden Konkurrenz aus Asien spielt das Erscheinungsbild von Maschinenbauprodukten wieder eine entscheidende Rolle. Neben der Funktion haben Form, Ästhetik, Farbe, Ergonomie einen prägenden Einfluss auf das Erleben und Erfahren von Maschinen. Es werden nicht nur Maschinen gekauft, sondern auch Lebensgefühle. Der Markt beginnt zu verstehen, dass Farbe, Formen, Ästhetik der Maschine und ergonomische Berücksichtigungen einen großen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Bediener und deren Gesundheit und Wohlempfinden am Arbeitsplatz besitzen. Abbildung 2 zeigt hierzu eine Maschine im Wandel der Zeit, wobei gerade einmal 20 Jahre zwischen den Designs liegen. Vom klassischen Werkstattgrün und der technisch anmutenden Maschine gleitet der Blick hinüber zu einer farbenfrohen, ergonomisch und arbeitssicherheitsspezifisch gestylten Maschine.

Um die Forderungen des Marktes nach formschönen und ganzheitlich durchdachten Produkten auch in der Zukunft zu erfüllen, ist gerade seitens der Hochschulen und Universitäten eine Vermittlung entsprechenden Wissens für die Ingenieure und Produktentwickler von morgen erforderlich. In Anbetracht der Entwicklung von Maschinenbaukonstruktion und Produktdesign als separate Wissenschaftszweige ist jedoch auch die Ausbildung differenzierter geworden. Eine kurze Recherche bei den Hochschulen Deutschlands hat ergeben, dass von den im Wintersemester 2011/12 existierenden 105 Universitäten und 211 Fachhochschulen 12 Hochschulen allgemein Design und lediglich 12 Einrichtungen Industrial Design speziell für Maschinenbauingenieure anbieten und somit notwendiges Designwissen an Maschinenentwickler weitergeben. Eine Übersicht hierzu ist in Abbildung 3 dargestellt. Sollte eine Einrichtung nicht genannt sein, kann diese sich gerne zwecks Nachtragung melden.

Die Hochschule Wismar, zu der seit 1992 die 1949 gegründete Fachschule für Graphik und Design aus Deutschlands ältestem Seebad Heiligendamm gehört, bietet seit 3 Jahren im Rahmen der Bachelor-Maschinenbauausbildung im 4. Semester das Modul »Industrial Design« an. Im Unterschied zu anderen Einrichtungen wird das Modul nicht ausschließlich von Designern gelesen, son-



### Industrial Design für Maschinenbauer

#### Bachelor:

HS Emden-Leer  
HS Furtwangen  
HS Osnabrück  
HS Köln

#### Master:

TU München

#### Zusatzqualifizierung:

HS Magdeburg Stendal  
HS Ulm  
Uni Wuppertal  
HS Lippe

#### Modul:

TU Dresden  
RWTH Aachen  
HS Wismar

Abbildung 3: Industrial Design für Maschinenbauer (2011)

dem gleichberechtigt auch von Maschinenbauern. Das 4. Semester mit dem Modul »Industrial Design« rundet die Konstruktionslehrausbildung ab, wobei das *Design for X* mit ergänzenden Inhalten über Form, Farbe, Ästhetik, Ergonomie und Darstellungs- und Präsentationstheorie gelesen wird. Das Modul verfolgt nicht das Ziel, Designer auszubilden, sondern Maschinenbauingenieuren einen Einblick in die Arbeit der Designer zu geben und natürlich einige grundlegende Handwerkszeuge, die in der normalen Ingenieurausbildung nicht vertreten waren, zu vermitteln. Oberstes Ziel ist gleichzeitig die Bildung von Teams aus Designern und Maschinenbauern, die gemeinsam an der Entwicklung neuer Produkte arbeiten.

In den folgenden Ausführungen soll aus der Sicht eines Maschinenbaukonstruktors ein Handlungsalgorithmus vorgestellt werden, der zum Erarbeiten innovativer und ästhetischer Produkte herangezogen werden kann und eine fachgebietsübergreifende Arbeit ermöglicht.

## 1 Produktentwicklung im Maschinenbau

Betrachten wir die Produktentwicklung im klassischen Maschinenbau, so wird in erster Linie die »Methodik zum Entwickeln technischer Produkte« nach VDI 2221 angewendet. Die wesentlichen Ergebnisse der 4 Arbeitsphasen Planung, Konzept, Entwurf und Ausarbeitung sind die Anforderungsliste, die Gesamt- und Teilfunktionen mit zugehöriger Funktionsstruktur, die Konzepte, die Teilentwürfe die zum Gesamtentwurf vereinigt werden und die ausgearbeitete Produktdokumentation einschließlich aller notwendiger Fertigungsunterlagen. In Bezug auf die gestalterischen Tätigkeiten sind die Planungsphase zu nennen, in der alle notwendigen Angaben zu Form-, Farb- und Ästhetikwünschen aufgelistet und notwendige Angaben zum Nutzerkreis festgelegt werden. Die eigentlichen gestalterischen Tätigkeiten sind dann in der Entwurfsphase auszuführen. Im Rahmen des *Design for X* geht es um kosten-, funktions-, sicherheits-, fertigungs-, montage-, demontage-, transport-, wartungs-, instandhaltungsgerechtes Gestalten. Weitere Schwerpunkte, die in Bezug auf das Design zu berücksichtigen sind, werden im Kapitel 3 vorgestellt und in den klassischen Konstruktionsprozess integriert.

## 2 Produktentwicklung im Industrial Design

Betrachten wir einmal eine designorientierte Vorgehensweise, dann kann festgestellt werden, dass bereits in den frühen Produktlebensphasen Modelle als Konzepte geschaffen werden, wodurch in Entwicklerteams eine sehr gute Diskussion und vor allem ein Produkterleben realisiert werden kann. Oft genannte Arbeitsschritte beim Schaffen eines Designkonzeptes sind:

1. Design Briefing
2. Research & Analyse
3. Entwurfsphase
4. Konstruktionsphase
5. Rapid Prototyping
6. Designüberprüfung
7. Produktionsüberführung

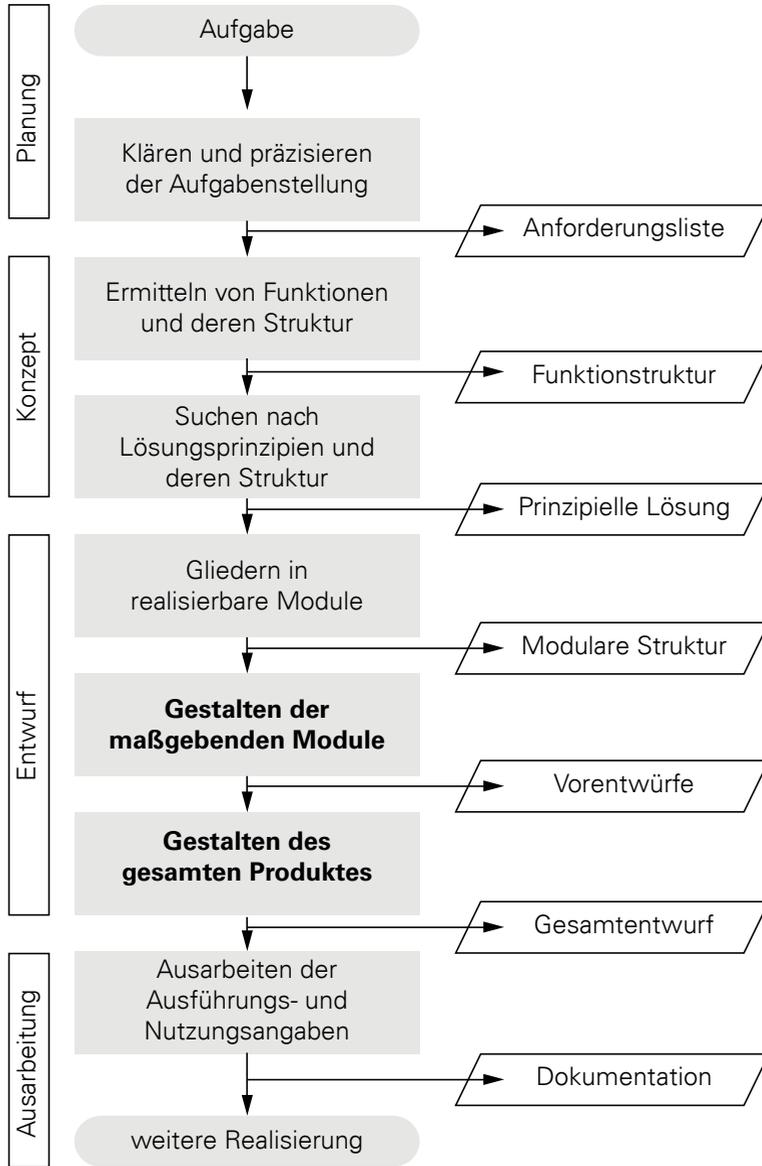


Abbildung 4: Klassische Konstruktionsmethodik nach VDI 2221

Beim *Design Briefing*, welches durch das Marketing bzw. die Geschäftsleitung festgelegt wird, werden Designer über die Zielgruppen und Käuferschichten, den angestrebten Verwendungszweck, die Produktsprache z.B. in Form der Integration in eine bestehende Produktfamilie, den Markteinführungstermin, über die angestrebte Lebensdauer und das bestehende Pflichtenheft informiert. In Bezug auf das Pflichtenheft gibt es sehr oft den Wunsch, bereits bei der Erarbeitung mit einbezogen zu werden, was sicherlich sehr sinnvoll ist.

Im Abschnitt *Research & Analyse* versetzt sich der Designer in die Welt des zu gestaltenden Produktes. Neben den Anwendern spielen Konkurrenten eine Rolle. Über eine Marktrecherche wird analysiert, welche Stärken andere bereits bestehende Produkte besitzen. Abbildung 5 zeigt ein Analyseblatt, indem die designtypischen Begriffe wie Funktion, Ästhetik und eine Nutzer-, Betrachter- und Symbolebene beschrieben werden. Mit der Betrachtung verwandter Bereiche, wo vor allem optische und funktionale Analogien analysiert werden, entsteht am Ende dieser Phase ein Handlungsziel, welches zum neuen Produkt führen soll.

In der 3. Phase, die als *Entwurfsphase* bezeichnet wird, werden auf der Basis angewandter Kreativitätstechniken primär Konzepte erstellt, die skizziert, gerendert und mit CAD modelliert werden. Einen großen Bereich nimmt der Bau von ersten Konzeptmodellen ein, die der weiteren Diskussion dienen.

Phase 4 ist die *Konstruktionsphase*, in der die weiterzuverfolgenden und bisher hingenommenen Modelle dimensioniert und konstruktiv gestaltet werden und an deren Ende ein weiteres Modell, i. d. R. ein *Rapid Prototyping* Modell geschaffen wird. Wir sprechen von der Phase 5.

Nach der *Überprüfung* von Funktionen, Bedienbarkeiten und der umgesetzten Produktsprache in Phase 6 erfolgt abschließend in Phase 7 die *Überleitung in die Produktion*, wobei die Herstellbarkeit im Vordergrund steht.

**PRODUKTANALYSE - GRUNDSHEMA**

Vorgehensweise:

- 1 Themenspezifische Anpassung der Kriterien
- 2 Funktionsbewertung
- 3 Funktionsgewichtung
- 4 Vergleich Gebrauchswert - Tauschwert

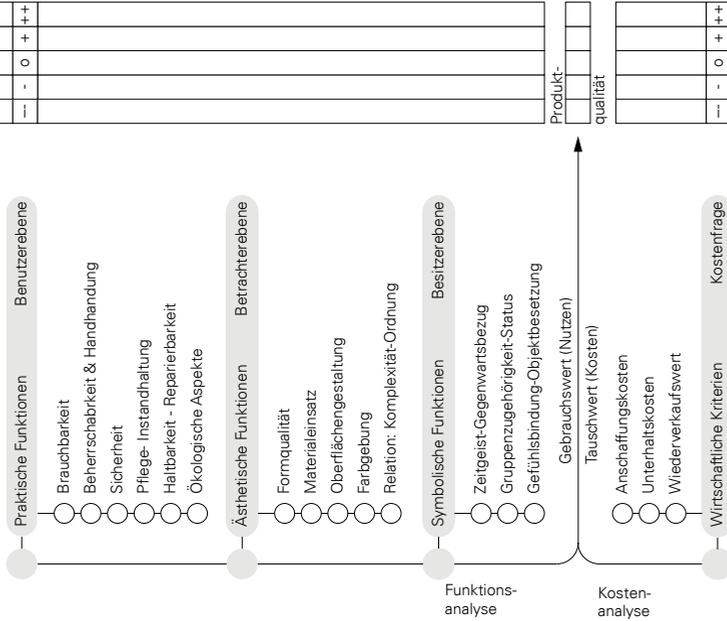


Abbildung 5: Produktanalyseblatt für die Phase „Research & Analyse“

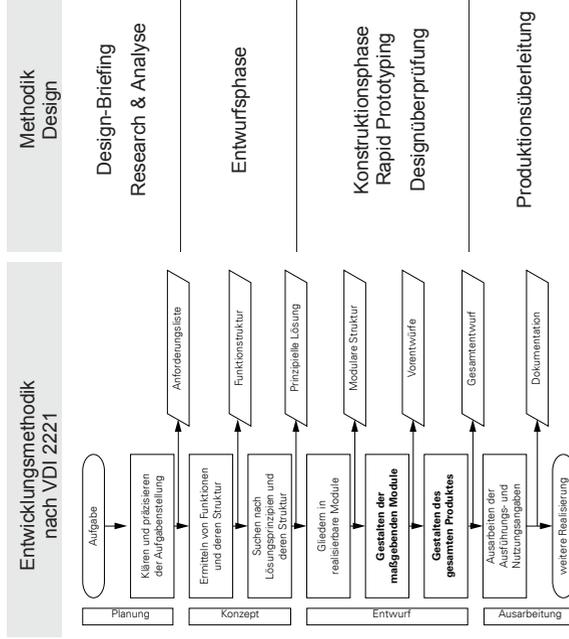


Tabelle 1: Zuordnung der Designarbeitschritte zur VDI 2221

### 3 Kombinierte Konstruktions-Design-Methode

Auch wenn die Methoden in den Kapiteln 1 und 2 voneinander in den beschriebenen Aktivitäten und Wortlauten abweichen, so lassen sich doch eine Reihe von Gemeinsamkeiten finden, die die Erarbeitung einer gemeinsamen Methodik zulassen. Ist eine Produktentwicklung von Ingenieuren und Designern gemeinsam zu realisieren, dann kann die folgende Methode als Vorschlag herangezogen werden. Da die Methode nach VDI 2221 umfangreichere Arbeitsschritte als die Designmethode aufwies, wurde sie als Basismethode genutzt und um entsprechende Designkriterien ergänzt. In einer gemeinsamen Methode für die Produktentwicklung sind zunächst die Arbeitsschritte gemäß Tabelle 1 zusammengefasst worden. Im Detail können folgende Ergänzungen in Bezug auf die VDI 2221 genannt werden:

In der *Planungsphase* ist auf der Basis einer Darlegung des Standes der Technik, der Analyse des Istzustandes und der Durchführung einer Markt-, Internet- und Patentanalyse in altbewährter Methode eine Anforderungsliste mit notwendigen Wünschen und Forderungen anzufertigen. Das Erarbeiten sollte jedoch in Zusammenarbeit mit Designern erfolgen, wobei ergänzend zu berücksichtigende Schwerpunkte Modetrends, Formensprache, Farbwünsche, Ästhetikwünsche, anthropometrische Anwender- und Nutzerdaten und die Einordnung in Familiengruppen sind.

Die *Konzeptphase*, der die Entwurfsphase aus der Designstrategie zugeordnet wird, gehört nach wie vor der Suche nach funktionserfüllenden Lösungsprinzipien und deren Strukturen. In Verbindung zum Design können hier vor allem im Rahmen der Ideengenerierung verstärkt Kreativitätstechniken angewendet werden, die abseits der favorisierten maschinenbaulichen konventionellen und diskursiven Methoden liegen. Der verstärkte Einsatz intuitiver Methoden, wie z.B. Analogierendering, Kopfstandmethode, Bisoziation, Synektik oder Reizwortmethode verspricht im Bereich der innovativen Produkterarbeitung ideenreichere Konzeptideen. Speziell für Maschinenbauingenieure sei an dieser Stelle die verstärkte Nutzung von Zeichentechniken wie die Fluchtpunktmethode oder das Scribblen empfohlen. Bei Aneignung designtypischer Zeichentechniken lassen sich überzeugende Ergebnisse erzielen, wie Abbildung 6 zeigt.

Neu für Maschinenbauer ist in der Konzeptphase das Anfertigen von physischen Konzeptmodellen. Wurde bisher vordergründig mit Hilfe von Skizzen über die Lösungsvarianten diskutiert, können anhand von einfachen Modellen weitere Kriterien wie Haptik, Proportion, Raumbedarf oder Ergonomie besprochen werden. Produkte werden so erlebbar. In Abbildung 7 sind Modelle von Maschinenbaustudenten zu sehen, die am Ende einer Konzeptphase präsentiert und als sinnvoll und empfehlenswert auf dem Weg zu einem Endprodukt eingeschätzt worden sind.

Die eigentliche gestalterische Arbeit setzt nach wie vor aus Sicht des Maschinenbaus gemäß Abbildung 4 in der *Entwurfsphase* ein. Nach dem Benennen der einzelnen Komponenten und Module und deren Dimensionierung ist mit dem *Design for X* die Gestaltungsarbeit zu leisten. Sollen designerische Argumente berücksichtigt werden, ist vor allem auf die farbliche, proportionale, ästhetische und ergonomische Gestaltung ergänzend zu achten. In Abbildung 8 sind abschließend noch einige Bilder enthalten, die auf der linken Seite Darstellungen vor einem Scribblekurs und rechts nach einem solchen zeigen, wobei auf der rechten Seite auch die bewusste Nutzung von anthropometrischen 3D-CAD-Modellen in den Fokus ingenieurgerechter Gestaltung kommen.

In der vierten Phase *Ausarbeitung*, stehen am Ende vor allem die formschönen und ansprechenden Produktpräsentationen aus dem Bereich Design im Vordergrund, die neben den maschinenbaulichen Technischen Zeichnungen und Fertigungsunterlagen ein untrennbarer Bestandteil der Produktdokumentation sein sollten.

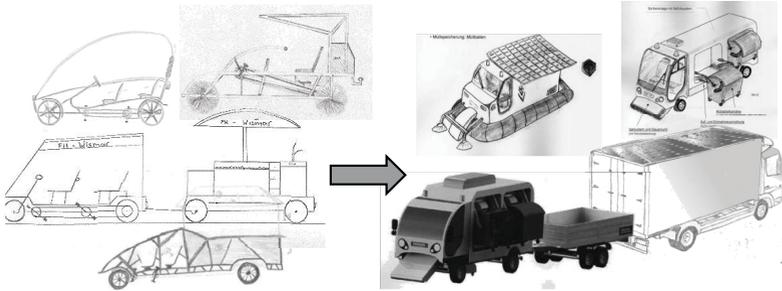


Abbildung 6: Ideenskizzen Maschinenbau vor (links) und nach einem Scribble- und Zeichenkurs (rechts)



Abbildung 7: Maschinenbaustudenten mit Konzeptskizzen und Konzeptmodellen

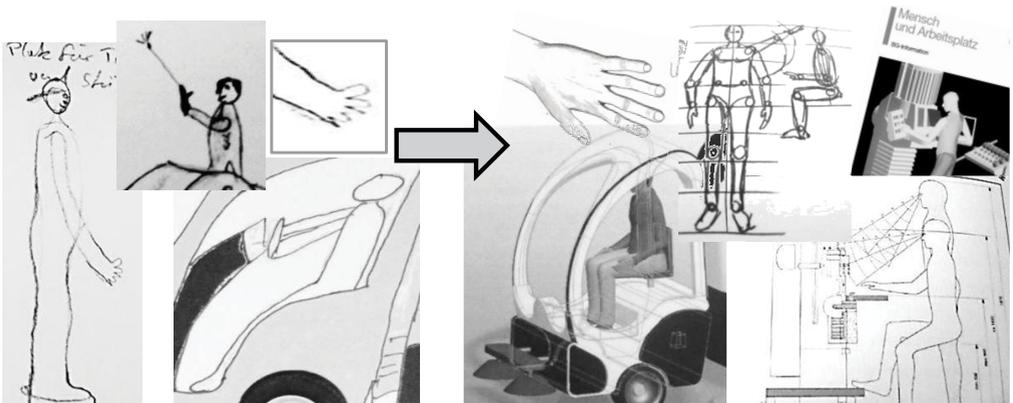


Abbildung 8: Ergonomieskizzen vor (links) und nach einem Scribble- und Zeichenkurs (rechts)

#### 4 Schlussfolgerung und Anwendung

Im Gliederungspunkt 3 wurde ein kombiniertes Arbeitsverfahren dargestellt, mit dem fachübergreifende Teams aus Designern und Maschinenbauern gemeinsam an der Entwicklung neuer Produkte angeleitet arbeiten können. Keiner Berufssparte soll dabei ein jeweils fremdes Wissensgebiet zwangsweise anvertraut werden. Stattdessen sollen die Stärken einer jeden Seite ausgenutzt und angewandt werden. Steht zum Beispiel die Entwicklung einer Kehrmaschine gemäß Abbildung 9 als Aufgabe, können spezifische Aufgabenfelder gewählt werden. Vorzugsweise würden nach wie vor die Module Fahrwerk (3) und Anbauteile (4) von Maschinenbauern bearbeitet werden. Modul Fahrerkabine (1) ist durch die stärkere Ergonomie- und Komfortanforderung ein Anwendungsgebiet für Designer. Die Aufbauten (2), die eine Kombination aus Außenwirkung und technischer Funktion darstellen ein gleichberechtigtes Tätigkeitsgebiet. Die jeweils andere Fachseite sollte aber beratend und mit ihrem spezifischen Wissen ergänzend mitwirken.

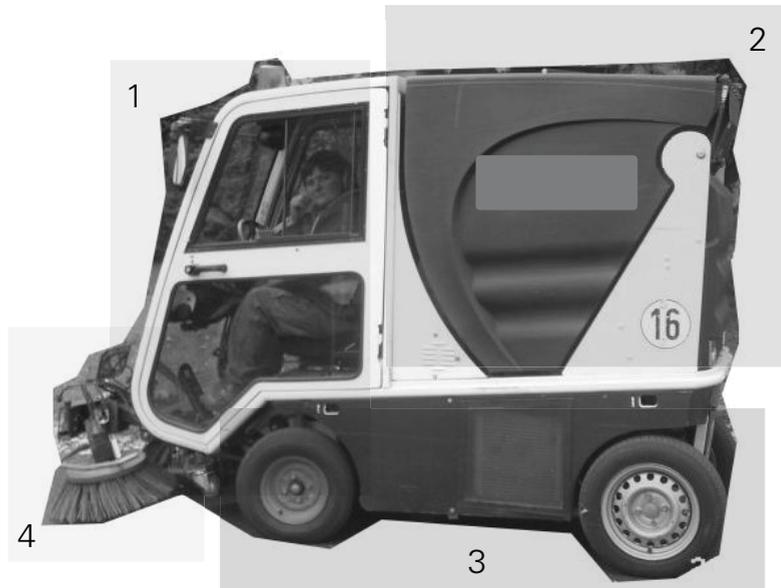


Abbildung 9: Aufgabenmodule für Maschinenbau und Design

## Literaturverzeichnis

- Moll, C.L. & Reuleaux, F. 1862: Die Construction der Maschinentheile,  
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg, Braunschweig 1862.
- Schnegas, H. 2011: Skript Entwicklungsmethodik, Hochschule Wismar,  
FB Maschinenbau, Verfahrens- und Umwelttechnik.
- Zölch, V. & Schnegas, H. 2012: Skript Industrial Design für den Maschinenbau,  
Hochschule Wismar, FB Maschinenbau, Verfahrens- und Umwelttechnik.

## Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Henrik Schnegas  
Hochschule Wismar, University of Applied Sciences:  
Technology, Business and Design  
Fakultät für Ingenieurwissenschaften  
FB Maschinenbau, Verfahrens- und Umwelttechnik,  
FG Konstruktionstechnik  
Philipp-Müller-Str. 14  
23952 Wismar  
henrik.schnegas@hs-wismar.de



Tibor Bercsey & Klaudia Nagy

# **Applying inventive problem solving methods at the early stage of industrial product design**

## **1 Introduction**

The paper introduces a methodological overview followed by thoughts of the recent problems of using these theories at the industrial ground offering some solutions for improvement. Shows a case study where several semesters of the Integrated Product Design courses were observed at the Department of Machine and Product Design at the Budapest University of Technology and Economics (BME). The aim of the presented study has been to evaluate a selected product design project from the aspect of the effectiveness of the previous methodological training. Based on these findings we provide some suggestions for the design education to support the early stage of the design process.

## **2 Overview of Product Development Methods**

It is almost impossible to have a full overview of all the existing product development methods. The following Figure 1 shows a wide range of the available techniques – categorized into three different levels. The first ‚basic‘ level includes the well-known methods which are easy to learn and use. Mainly the engineers working on the field of innovation are aware of using these possibilities. From the conven-

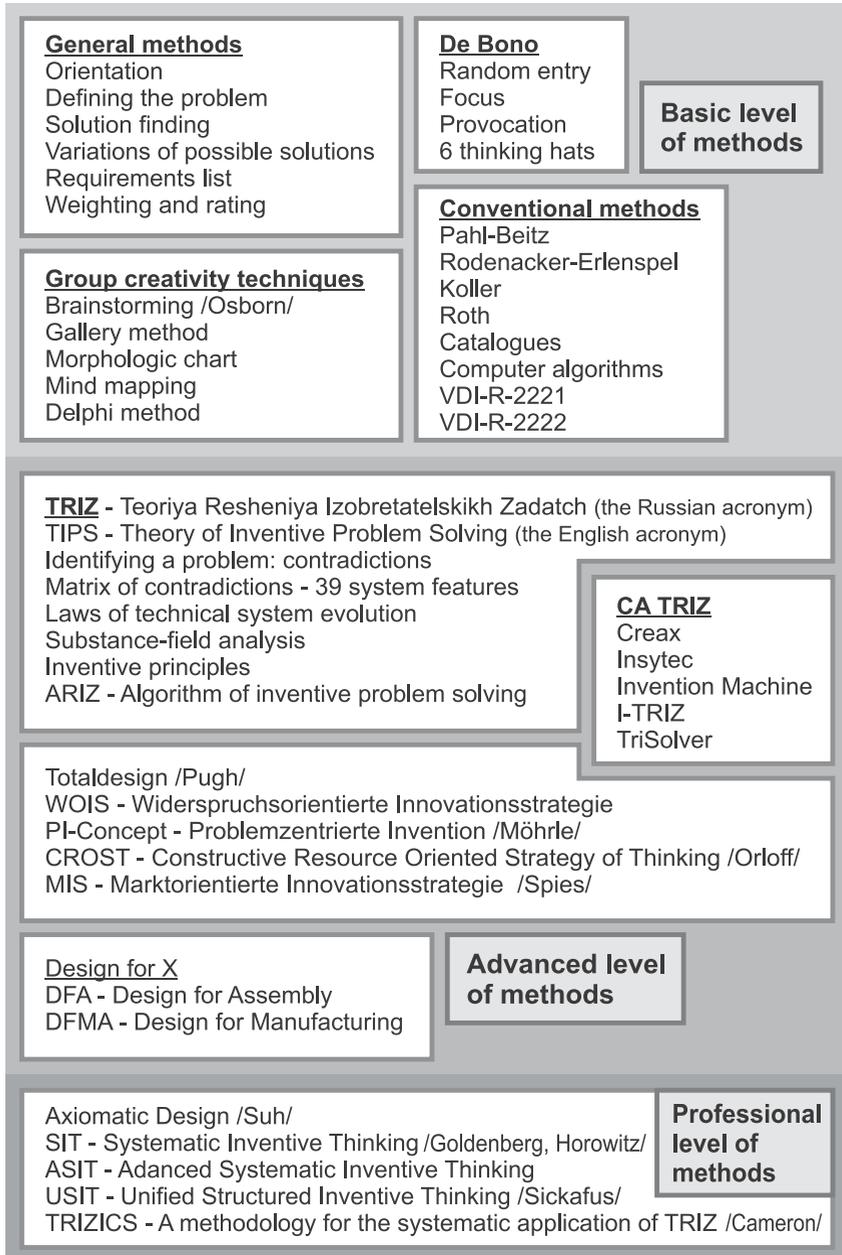


Figure 1: Product design and development methodologies.

tional and general steps, through the creativity techniques and a few from the work of Edward de Bono were shown. These methods are mainly part of the industrial design education (Badke-Schaub 2007). At an industrial area the introduction is not necessary but the practice has a major role.

The next ,advanced' level contains mainly the inventive problem solving methodologies. Many are based on TRIZ – the theory of inventive problem solving. Some innovation strategies are also parts of this category. We had to mention here Design for X, as an opportunity for product development. The exposition varies at these mid-level theories. Mostly the students do not have enough experience for the implementation.

The most difficult part is the ,professional' level. These complex methodologies are declared as unknown. We have to reveal that the designers are unacquainted with these techniques. University education is not the field for this level of inventive thinking approach. Special courses are available, but the introduction takes very long time, and the reach of functional routine of usage cannot be guaranteed.

### **3 Problems that Occur by the Application of the Methods**

Various explanations have been given for the low level of acceptance of methods in practice. Birkofer (2005) and Jaensch (2007) have pointed to the problematic transfer and application of methods into practice. According to their work one of the most critical conditions is the way that methods are presented and formulated. The critical factors are the following: firstly the inadequate advertisement of methods, secondly the inappropriate representation of the techniques, thirdly instead of application the knowledge is addressed, and finally there is no differentiation along design disciplines.

These issues are related to the performance of methods and addresses the question of whether it is proven that design methods really lead to superior design performance. Even when methods are applied, the design performance can still be low because of the poor use of techniques or the quality of the theory itself. Low per-

formance can be caused by a mismatch between characteristics of the chosen method and the project, due to the incorrect timing of the process (Badke-Schaub et al. 2011).

### 3.1 Lack of Use of the Theories

Few of the methods presented in the previous chapter are used in the field of industrial companies. Possible causes of this include:

- Lack of knowledge or only a superficial acquaintance.
- The use of the methods is time consuming. Time always plays a key role at the industrial processes. All industrial projects are limited to specified deadline-ranges.
- The motivation level of the designers is low, in many cases they are not motivated to use the methods at all. In general, we get the same result – whether the designers use any methods or not, because they usually aim to reach a satisfying solution.
- The following problems are arising in psychological level. The designers – as individuals – have different attitudes. This issue is related to the lack of motivation.
- Inadequate communication. Generally the designers work in a team. The inappropriate communication – inside the group or extended to corporate level – frequently becomes a reason of failure.
- For a successful solution search a high experience level is essential according to empirical investigations. (Badke-Schaub & Frankenberger 1999)

### 3.2 Suggestions for Eliminating the Deficits

Our goal is to eliminate these factors. Our suggestions for improvement are the following:

- The theoretical training has to be followed a strict practical course where the use of the specifically chosen methods are not only suggested but applied in practice. During the education the designer students are obliged to have a real experience of usage, so later in the industrial environment the designers will have practical application-level knowledge.

- Time factor is always a great pressure on the designer. A possible solution to resolve this issue is a deliberate development schedule, where the usages of systematic methods are built into the different stages.
- Several factors must be considered to achieve the adequate level of motivation – psychological aspects, corporate site and management issues. By the use of proper implementation strategies the motivational level could be increased.
- The design team must be prepared to admit the design methods. At individual level the designers should not be satisfied with the achievement of an adequate solution (Leicht et al. 2007).
- The goal would be the exploitation of the new forms of communication. For example a methodological knowledge database would be available for filtering the uncertainty factors of the theoretical background or revising the former knowledge that can be used effectively.
- With more training and practise the level of experience could be increased.

From the list of deficits above – the developers do not have application-level knowledge is considered as the main problem. The roots can be found at the field education. In the next chapter we examine students' projects, in order to identify the causes.

#### **4 Case study**

Those educational concepts, which impart methodological approaches and allow students to practice them on a design cases in a team setting, can enable novices to deal with complex design tasks (Grimheden and Hanson 2005). But besides the implementation of these educational approaches an evaluation of teaching concepts has to be undertaken, in order to assure a high quality of design education (Achten et al. 2005).

The observed training course is offered to graduate students of industrial design engineering in order to allow them to get acquainted

with different, commonly known design methods, to apply these methods to a concrete design case, and to experience team work in the design process.

We have intended to find out whether methods taught in the training course of the first semester were applied appropriately by the participants – that means according to the goals of the methods.

At the Budapest University of Technology and Economics our Department of Machine and Product Design offers Integrated Product Design courses which are based on each other starting with the clarification of the methodological grounds.

At the fourth semester of the Bachelor level education the students get a well-defined task to design a faucet. After several ideas and two development phases the participants create 2 product suggestions, so in each semester in average 150 proposals are made. In the recent years' pattern, from these plans only 15-20 new concepts can be called as blockbuster ideas.

As their documentations of the design process were examined, we found that the students has come to their versions less by using the methods, more by following a genuine idea or by their personal intuition. The generally known techniques and evaluation methods appeared by the idea generation phase.

The question is what is the reason of not using the learned methods? What is the point in no application? Mostly at the educational environment the usage of the previously acquainted methods is not an exact criteria to fulfil the requirements of the semester. The supervisor tutor does not force the students to the application of the techniques. The environment does not motivate the participants, the theoretical knowledge cannot reach the level of practical application. Such trainings would be necessary that some of the selected methods are shown in specific application examples.

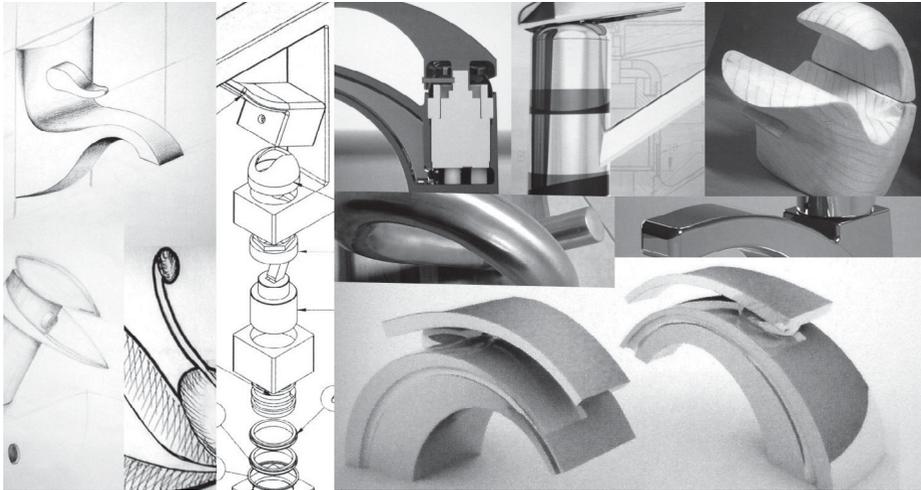


Figure 2: Students works from 2012.

## 5 Suggestions from the Perspective of Education

A reorganisation of the education from a methodological aspect is required. The systematic application criteria of the methodology must be implemented. During the design projects the individual steps must be specifically defined that the student are forced to always use more and more complicated methods.

Another objective is to create the adequate motivation. A possible opportunity is to organize competitions. For example an 'innovation award', as the reward for the best design process can also make the students motivated. The implementation of this strategy can be started at institutional level followed by national or international competitions.

It is essential to start with the advanced level training of the supervisors and tutors, which aims to actualize their theoretical knowledge, and of course to make them capable to effectively transfer their knowledge to the students to achieve the application-level practise at the universities.

## 6 Conclusion

In order to meet the increasing demands of product innovation standards, the methodological support of the designers, and the preparation of the students of engineering design to cope with these requirements gain more importance than ever. The designers have to be prepared to choose the appropriate method at the specific situation where it is required. The basic principles of design methodology offer essential support for the designers but we always have to consider that this knowledge is built upon and needs to be integrated with human characteristics. With a feasible categorization of the system of methodologies is more conceivable. With the improvement of the implementation of the theories at the educational level the reach of a higher innovation rate at the early stage of the design process is more predictable.

## References

- Achten H, Dorst K, Stappers P J, de Vries B (2005):  
A Decade of Design Research in the Netherlands
- Badke-Schaub P and Frankenberger E (1999): Analysis of Design Practice.  
Design Studies, 1999, 20(5):465–480
- Badke-Schaub P, Schuster I, Dick B, Lindemann U (2007): Executive summary:  
Evaluation of methodological training in design education, International  
Conference on Engineering Design, August 2007, Paris, France
- Badke-Schaub P, Daalhuizen J, Roozenburg N (2011): Towards a Designer-Centred  
Methodology: Descriptive Considerations and Prescriptive Reflections  
In: Birkhofer H (editor) The Future of Design Methodology, p. 181–198. Springer
- Birkhofer H, Jänsch J and Klobardanz H (2005): An extensive and detailed view of the  
application of design methods and methodology in industry.  
In: Samuel A and Lewis W (eds) International Conference on Engineering Design,  
ICED'05, Melbourne
- Jaensch J (2007) Akzeptanz und Anwendung von Konstruktionsmethodik  
im industriellen Einsatz. Analyse und Empfehlungen aus kognitions-  
wissenschaftlicher Sicht. VDI/ Fortschritt-Berichte. VDI-Verlag, Düsseldorf

Grimheden M. and Hanson M. (2005) What is design engineering and how should it be taught? – Proposing a didactical approach. In International Conference on Engineering Design, ICED '05,

Melbourne, August 2005 (Institution of Engineers, Barton, ACT).

Leicht R, Maldovan K, Messner J I (2007) A framework to analyze the effectiveness of team interactions in virtual environments, 7th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality, October, 2007

## **Contact**

Dr. habil. Dipl.-Ing. Tibor Bercsey

Dipl.-Ing. Klaudia Nagy

Budapest University of Technology and Economics

Department of Machine and Product Design

Műegyetem rkp. 3.

1111 Budapest, Hungary

nagy.klaudia@gt3.bme.hu

*www.gt3.bme.hu*



# **Erzähl mir was – Narrative Methoden in frühen Phasen interdisziplinärer Produktentwicklung**

## **Einleitung**

Am Beginn von Entwurfsprozessen steht die Akquise des Wissens, welches für die Bearbeitung der Aufgabe nötig ist. Die individuelle Nutzbarmachung dieses Wissens ist, obwohl es individuell prinzipiell vorhanden ist, nicht unproblematisch. Die Theorie der psychischen Regulation von Tätigkeiten (z. B. Hacker 2005) liefert dafür ein Erklärungsmodell, demzufolge es eines antizipierbaren Ziels als wesentliche Handlungsgrundlage mangelt. Bevor das Entwurfsziel – im Design das Erleben (Uhlmann 2005, Schifferstein & Hekkert 2008 u. v. a.) – mit dem Designkonzept auf einem abstrakten Niveau vorweggenommen werden kann, muss die Handlungsfähigkeit bei der Akquise relevanten Designwissens durch Vorgeben weiterer Zwischenziele beispielsweise in Form von Methodenanweisungen ermöglicht werden. Diese Zwischenziele müssen aufgabenunspecific aber disziplinspezifisch definiert sein und mit den weiteren Handlungsvoraussetzungen wie Motivation zusammenspielen.

Bei der Auswahl und Anpassung geeigneter Methoden für Vorgabe und Erreichen solcher Zwischenziele durch die Akquise individuell verfügbaren Designwissens muss dessen Spezifik berücksichtigt werden. Dieses Wissen wurde als Nicht-Wissen, als Vor- und Erfahrungswissen, als Fakten- und episodisches Wissen, als soziokulturelles und technisches, Alltags- und Fachwissen, als implizites und

explizites Wissen sowie als objektives, subjektives und emotionales Wissen beschrieben (Wölfel 2008, 2012, Abbildung 1). Im Vergleich zum Entwurfswissen in der Konstruktion sind die Schwerpunkte beim Designwissen in erlebensorientierten Entwurfsprozessen insbesondere hin zu sozio-kulturellem, implizitem und subjektivem verschoben, Fakten- und reines Berufswissen spielen eine tendenziell geringere Rolle.

Nur wenige der in den Produktentwicklungsdisziplinen etablierten Methoden berücksichtigen diese Eigenschaften von Designwissen und können somit dessen Akquise unterstützen. Wesentlich zur Nutzbarmachung unbewusster Wissensanteile können visuelle, sprachliche und narrative Methoden beitragen, wobei insbesondere die visuellen Methoden im Industriedesign bereits extensiv und intensiv genutzt werden (Wölfel 2012, Wölfel et al. 2012). Sprachliche Methoden sind, wenn auch selten explizit als solche wahrgenommen, in der Regel ebenso verbreitet (*ibid.*). Dazu zählen Kun-

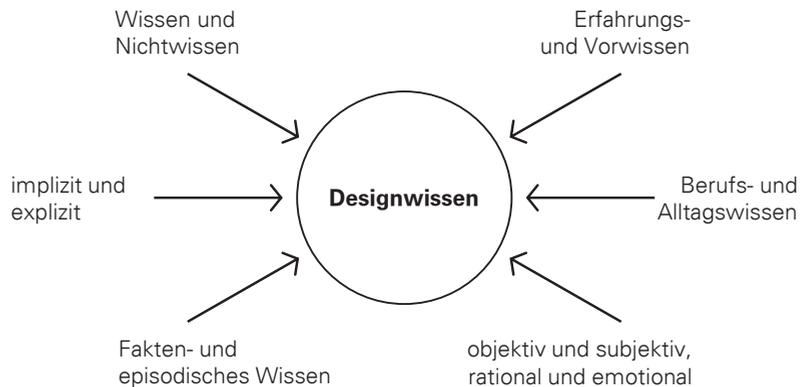


Abbildung 1: Designwissen als präskriptives Objektwissen im Industriedesign

dengespräche, Mitarbeiterdiskussionen und Präsentationen, aber in einer erweiterten Auffassung auch *Brainstorming*, *Brainwriting* und weniger verbreitet zur Anwendung kommende Check- und Fragenlisten. Narrative Methoden sind im Industriedesign bisher noch wenig verbreitet (*ibid.*), haben in angrenzenden Fachgebieten wie dem Interaktionsdesign aber bereits eine gewisse Verbreitung und Anerkennung erreicht (Cooper et al. 2007, Pruitt & Adlin 2006 u. a.).

In diesem Beitrag liegt der Fokus anwendbaren, aber relativ arbeitsintensiven narrativen Methoden Persona und narrative normative Szenarien (zu deren Einsatz in praktischen Industriedesignprozessen vgl. Wölfel & Bastian 2010, Wölfel 2012). Die genannten narrativen Methoden definieren antizipierbare Zwischenziele und ermöglichen einen ganzheitlichen Blick auf den Kontext des Produkterlebens. In diesem Beitrag soll die Funktion narrativer Methoden erläutert und der tatsächliche Unterstützungseffekt in Designentwurfsprozessen nachgewiesen werden.

### **Narration als Methode**

Das Erzählen von Geschichten ist die älteste und natürlichste Form der Wissensgenerierung (*sense making*). Das Erzählen von Geschichten ist alltäglich und intuitiver Bestandteil beruflicher Praxis, als narrative Methoden in einzelnen Bereichen auch explizit eingeführt und auf konkrete Problemstellungen adaptiert. Narrative Methoden finden zudem in den Sozialwissenschaften verstärkt als Untersuchungswerkzeuge Anwendung (Jonassen & Hernandez-Serrano 2002) insbesondere dann, wenn Erleben (*experience*) und Bedeutung (*meaning*) von Interesse sind (Bruner 1990).

Das *Storytelling* ist eine narrative Methode, die sich im Bereich der Unternehmensführung bewährt hat (Thier 2006), aber auch vereinzelt in der Produktentwicklung beispielsweise für die Anforderungsermittlung eingesetzt wird (Gruen 2000). Basierend auf dem Modell der *Grounded Theory* (Strauss & Corbin 2003, auch als *gegenstandsverankerte Theoriebildung* bezeichnet) werden aus den Geschichten Erkenntnisse abgeleitet, die in der Folge überprüft werden können (Thier 2006). Das Vorgehen ist dabei sehr intuitiv: Wissen und

Erfahrungen, Erlebtes und zu Erlebendes werden in Form von Geschichten erzählt, niedergeschrieben oder in einer anderen geeigneten Form dargestellt. Entsprechend sind Geschichten geeignet, die Ziele und das Erleben potenzieller Nutzer zu beschreiben (Gruen et al. 2002). Eine gewisse Fähigkeit und Motivation zum Schreiben von Geschichten ist dafür notwendig. Norman (2011) ist sogar der Ansicht, dass erlebensorientiertes Entwerfen generell unbedingt auch die Fähigkeit zum Entwickeln von Geschichten voraussetzt.

Thomas (2003) weist auf die mangelnde Eignung *erzählter Erlebnisse* (*Experience Narratives*, auch *persönliche Geschichten* [*personal stories*]) als wissenschaftliche Untersuchungsmethode für die Ableitung generalisierbarer Erkenntnisse. Als wesentliche Vorteile *erzählter Erlebnisse* als Forschungsmethode nennt er das Potenzial, sowohl die Einzigartigkeit individueller Existenzen als auch Ähnlichkeiten von Existenzen unterschiedlicher Umstände aufzeigen zu können. Geschichten erlauben das stellvertretende Teilnehmen an Gedanken und Emotionen anderer Menschen in Situationen, die der Leser selbst nicht erleben würde (*ibid.*).

Das Geschichtenerzählen ist individuell und ohne besonderen Lernaufwand ausführbar. Ein Protokoll entsteht automatisch, akustisch als Aufzeichnung oder schriftlich. Die Methode kann von Novizen angewendet werden, dennoch ist zu erwarten, dass sie mit wachsender Erfahrung erfolgreicher eingesetzt werden kann. Geschichten können aber auch in einem kollaborativen Prozess genutzt werden, um beispielsweise (fiktive) Nutzungsumgebungen, Umstände und Objekte gemeinsam zu erarbeiten (Dindler & Iversen 2007). Dindler & Iversen (*ibid.*) beschreiben diesen Prozess der *Fictional Inquiry* als permanenten Wechsel des Eingrenzens und Benennens (im Sinne Schöns [1983] *framing* und *reframing*), der Ansätze für die zu entwerfenden Objekte und Prozesse liefert und deren Auswirkungen aufzeigt. Dubberly (2009) stellt den Wechsel zwischen Geschichten und Modellen als zirkulären Prozess dar, welcher Parallelen zum Prinzip des gegenständlichen Entwurfshandelns aufzeigt. Dabei sind Geschichten externalisierte und kommunizierbare »sprachliche Gegenstände«, die explizit vorliegen (und implizite Anteile beinhalten), während die Internalisierung mentale Modelle schafft und

verändert, die ihrerseits wieder auf die Geschichten einwirken, aber auch implizites wie explizites Wissen bündeln, welches für den weiteren Entwurfsprozess genutzt werden kann.

Eine aktuelle Untersuchung von Goldschmidt & Sever (2011) belegt die positive Wirkung von mit der Aufgabenstellung vorgegebenen Texten auf die Originalität von Entwürfen von Stühlen und Uhren (aber nicht auf deren Umsetzbarkeit). Die Autoren vergleichen die Stimulierung durch Texte mit visuellen Reizen und empfehlen die Anwendung in Entwurfsprozessen insbesondere im Ausbildungskontext. In der Untersuchung wurden sowohl inhaltlich mit der Aufgabenstellung verknüpfte als auch thematisch weiter entfernte Texte vorgegeben; beide erzeugten die positiven Effekte auf die Originalität der Entwürfe in gleichem Maß.

Miaskiewicz & Kozar (2011) ermittelten Funktionen (*benefits*) von Personas aus Sicht von Praktikern in einer mehrstufigen Panel-Umfrage mit Experten. In Tabelle 1 sind die am höchsten bewerteten Funktionen aufgelistet. Auch aus Sicht der Praktiker ist die Möglichkeit, potenzielle Nutzer »zum Leben zu erwecken« und deren Bedürfnisse und Ziele in den Mittelpunkt der Entwurfsprozesse zu stellen (statt selbst-referenziell zu entwerfen, # 5 in Tabelle 1) die wichtigste Funktion von Personas. Weiterhin wird das Potenzial von Personas die Ermittlung und Priorisierung von Produktanforderungen zu unterstützen, sehr hoch eingeschätzt. Dies kann als Form der Akquise von Designwissen angesehen werden.

### **Untersuchung des Effekts narrativer Methoden im Designprozess**

Basierend auf der oben genannten Spezifik von individuell verfügbarem (präskriptivem Objekt-) sowie der Eignung bestimmter Einzelmethode zur Akquise ebensolcher Wissensarten wurde ein zweitägiger Workshop entwickelt, welcher die Wissensakquise zu Beginn des Designprozesses unterstützen soll. Inhalt des Workshops ist die Entwicklung und Analyse narrativer Szenarien, in denen prototypische Zielgruppenvertreter die zu entwerfenden Produkte nutzen. Der Workshop wird im Folgenden verkürzt als narratives Szenario bezeichnet. Wichtige Komponenten sind dabei das

#	Funktion von Personas	Rang
1	Fokus auf (Ziele der) Nutzer	2,3
2	Priorisierung von Produktanforderungen	4,1
3	Priorisierung von Zielgruppen	5,8
4	Infragestellung feststehender (falscher) Annahmen über Nutzer	6,5
5	Schutz vor selbst-referenziellen Entwürfen	6,7
6	Orientierungshilfe für Entscheidungen (durch klare Vorstellung von Nutzer, Bedürfnissen und Kontext)	8,4
7	Beschleunigung von Entscheidungen (bei Konzipierung und Entwurf)	8,8
8	Einbinden von Beteiligten (Investoren, Ingenieuren und Vertrieb)	9,5
9	Schaffen von Empathie (als emotionale Identifikation mit Nutzern)	10,4
10	Innovatives Denken (welches neue und bessere Lösungen generiert, die Nutzerbedürfnissen entsprechen)	10,5
11	Zusammenarbeit im (interdisziplinären) Team	10,6

*Tabelle 1: Nutzen von Personas  
(Panelumfrage von Miaszkiewicz & Kozar 2011, übersetzt)*

Brainwriting, Storytelling, bestimmte (narrative) Szenariomethoden, die Persona-Methode und die Visualisierung (z. B. durch *ad-hoc mood boards*). Die Teilnehmer erarbeiten in einem Wechsel aus individueller und Gruppenarbeit drei *ad-hoc*-Personas und entwickeln ein narratives Szenario zu einem typischen Tagesablauf (*user story*) der primären Persona ohne Nutzung externer Datenquellen, wobei die Produktnutzung im Mittelpunkt steht. Anschließend werden Begriffe abgeleitet und Bilder aus einem zur Verfügung gestellten Pool ausgewählt, welche in einfacher Form eine abstrakte Zieldefinition darstellen (Abbildung 2).

Um eine systematische Untersuchung der Unterstützungsleistung der narrativen Szenarien zu ermöglichen, müssen messbare Kriterien bestimmt werden. Neben Selbstauskünften der Anwender der Methode (wie bei Miaskiewicz & Kozar 2011) sollten auch Variablen auf der Entwurfsebene erfasst werden. Das unter Umständen nahe liegende Messen der Güte der Entwurfslösungen ist kaum oder nicht möglich (Prescher 2008), auch ist die Zahl der unkontrollierbaren Variablen zu groß. Folglich wurden die relevanten Messungen in dieser Untersuchung in den ersten Entwurfsphasen *Aufgabe klären* und *Designkonzept* (vgl. Krzywinski 2012, Uhlmann 2005) durchgeführt. Die dort gemessenen Variablen (detailliert in den folgenden Abschnitten) stehen in einem direkteren Zusammenhang mit der Intervention, lassen aber dennoch Rückschlüsse auf den Effekt für den gesamten Designprozess zu.

Die Untersuchung wurde als *post-ex-facto*-Untersuchung in einem Interventions-Kontrollgruppen-Aufbau durchgeführt. Es nahmen insgesamt 23 Studierende der Technischen Universität Dresden teil. Sie haben sich für die Studienrichtung *Technisches Design* entschieden und den entsprechenden Eignungstest erfolgreich absolviert. Die Untersuchung wurde im Rahmen des ersten Design-Entwurfsprojektes der Studierenden durchgeführt. Die Teilnehmer hatten zum Zeitpunkt der Untersuchung bereits ein viersemestriges Maschinenbau-Grundstudium sowie eine theoretische Designlehrveranstaltung und gestalterische Grundlagenausbildung im Freihandzeichnen und in der Grafikgestaltung absolviert. Die Teilnehmer können demnach als Semi-Experten auf dem Gebiet der Ingenieurwissenschaften (insbesondere im Maschinenbau) und als aufgeschlossene Novizen auf dem Gebiet des Industriedesigns eingeordnet werden.

Die Studierenden bearbeiteten im Rahmen des Entwurfsprojektes eine jeweils individuell erarbeitete Designaufgabe zu den Themen *Kleben* (Interventionsgruppe) und *Müll* (Kontrollgruppe). Beide Aufgaben waren in ihrer Struktur gleich: es war ein Themenkomplex vorgegeben, in welchem ein konkretes Produkt für den privaten oder gewerblichen Bereich entworfen werden sollte. Der Ablauf des Semesterprojekts war bis auf die Intervention (Erarbeiten von Personas und Szenarien) identisch.



Abbildung 2: Abgeleitete Begriffe und ausgewählte Bilder als Vorstufe zum Designkonzept

Die Bearbeitung der Designaufgabe erfolgte über die Zeit eines Semesters und im Wesentlichen nach der *Vorgehensplanung Designprozess* (Uhlmann 2005) also gegliedert in *Aufgabe klären*, *Designkonzept*, *Hypothetischer Gesamtentwurf* und *Ausarbeitung*. Die Studierenden erarbeiteten neben dem Entwurf und den dazugehörigen Veranschauligungsmitteln wie Modelle, Zeichnungen und Renderings auch jeweils eine schriftliche Dokumentation, in welcher die erarbeitete Designaufgabe, der Entwurfsprozess und das Entwurfsergebnis dargestellt sind. Die Erarbeitung der individuellen Designaufgabe wurde in Teamarbeit mit Brainstorming und ähnlichen Methoden begonnen und unter Betreuung durch die Lehrenden individuell fortgeführt. Die Interventionsgruppe führte am Beginn des Entwurfsprojektes den oben beschriebenen zweitägigen ange-

leiteten Workshop zur Erarbeitung und Auswertung von *ad-hoc*-Personas und narrativer normativer *ad-hoc*-Szenarien in Form von *user stories* als typische Tagesabläufe der Primär-Personas durch. Die Kontrollgruppe wurde nach der Untersuchung in einem weiteren Designprojekt mit den narrativen Szenarien vertraut gemacht.

Die Teilnehmer der beiden Gruppen konnten nicht zufällig verteilt werden. Das Ergebnis möglicherweise beeinflussende persönliche Eigenschaften der Teilnehmer konnten nicht erfasst werden. Aus diesem Grund ist die Untersuchung als *ex-post-facto*-Untersuchung zu bezeichnen und die Ergebnisse entsprechend zu werten. Zur Wirkung der narrativen Szenarien wurden als *abhängige Variablen* die Art und Anzahl der abgeleiteten Anforderungen sowie das Vollständigkeitslevel der erstellten Designkonzepte inhaltsanalytisch ermittelt. Erlebte Hilfestellung, Handlungssicherheit, Zielvorstellung und andere »weiche Kriterien« wurden mit einem standardisierten Fragebogen erhoben. Die Dokumentationen der Entwurfsprojekte wurden mittels qualitativer Inhaltsanalyse nach Mayring (2007) ausgewertet. Zur Messung des Einflusses der narrativen Methoden auf die Wissensakquise an sich wurden die in den Dokumentationen dargestellten Anforderungen an die zu entwerfenden Objekte in ein Kategoriensystem überführt und quantifiziert.

Für die Ermittlung der Vollständigkeit der Designkonzepte wurde mittels qualitativer Inhaltsanalyse überprüft, ob wesentliche Komponenten enthalten sind. Die Kriterien dafür wurden aus dem Ebenenmodell von Designkonzepten von Uhlmann (2005) in Übereinstimmung mit dem Komponentenmodell von Krzywinski (2012) abgeleitet. Demnach sind Designkonzepte mehr oder weniger verdichtete Zieldefinitionen in einer noch nicht gegenständlichen Form, die sowohl funktionale (Elementarebene), formale (Basisebene) als auch wesensbestimmende (Oberebene) Eigenschaften der zu entwerfenden Produkte festlegen. Die Konzeptdarstellungen der Entwurfsdokumentationen wurden analysiert und den drei Ebenen zugeordnet. Anschließend konnte bewertet werden, ob das Entwurfsziel auf den einzelnen Ebenen hinreichend oder vollständig antizipiert wurde. Auf dieser Grundlage wurden die Designkonzepte in *fehlend*, *marginal*, *unvollständig*, *wirksam* und *vollständig* eingeteilt.



## Ergebnisse der Untersuchung

### Anzahl ermittelter erlebensrelevanter Anforderungen

Abbildung 3 veranschaulicht die Menge der durchschnittlich ermittelten Anforderungen in den genannten Kategorien in einer grafischen Darstellung. Zur Auswertung der Unterschiede wurde der statistische Unterschiedstests (t-Test, zweiseitig) angewendet. Demnach haben die Teilnehmer der Interventionsgruppe in der Kategorie *menschbezogen-subjektiv* hoch signifikant mehr ( $p=,008$ ) und in der Kategorie *technisch-funktional* hoch signifikant weniger ( $p=,002$ ) Anforderungen dargestellt. In den übrigen Kategorien sind keine signifikanten Unterschiede gemessen worden. Die Gesamtanzahl der dargestellten Anforderungen ist nahezu gleich (ebenfalls kein signifikanter Unterschied). Die Effektgröße wurde mittels Cohens  $d$  geschätzt. Demnach kann für die Kategorie *technisch-funktional* eine mittlere Effektgröße ( $d=-,558$ ) und für die übrigen statistisch signifikanten Anforderungskategorien lediglich eine kleine Effektgröße angegeben werden.

Abbildung 4 illustriert die Unterschiede der Beschreibung des angestrebten Produktcharakters in den Dokumentationen von Kontroll- und Interventionsgruppe. Neben der größeren Menge (Vielfalt und Häufigkeit der Nennung der einzelnen Begriffe) in der Interventionsgruppe fällt auf, dass dort mehr designrelevante Begriffe wie *Vertrauen*, aber auch *fröhlich* oder *ruhig* genannt wurden, während in der Kontrollgruppe objektive Zielkriterien wie *klein* und *preiswert* überwiegen.

### Vollständigkeit der Designkonzepte

Die in den Dokumentationen dargestellten Designkonzepte wurden entsprechend ihrer Vollständigkeit beurteilt. Beispielhaft zeigen die folgenden Abbildungen Konzeptposter, die im Rahmen des Entwurfsprojekts durch die Teilnehmer erarbeitet wurden und Teil der ausgewerteten Dokumentationen sind. Abbildung 5 zeigt die normative Beschreibung des Produktcharakters in Form eines mit Wortmarken ergänzten *Moodboards*, während das Konzeptposter in Abbildung 6 beeinflusst durch die narrativen Methoden eher das Nutzungsszenario illustriert.

Wie in Abbildung 7 dargestellt, ist der Anteil vollständiger Designkonzepte in der Interventionsgruppe zwar nur geringfügig höher als in der Kontrollgruppe. Bedeutender ist die deutlich geringere Anzahl von fehlenden Designkonzepten in der Interventionsgruppe. Der Unterschied der Vollständigkeit der Designkonzepte ist entsprechend einer Überprüfung mittels Mann-Whitney-Unterschiedstest (z. B. in Büning & Trenkler 1994) *statistisch signifikant* ( $Z=-2,188$ ;  $p=,029$ ) der positive Effekt der narrativen Methoden auf die Designkonzepte belegt.

### Erlebte Hilfestellung

In der Interventionsgruppe wurden Verlauf des Workshops, zu den Meilensteinen *Designkonzept* und *Hypothetischer Gesamtentwurf* sowie am Ende des Entwurfsprojektes an insgesamt neun Zeitpunkten Messungen zur erlebten Hilfestellung, empfundenen Handlungsfähigkeit usw. mittels standardisiertem Fragebogen erfasst. Wie in Abbildung 8 dargestellt ist, wurde die Unterstützungsfunktion von den Teilnehmern der Interventionsgruppe durchweg tendenziell positiv bewertet. *Zielvorstellung* und *empfundene Handlungsfähigkeit* stiegen im Lauf des Workshops, was durch vermehrt akquiriertes Wissen und dadurch entstehende Vorstellung vom Entwurfsziel erklärt werden kann.



Abbildung 5: »Konzeptposter« für ein Klebegerät (Hahn/TU Dresden)



Abbildung 6: »Konzeptposter« für ein Klebegerät (Bühner/TU Dresden)

## Interpretation und Diskussion

Die Interventionsgruppe ermittelte in der erlebensrelevanten Kategorie *menschbezogen-subjektiv* eine hoch signifikant höhere Anzahl von Anforderungen. Während die Kontrollgruppe geringfügig mehr Anforderungen in der Kategorie *technisch-funktional* als in der Kategorie *menschbezogen-subjektiv* darstellte, liegt in der Interventionsgruppe der Schwerpunkt eindeutig bei erlebensrelevanten Anforderungen. Offensichtlich wurde dieser Effekt von einer niedrigeren Anzahl von dargestellten Anforderungen der Kategorie *technisch-funktional* begleitet. Die nur geringe bzw. mittlere Effektstärke schränkt die Überzeugungskraft der statistischen Nachweise ein. Die Betrachtung der im Wesentlichen halbierten bzw. verdoppelten Mittelwerte legt eine praktische Relevanz der Unterschiede nahe; die relativ hohe Varianz der gemessenen Daten verringert jedoch das Maß der Effektgröße (Cohens *d*). Eine größere Anzahl von Teilnehmern könnte eine homogene und dem Effektmaß zuträgliche Varianz bewirken und den tatsächlichen Effekt deutlicher belegen.

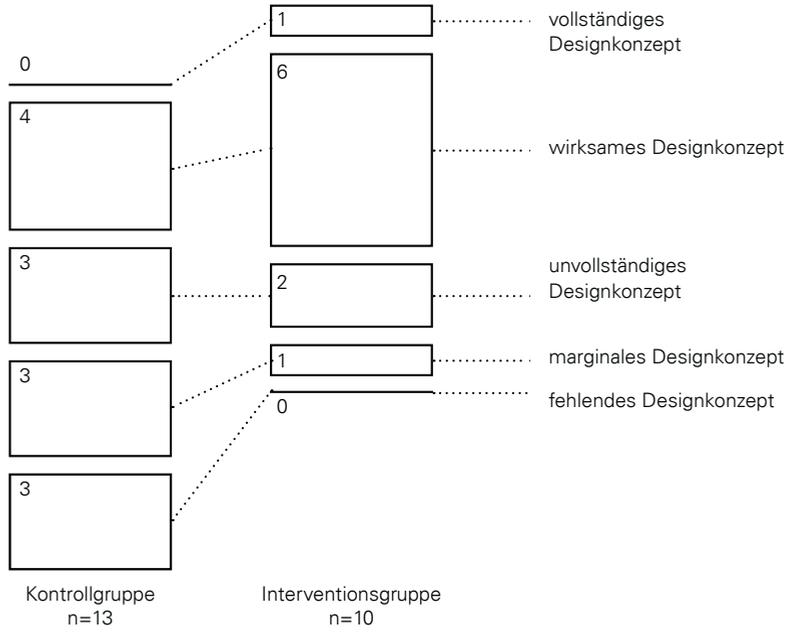


Abbildung 7: Unterschiede zwischen Interventions- und Kontrollgruppe bezüglich der Vollständigkeit der Designkonzepte

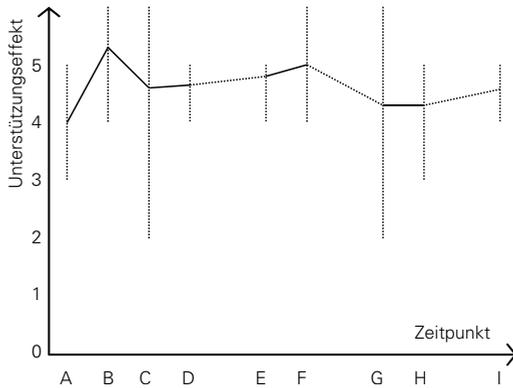


Abbildung 8: Entwicklung der erlebten Unterstützungsfunktion über den Verlauf des Workshops (0=kein, 6=sehr großer Unterstützungseffekt, Mittelwerte und Standardabweichung)

Die Hypothese, welche einen Zusammenhang zwischen den narrativen Methoden und der Vollständigkeit der Designkonzepte unterstellt, konnte trotz der kleinen Stichprobe ebenfalls bestätigt werden. Dies bestätigt auch die Erkenntnisse von Krzywinski (2012), der in einem anderen Kontext die Elemente Produktcharakter, Persona und Szenario als konstituierende Elemente von Designkonzepten identifiziert hat. Der zur Überprüfung der Hypothese genutzte Mann-Whitney-Unterschieds-Test zeichnet sich durch eine relativ hohe Toleranz (Robustheit) gegenüber großen Streuungen der Daten aus, was im vorliegenden Fall zum Tragen kommt. In einer vorläufigen Auswertung mittels Median-Test konnte der Zusammenhang statistisch nicht entdeckt werden (Wölfel 2010). Als Ursache dafür kann angeführt werden dass der hier angewendete Mann-Whitney-Unterschiedstest im Vergleich zum Mediantest eine wesentlich höhere Teststärke aufweist, unter anderem weil er die Ranginformationen, die in den Daten liegen, vollständig nutzt (Bortz & Lienert 2008).

Die Einschränkungen der quasi-experimentellen Untersuchungsanordnung sowie die geringen gemessenen Effektgrößen lassen es nicht zu, von »harten Fakten« zu sprechen, die als Argument für den Einsatz der narrativen Methoden bzw. des darauf aufgebauten Workshops herangezogen werden könnten. Eine Durchführung der Untersuchung unter kontrollierteren Bedingungen und mit einer größeren Stichprobe wäre nötig, um alternative Erklärungsansätze für die gemessenen und beschriebenen Unterschiede sicher ausschließen zu können. Es sollte geprüft werden, inwiefern es möglich ist, qualitativ nachzuvollziehen, welche Aspekte mittels Persona und Szenario erarbeitet werden und inwiefern diese den Entwurfsprozess beeinflussen und sich in den Meilensteinen (*Designkonzept*, *Gesamtentwürfe*) des Entwurfsprozesses identifizieren lassen.

Als Erkenntnisgewinn kann festgehalten werden, dass die narrativen Methoden Persona und Szenario bzw. *User Story* im Industriedesign gut einsetzbar sind und von den Studierenden gern angenommen werden. Sowohl Funktion als auch Effekt der Methoden sind demzufolge vom Bereich des Interaktionsdesigns auf das Industriedesign übertragbar. Die Akzeptanz in der Ausbildung ist sowohl bei Lehrenden als auch bei Studierenden groß: nahezu

alle Studierenden haben in Folgeprojekten – in unterschiedlichem Umfang – Personas und Szenarien genutzt, ohne explizit dazu aufgefordert worden zu sein. Dies komplementiert die in explorativen Untersuchungen in der Ausbildung im *transportation design* gewonnenen Erkenntnisse von Krzywinski (2012), der dort Persona und Szenario als zentrale Werkzeuge zur Erstellung erlebensbezogener Designkonzepte identifiziert hat.

Die Akquise entwurfsrelevanten Wissens konnte bei Novizen in der Ausbildung von Designingenieuren durch den Einsatz narrativer Methoden nachweislich unterstützt werden. Ob und welchen spezifischen Charakteristika von Designwissen – beispielsweise episodisches oder implizites Wissen – die Methoden besonders gerecht wurden, konnte nicht untersucht werden. Dies wäre auch zumindest teilweise ein tautologischer Schluss, da die Methoden gerade wegen ihrer Eignung, die Akquise dieser Formen von Wissen besonders unterstützen zu können, ausgewählt und eingesetzt wurden.

### Literaturverzeichnis

- Blessing, L. T. M., & Chakrabarti, A. (2009). *DRM, a Design Research Methodology*. London: Springer.
- Bortz, J., & Lienert, G. A. (Hrsg.). (2008). *Springer-Lehrbuch. Kurzgefasste Statistik für die klinische Forschung: Leitfaden für die verteilungsfreie Analyse kleiner Stichproben*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Bruner, J. (1990). *Acts of Meaning*. London: Harvard University Press.
- Büning, H., & Trenkler, G. (1994). *Nichtparametrische statistische Methoden*. Berlin: de Gruyter.
- Cooper, A., Reimann, R. & Cronin, D. (2007). *About face 3: The essentials of interaction design*. Indianapolis: Wiley.
- Dindler, C., & Iversen, O. S. (2007). Fictional Inquiry—design collaboration in a shared narrative space. *CoDesign*, 3(4), 213–234. doi:10.1080/15710880701500187
- Dubberly, H. (2009). Models of Models. *Interactions*, 16(3), 54–60.
- Goldschmidt, G., & Sever, A. L. (2011). Inspiring design ideas with texts. *Design Studies*, 32(2), 139–155. doi:10.1016/j.destud.2010.09.006

- Gruen, D. (2000). Stories and Storytelling in the Design of Interactive Systems. In W. A. Kellogg & D. Boyarski (Hrsg.), *DIS2000. Designing Interactive Systems, Processes, Practices, Methods and Techniques* : 17-19 August 2000, New York City : conference proceedings. New York: Association for Computing Machinery.
- Gruen, D., Rauch, T., Redpath, S., & Ruettinger, S. (2002). The Use of Stories in User Experience Design. *International Journal of Human-Computer-Interaction*, 14(3&4), 503–534.
- Hacker, W. (2005). *Allgemeine Arbeitspsychologie: Psychische Regulation von Wissens-, Denk- und körperlicher Arbeit. Schriften zur Arbeitspsychologie: Nr. 58.* Bern: Huber.
- Jonassen, D. H., & Hernandez-Serrano, J. (2002). Case-based reasoning and instructional design: Using stories to support problem solving. *Educational Technology Research and Development*, 50(2), 65–77. doi:10.1007/BF02504994
- Krzywinski, J. (2012). *Das Designkonzept im Transportation Design: Einordnung, Analyse und zukünftige Anwendung.* Dresden: TUDpress Verlag der Wissenschaften.
- Mayring, P. (2007). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (9. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Miaskiewicz, T. & Kozar, K. A. (2011). Personas and user-centered design: How can personas benefit product design processes? *Design Studies*, 32(5), 417–430. doi:10.1016/j.destud.2011.03.003
- Norman, D. A. (2011). Wir brauchen neue Designer! Why Design Education Must Change. *form: The Making of Design*, (238), 92–95.
- Prescher, C. (2008). Training von Umgang mit Wissen im Designprozess: Zur Beurteilung von Entwurfsergebnissen. In N. Hentsch, G. Kranke, & C. Wölfel (Hrsg.), *Industriedesign und Ingenieurwissenschaften. Technisches Design in Forschung, Lehre und Praxis.* Dresden: TUDpress Verlag der Wissenschaften.
- Pruitt, J. S., & Adlin, T. (Hrsg.) (2006). *The persona lifecycle: Keeping people in mind throughout product design.* Amsterdam: Morgan Kaufmann/Elsevier.
- Schifferstein, H. N. J., & Hekkert, P. (Hrsg.) (2008). *Product experience.* Amsterdam: Elsevier.
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action.* New York: Basic Books.
- Strauss, A. L., & Corbin, J. M. (2003). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory.* Thousand Oaks: Sage Publ.
- Thier, K. (2006). *Storytelling: Eine narrative Managementmethode. Arbeits- und organisationspsychologische Techniken.* Heidelberg: Springer Medizin.

- Thomas, R. M. (2003). Blending qualitative & quantitative research methods in theses and dissertations. Thousand Oaks, Calif: Corwin Press.
- Uhlmann, J. (2005). Die Vorgehensplanung Designprozess für Objekte der Technik: Mit Erläuterungen am Entwurf eines Ultraleichtflugzeuges. Dresden: TUDpress Verlag der Wissenschaften.
- Wölfel, C. (2008). How Industrial Design Knowledge Differs from Engineering Design Knowledge. In A. Clarke, M. Evatt, P. Hoghart, J. Lloveras, & L. Pons (Hrsg.), *New Perspectives in Design Education* (S. 222–227). Barcelona: Institution of Engineering Designers; The Design Society.
- Wölfel, C. (2010). Narrative Scenarios in Industrial Design Processes: Selecting Opportunities for the Investigation of Design Methods. In R. Chow, W. Jonas, & G. Joost (Hrsg.), *Questions, Hypotheses & Conjectures. Discussions on Projects by Early Stage and Senior Design Researchers* (S. 262–280). New York: iUniverse.
- Wölfel, C. (2012). *Designwissen: Spezifik und Unterstützung der Akquise durch reflexive und narrative Methoden*. Dresden: TUDpress Verlag der Wissenschaften.
- Wölfel, C. & Bastian, L. (2010). Persona und Szenario: Aufwand und Effekt narrativer Techniken im Designprozess. In M. Linke, G. Kranke, C. Wölfel, J. Krzywinski, & F. Drechsel (Hrsg.), *Design – Kosten und Nutzen. Technisches Design in Forschung, Lehre und Praxis* (S. 203–218). Dresden: TUDpress Verlag der Wissenschaften.
- Wölfel, C., Debitz, U., Krzywinski, J., & Stelzer, R. (2012) *Methods Use in Early Stages of Engineering and Industrial Design – a Comparative Field Exploration*. In *Design Conference Dubrovnik 2012*.

## **Kontakt**

Dr.-Ing. Christian Wölfel  
Technische Universität Dresden  
Fakultät Maschinenwesen  
Professur für Konstruktionstechnik/CAD  
Zentrum für Technisches Design  
01062 Dresden  
[tu-dresden.de/design](http://tu-dresden.de/design)

Alex Brezing, Anne-Katrin Kämpf & Jörg Feldhusen

## **Die rechnergestützte Topologieoptimierung als Ansatz zur Unterstützung des Industrial Designs bei der Gestaltung struktureller Bauteile**

Die rechnergestützte Topologieoptimierung wird zur Gestaltoptimierung, also im Wesentlichen zur Gewichtsreduktion von Bauteilen oder komplexeren Strukturen eingesetzt. Da die Funktionalität im Rahmen von FEM-Programmen zur Verfügung gestellt wird, erfordert sie umfangreiche Kenntnisse zur Bedienung der Software und der festigkeitstechnischen Grundlagen und wird daher überwiegend von Berechnungsexperten im rein technischen Kontext im Maschinenbau oder Luft- und Raumfahrzeugbau angewendet. Allerdings zeigen vereinzelte Arbeiten wie die Sitzmöbel »Bone Furniture«, die aus einer Zusammenarbeit des Studios »Joris Laarman Lab« mit Opel resultieren (Laarman 2006, Abbildung 1), dass derartige Methoden für das Design interessant sein können.

In diesem Beitrag wird die Frage untersucht, ob und unter welchen Bedingungen die rechnergestützte Topologieoptimierung (im Folgenden: TO) für die Anwendung in kleineren Designbüros in den frühen Phasen der Produktentstehung geeignet ist. Es wird angenommen, dass die Anwendung der Methode aus verschiedenen Gründen eine Steigerung der Effektivität und Effizienz des Designprozesses und somit des gesamten Produktentwicklungsprozesses bedeuten kann: Einerseits wird – abweichend vom idealisierten Vorgehensplan des Allgemeinen Konstruktionsprozesses – im industriellen Produktentstehungsprozess das Gestaltkonzept oft früh vom Design determi-

niert. Die Formgebung ist dann keine Aufgabe des Engineerings, das lediglich festigkeitstechnisch oder fertigungstechnisch motivierte Korrekturen vornimmt. Hier würde also der Einsatz des Werkzeuges durch das Design – nicht nachträglich korrigierend, sondern kreierend – Iterationen vermeiden. Andererseits kann man annehmen, dass das Design – auch wenn ihm primär die Aufgaben der »User Experience« – Ästhetik und emotionale Wirkung des Produkts – zukommen, durchaus motiviert ist, eine auch strukturell befriedigende Lösung zu verfolgen. Eine Erschließung entsprechender Erkenntnisse könnte also auch die Qualität der Entwürfe steigern. Schließlich wird die Möglichkeit angenommen, dass die TO den kreativen Prozess im Design grundsätzlich unterstützen kann, da sie strukturelle Konzepte visuell wiedergibt und zum systematischen Variieren von Randbedingungen einlädt. Es wird allerdings ebenfalls angenommen, dass die Komplexität der Methode derzeit noch eine erhebliche Barriere gegenüber einer Anwendung in kleineren Designbüros darstellt. Somit ergäbe sich für eine Erschließung der Methode ein Handlungsbedarf.

Zur Überprüfung der dargestellten Annahmen wird in diesem Beitrag nach einer Diskussion der theoretischen Grundlagen ein produktives Beispielprojekt vorgestellt, das von einem Designbüro speziell für die Untersuchung ausgewählt wurde. Diese Fallstudie wurde im Rahmen einer unveröffentlichten Diplomarbeit am Lehrstuhl und Institut für Allgemeine Konstruktionstechnik des Maschinenbaus (ikt) der RWTH Aachen durchgeführt (Kämpf 2010).



Abbildung 1: Bone Furniture von Joris Laarman Lab (Abbildungen aus Laarman 2006)

## Strukturoptimierung

Die Gestaltung von Strukturen beinhaltet grundsätzlich ein Optimierungsproblem, also die Aufgabe, einen Kompromiss zwischen den gegenläufigen Anforderungen der strukturellen Leistungsfähigkeit (z. B. hohe Steifigkeit, geringe Verformung, Sicherheit gegen Bruch) und des geringen Materialeinsatzes (Gewicht, Kosten, Bauraum) zu finden. Dieses Fachgebiet der Strukturoptimierung kann nach Harzheim (2008, vgl. Bendsoe 2003) in drei Disziplinen unterteilt werden:

- Parameteroptimierung (»Sizing«): Geometrieparameter einer Startlösung, also Dimensionen von Elementen der Startlösung (Platten, Stäbe, Balken etc.) werden optimiert, ohne dass neue Elemente hinzugefügt werden.
- Formoptimierung (»Shape Optimization«): Die Form der Elemente (z. B. Ausschnitte) einer Startlösung werden optimiert, ohne Elemente hinzuzufügen.
- Topologieoptimierung (»Topology Optimization«): Die Topologie einer Startlösung wird optimiert, indem neben der Änderung von Dimensionsgrößen auch neue geometrische Elemente (z. B. Ausschnitte) ausgebildet werden.

Die erzielbare Qualität der Lösung einer Parameter- oder Formoptimierung wird somit durch die Qualität der Startlösung begrenzt; die optimierte Gestalt ähnelt der Startlösung. Somit erfordert die Erstellung der Startlösung einerseits strukturmechanische Sachkenntnis und bringt andererseits aus Sicht des Designs keine neuen Formansätze.

Demgegenüber besteht die Startlösung bei der Topologieoptimierung lediglich in einer Begrenzung des verwendbaren Raumes und kann daher prinzipiell ohne strukturmechanische Sachkenntnis erstellt werden. Die Topologie des Optimierungsergebnisses ist bis zur Berechnung unbekannt; die resultierenden Formen können »neu« sein. Aus diesen Gründen scheint eine Auseinandersetzung mit der Topologieoptimierung im Kontext des Industrial Designs sinnvoll.

## **Anwendbarkeit – Funktionstheoretische Diskussion**

Für die vorliegende Diskussion und damit auch allgemein der Aufwand, der mit der Anwendung der Methode verbunden ist, in einem Verhältnis zum möglichen Nutzen steht, werden die Teile, auf die die Methode anwendbar sein soll, klassifizierend eingegrenzt. Dazu bietet sich die Klassifizierung nach funktionalen Gesichtspunkten an, worunter hier die technische Funktion im Sinne der Konstruktionsmethodik (vgl. Pahl et al. 2007) und für den das Design betreffenden Bereich die produktsprachlichen Funktionen in der Kategorisierung nach dem Offenbacher Ansatz (vgl. Bürdek 2005 und Steffen 2007) verstanden werden.

Aus Sicht der technischen Funktion beschränkt sich die Anwendbarkeit der TO auf die Gestaltungsprozesse von Bauteilen, deren Hauptfunktion struktureller Art ist, was bedeutet, dass sie verhältnismäßig große Lasten aufnehmen. Lasten können dabei von außen an das gestaltete Produkt (worunter im Folgenden das Bauteil beinhaltende technische System verstanden werden soll) angreifende Kräfte, Drücke oder Momente sein oder durch das Gewicht von am strukturellen Bauteil befestigten Komponenten des gestalteten Systems verursacht sein, wie es bei Rahmen oder Ständern der Fall ist. Bezogen auf das gesamte Produkt können diese strukturellen Teile dabei sowohl Haupt- als auch Nebenfunktionsträger sein. Diese Unterscheidung kann sich aufgrund der unterschiedlichen Berücksichtigung im Gestaltungsprozess erheblich auf die resultierende Gestalt des Bauteils auswirken. Der Aufwand zur Anwendung der TO kann aus technischer Sicht dann gerechtfertigt sein, wenn eine Überdimensionierung (also ein erheblicher Material-Mehreinsatz) aus Gründen der Materialkosten oder des Gewichts vermieden werden muss. Einschränkend muss schließlich die Komplexität des Lastfalls erwähnt werden, weil für besonders einfache Lastfälle eine optimale Struktur auch ohne eine rechnergestützte TO gefunden werden kann, etwa durch die Anwendung der konstruktionsmethodischen Prinzipien der »kurzen und direkten Kraftleitung« (vgl. Pahl et al. 2007).

Eine Diskussion anhand der produktsprachlichen Funktionen liefert für die Nutzung der TO durch das Design interessante Aspekte, die, wie sich in der Fallstudie zeigt, durchaus praxisrelevant

sind. Der produktsprachliche Ansatz beruht auf der Feststellung, dass jedes Objekt Träger von Symbolen ist, die in ihrer Gesamtheit für den Betrachter bzw. Nutzer eine Bedeutung entfalten. Zwar ergeben sich aus diesem Ansatz, der den Gesamtkomplex der bedeutungsrelevanten Aspekte in *die formalästhetischen Funktionen*, *die Symbolkomplexe* und *die Anzeichenfunktionen* gliedert, keine konkreten Handlungsanweisungen zum Gestalten, er unterstützt jedoch die strukturierte Analyse. Folgende Aussagen beziehen sich dabei auf die Gestaltergebnisse, die unmittelbar aus der Berechnung folgen und nur teilweise auf die daraus folgende technische Gestalt, die je nach gewählter Bauart und Fertigungsverfahren einen völlig anderen Charakter aufweisen kann:

- Im Hinblick auf das Spannungsfeld zwischen den Polen der Ordnung und Komplexität, in dem anhand entsprechender Begriffspaare die *Formalästhetik* diskutiert wird, ergeben sich durch die TO vielfältige, unregelmäßige Gestalten, die sich nicht in geometrische Grundformen zerlegen lassen. Somit ist zumindest das unmittelbare Berechnungsergebnis aus Sicht des Designs unbrauchbar, wenn eine reduzierte, geometrisch klare bzw. funktionalistische Ästhetik angestrebt wird.
- Zu den *Symbolfunktionen* lassen sich verallgemeinerte Aussagen (d. h. nicht auf eine spezifische durch die TO hervorgebrachte Gestalt) weniger konkret treffen. Die amorphen Strukturen erinnern oft an natürlich gewachsene Formen, was abhängig von den Proportionen eines gegebenen Beispiels z. B. muskulös/stark, knochig/spröde oder pflanzenartig/flexibel wirken kann. Ähnlichkeiten zu Werken des Jugendstils (vgl. z. B. die Säulenkonstruktion der Sagrada Familia) können entsprechende erwünschte oder unerwünschte Assoziationen hervorrufen.
- Besonders vielfältig sind die Beziehungen zu den *Anzeichenfunktionen*. Die strukturelle Funktion wird – möglicherweise aufgrund der Ähnlichkeit mit natürlichen Formen – intuitiv erkennbar (*Identifikation*). Verschiedene Funktionsanzeichen wie die *Ausrichtung* (in Bezug auf Kräfte), *Bedienung*, *Stabilität* und insbesondere der

*Körperbezug* werden bei Ergebnissen der TO oft auch erkennbar, ohne dass der Gestalter selbst eingreift. Zu den *Wesensanzeichen* der *Eigenart* (z. B. Herstellungstechnik etc.) werden auch die Verweise auf den Produktentstehungsprozess gezählt. Auf die TO verweisen neben der makroskopischen Form die facettierte und teilweise diskontinuierliche Oberfläche, die sich aus der Elementierung des FE-Modells ergibt.

Insbesondere die letztgenannten Merkmale der Ergebnisse des Berechnungsschrittes der TO sind aus Sicht der Anwendung im Engineering prinzipiell nicht erwünscht und verschwinden im üblicherweise anschließenden Prozess der konstruktiven Ausarbeitung. Aus Sicht des Designs sind diese Aspekte jedoch relevant und können sich auch im Entwurf niederschlagen, wie die Fallstudie belegt.

### **Der Prozess der rechnergestützten Topologieoptimierung**

Die TO steht in den meisten Fällen als zusätzliche Funktionalität von Finite-Elemente (FE)-Programmen zur Verfügung. Der Ablauf einer TO entspricht aus Anwendersicht im Wesentlichen den drei Schritten *Preprocessing*, *Berechnung* und *Postprocessing* der FE-Analyse mit zusätzlichen Angaben und Berechnungsoptionen bzw. -parametern:

Der Begriff **Preprocessing** beschreibt den aus Anwendersicht aufwendigsten Teil der Berechnung bzw. Optimierung, den Aufbau des Berechnungsmodells: Bildung der Bauteilgeometrie (heute in der Regel durch Import von 3D CAD-Daten), Vernetzung, Anlegen von Lasten und Randbedingungen, Definition von Materialeigenschaften und Berechnungsparametern. Die Unterschiede zur linearelastischen FE-Analyse bestehen vor allem in der verallgemeinerten Bauteilgeometrie (also des maximal zur Verfügung stehenden Bauraums) und der Aufteilung dieser Geometrie in zwei Bereiche. Diese sind der zu optimierenden »Design-Raum« und der »Nicht-Designraum«, der die Bereiche der Geometrie beinhaltet, die bereits definiert sind, also nicht durch die Optimierung verändert werden. Die festzulegenden Optimierungsparameter bestehen in einer Zielfunktion (z. B. der Minimierung des Bauteilvolumens oder der

Minimierung der Nachgiebigkeit) und einer zur Zielfunktion passenden Randbedingung. So eignet sich zur Minimierung des Bauteilvolumens eine maximale Beanspruchung (Spannung) als Randbedingung und zur Minimierung der Nachgiebigkeit ein maximal nach der Optimierung verbleibendes Bauteilvolumen. Zielfunktion und Randbedingung sind in Einklang mit der Bauteilfunktion zu wählen; unterschiedliche Zielfunktionen können zu völlig unterschiedlichen Ergebnissen führen.

Die **Berechnung**, bzw. die rechnerinterne Optimierung ist aus Sicht des Anwenders eine »Black Box«. Grundsätzlich benötigt eine TO mehr Rechenzeit als eine linearelastische FE-Berechnung. Um zeitintensive Fehlschläge zu vermeiden sowie zur Feststellung des Optimierungspotenzials empfiehlt es sich, die Korrektheit des FE-Modells mit einer solchen schnelleren FE-Berechnung zu testen und die Ergebnisse auf Plausibilität zu überprüfen.

Die Überprüfung und Auswertung der Ergebnisse und deren Bereitstellung für die weitere Verwendung sind die Aufgaben des **Post-processing**. Der wesentliche Unterschied zur FE-Analyse ist eine Funktionalität, die die FE-Elemente der optimierten Form als Geometriedaten in einer Datei bereitstellt und so die Verwendung im CAD ermöglicht. Diese Geometrie, die aufgrund der FE-Elementierung eine relativ grob facettierte Oberfläche aufweisen kann, stellt generell nur einen Anhaltspunkt für die eigentliche CAD-Gestaltung dar. In der Regel wird ein vollständig neues Modell aufgebaut, wobei neben den Ergebnissen der TO insbesondere Restriktionen aus dem gewählten Fertigungsverfahren berücksichtigt werden. Zur Vollständigkeit wird erwähnt, dass einige TO-Programme auch die Möglichkeit bieten, Fertigungs-Randbedingungen für die Berechnung zu formulieren.

## Fallstudie

In einer Fallstudie sollte die Annahme, dass die TO geeignet ist, für die Arbeit des Designs in einem typischen Designbüro im Rahmen eines Projekts für ein produzierendes Unternehmen einen Mehrwert zu schaffen, überprüft und ggf. weitere Erkenntnisse gewonnen werden. Damit die Methode ohne Einarbeitungsaufwände effektiv

eingesetzt werden konnte, wurde – sozusagen als Benutzerschnittstelle zwischen der Funktionalität und dem Designer als Nutzer – eine entsprechend geschulte Ingenieurin dem Projekt zugeteilt. Diese Expertin sollte jedoch bis auf die Bereitstellung der TO-Funktionalität und eine Beratung zur Methode selbst keinen Einfluss auf den Gestaltungsprozess nehmen.

Das Aachener Designbüro NOA hat sich bereit erklärt, als Partner an der Fallstudie teilzunehmen. Nach einer Klärung der Zielsetzung wurde ein aktuelles Projekt zur Entwicklung eines Duschklapsitzes für die Firma HEWI ausgewählt. Duschklapsitze erleichtern körperlich beeinträchtigten Menschen das Duschen. Als Beispielprodukt ist der Duschklapsitz gut geeignet, da er einerseits eine strukturelle Funktion sowie weitere praktische Anforderungen (z. B. Hygiene) erfüllt, andererseits aufgrund des gestalterischen Umfeldes (Bad) und des besonders ausgeprägten Bezugs zum Nutzer auf körperlicher und emotionaler Ebene eine anspruchsvolle Gestaltungsaufgabe darstellt.

Die Studie zur TO wurde parallel zum eigentlichen Projekt durchgeführt und war nicht Vertragsbestandteil zwischen NOA und HEWI. Zur Modellierung und Berechnung wurden die Produkte der Firma Altair *HyperMesh* (Preprocessing), *OptiStruct* (Topologieoptimierung/Berechnung) und *HyperView* (Postprocessing) verwendet.

- Für die projektbegleitende Studie wurde folgendes Vorgehen festgelegt:
- Erarbeitung und Verabschiedung einer Anforderungsliste
- Erarbeitung eines Designkonzepts bei NOA, parallel dazu erste Studien unter Anwendung der TO
- Gegenseitige Präsentation der ersten TO-Studien und des Designkonzepts (NOA); Verabschiedung einer Optimierungsstrategie auf Basis des Designkonzepts
- TO-Studie auf Basis des Designkonzepts

## **Diskussion der projektbezogenen und projektübergreifenden Ergebnisse**

Mit den ersten Studien unter Anwendung der TO wurde einerseits das Design in die Methode und die Art der zu erwartenden Ergebnisse eingeführt und andererseits geeignete Modellierungsansätze und Berechnungsparameter ermittelt. Im Folgenden wird ausschließlich die Optimierung auf Grundlage des Designkonzepts vorgestellt.

Dieses beinhaltet sowohl technische als auch ästhetische Vorgaben. Aus der Forderung, dass der Sitz hochklappbar gestaltet werden muss, ergeben sich zwei Komponenten »Sitz« und »Wandhalterung«, die drehbar miteinander verbunden sind. Da diese Verbindung für die Lasteinleitung und damit die TO entscheidend ist, musste sie grob gestaltet werden (siehe Abbildung 2 rechts). Das Bohrbild der Wandhalterung wurde vorgegeben. Ausgestaltet und als 3D-Datensatz übergeben wurde außerdem die Sitz- bzw. Kontaktfläche zwischen Sitz und Körper, die aus funktionalen und ästhetischen Erwägungen als zwei getrennte, in zwei Ebenen gekrümmte Schalen vorgegeben wurde. Schließlich wurden eine vertikal wirkende Nutzlast angenommen sowie horizontal angreifende Lasten, mit denen unbeabsichtigte Stöße berücksichtigt werden sollten, Abbildung 2. Auch auf der semantischen Ebene wurde ein Konzept formuliert, aus dem sich ein zielgerichtetes Handeln ableiten lässt. So gilt es, den Gegensatz zwischen dem streng geometrischen, architektonischen Kontext eines modern gestalteten Bads einerseits und dem Körperbezug andererseits zu überbrücken. Der gewählte Ansatz ist hier, die Sitzelemente durch eine skulpturale Gestaltung als solche intuitiv erkennbar zu machen und den Wandhalter durch eine geometrisch klare Gestalt den Übergang zur Umgebung bilden zu lassen. Zudem wurde eine »plausible optische Statik« gefordert. Das Gesamtkonzept wurde mit einem Entwurf in einer insgesamt reduzierten Ästhetik visualisiert.

Mit den technischen Vorgaben konnten für beide Teile die Berechnungsmodelle unter Ausnutzung der Symmetrie gebildet werden, Abbildung 3. Für die Modellierung der Lasten wurden die zwischen den Teilen im Klappmechanismus wirkenden Kräfte durch eine Handrechnung bestimmt. Für beide Teile wurden jeweils min-

destens zwei Optimierungen mit unterschiedlichen Optimierungsparametern durchgeführt, wobei Im Folgenden nur zwei Ergebnisse für den Sitz diskutiert werden sollen:

- *Minimierung des Bauteilvolumens bei begrenzter Materialbeanspruchung*: Diese Parameter eignen sich, wenn der minimale Materialeinsatz das wichtigste Gestaltungsziel ist, also auch, wenn wie hier eine »schlanke« oder »kompakte« Optik angestrebt wird. Das optimierte Teil kann dabei sehr nachgiebig bzw. »weich« sein.
- *Minimierung der Nachgiebigkeit bei Reduzierung des Volumens um 70 %*: Diese Parameter sind sinnvoll, wenn es unerwünscht ist, dass die Struktur bei Belastung stark nachgibt. Auch dies ist hier ein Gestaltungsziel, da ein nachgiebiger Sitz beim »Besitzer« wenig Vertrauen in seine strukturelle Integrität erweckt.

Die Optimierungsergebnisse für beide Berechnungen unterscheiden sich augenscheinlich deutlich, obwohl beide Gestalten einen Quersteg zur Verbindung der beiden Sitzschalen und zwei außermittige bogenförmige Stützen zwischen dem Gelenk der Mechanik und der Unterseite der Sitzschalen ausbilden, Abbildung 4. Beide Ergebnisse sind korrekt und sollen kurz plausibilisiert werden:

Das Ergebnis der Volumenminimierung erscheint zunächst strukturell wenig leistungsfähig, insbesondere, da der untere Stützbogen sehr weit entfernt von dem vorderen Ende der Sitzschale ansetzt. Allerdings muss man sich zur Plausibilisierung des Ergebnisses vor Augen halten, dass die Volumenminimierung bei begrenzter Materialbeanspruchung gerade die Lösung ergibt, die bei einer Steigerung der Last in allen Bereichen der Struktur »überlastet« ist. Insofern entspricht die intuitive Wahrnehmung den festigkeitstechnischen Fakten. Eine Verringerung des Beanspruchungsgrenzwertes (was einer Erhöhung des »Sicherheitsfaktors« entspricht) führt zu weiter ausladenden Bögen mit entsprechend höherem Materialaufwand.

Intuitiv »vertrauenserweckend« erscheint das Ergebnis der Minimierung der Nachgiebigkeit, bei der die Stütze unmittelbar unter dem Kraftangriffspunkt ansetzt. Die Form ruft möglicherweise Assoziatio-

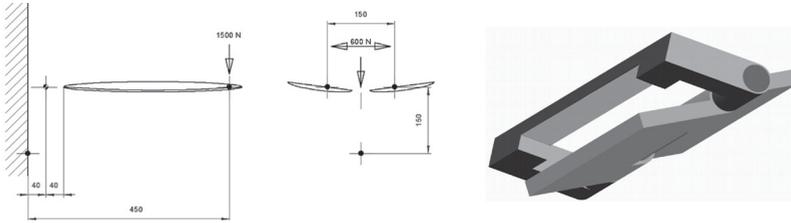


Abbildung 2 (oben): Technische Vorgaben des Designkonzepts „Duschklappsitz“; links die Gesamtabmessungen und äußere Lasten und rechts eine grobe Gestaltung des Klappmechanismus

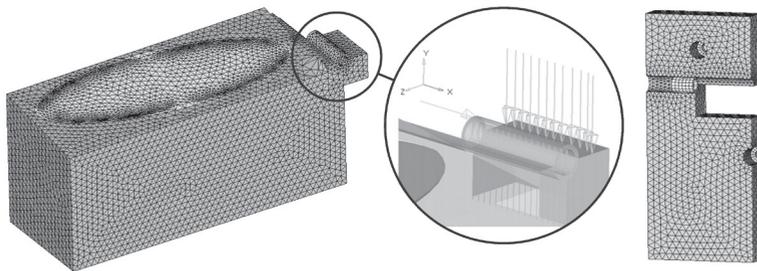


Abbildung 3 (unten): Die vernetzten Geometrien des Sitzes (links) und der Wandhalterung (rechts), aus Symmetriegründen jeweils halbiert. Die etwas heller dargestellten Regionen stellen den „Nicht-Designraum“, die dunkleren Regionen den durch die Berechnung optimierten „Designraum“ dar. Mitte: Modellierung der im Klappmechanismus wirkenden Kräfte

nen mit menschlichen Armen und einer ausgeprägte Brustmuskulatur hervor. Dieser optische Eindruck von großer Kraft entspricht dem zu erwartenden Erlebnis des Hinsetzens, bei dem die wenig nachgiebige (d. h. steife) Sitzfläche einen Eindruck von Stabilität erwecken würde. Aus technischer Sicht muss hinzugefügt werden, dass die beiden Ergebnisse kaum miteinander vergleichbar sind, da der zweite »Entwurf« einen deutlich höheren Volumenanteil aufweist.

Aus diesem Grund wurden weitere Optimierungsberechnungen unter einer *Minimierung des Bauteilvolumens bei begrenzter Nachgiebigkeit* durchgeführt, bei der der Materialanteil bei vergleichbarer

Steifigkeit deutlich reduziert werden konnte. Trotz der überlegenen mechanischen Eigenschaften dieser Variante wurde für die weitere Verwendung die oben beschriebene Variante mit minimierter Nachgiebigkeit ausgewählt. Dazu wurden durch eine Funktion in *HyperMesh* die Berechnungsergebnisse aus *HyperView* importiert, eine geglättete Oberfläche generiert und diese neue Geometrie über ein Geometrie-Austauschformat (IGES, STL) zur Spiegelung an ein CAD-System übergeben. Wie in Abbildung 5 links erkennbar ist, ist auch diese Oberfläche, obwohl sie sich nicht unmittelbar aus der ursprünglichen Elementierung ergibt, facettiert und nach der üblichen Sichtweise nicht als endgültige Oberfläche des gestalteten Bauteils geeignet. Trotzdem entschied sich NOA zur Überraschung der beteiligten Ingenieure, für die Renderings lediglich die Sitzschalen zu überarbeiten und die facettierte Oberfläche nicht durch »hochwertig« gestylte Oberflächen zu ersetzen, Abbildung 5.

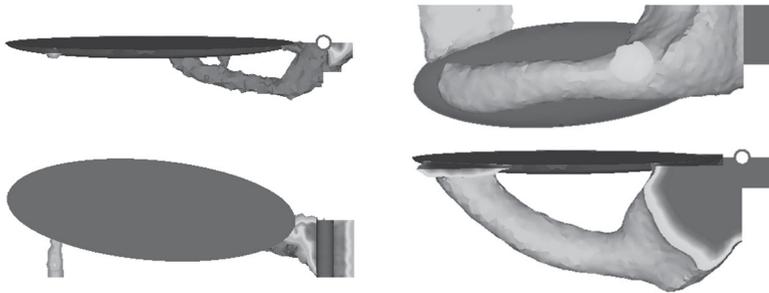


Abbildung 4: Verschiedene Ansichten der Ergebnisse „Minimierung des Bauteilvolumens bei begrenzter Beanspruchung“ (links) und „Minimierung der Nachgiebigkeit“ (rechts)



Abbildung 5: An das Design übergebene Hilfsgeometrie (links) und finales Rendering

Dabei beruht diese Entscheidung nicht auf einem Mangel an Interesse an der Weiterverfolgung des Entwurfs, sondern auf dem semantischen Gehalt der kristallin wirkenden Oberfläche. So mag einerseits die Assoziation mit natürlich gewachsenen Kristallen in Bezug auf die optimierte Gestalt einerseits und auf die Umgebung »Bad« andererseits als wünschenswert empfunden werden. Interessanter erschien NOA jedoch der mehr oder weniger explizite Verweis auf das verwendete Verfahren der rechnergestützten Topologieoptimierung. Somit wird im Sinne der oben angesprochenen *Anzeichenfunktion* der *Eigenart* der Gestaltungsprozess zum Gestaltungsmerkmal.

Weniger überraschend für die beteiligten Ingenieure war hingegen, dass der Entwurf dem Kunden HEWI nicht präsentiert wurde. Zwar wäre dessen Reaktion möglicherweise interessant gewesen, im Sinne der vorliegenden Untersuchung bleibt es aber bedeutungsvoller festzuhalten, dass der Grund der Zurückhaltung war, dass die Ästhetik für die mit der Marke HEWI in Verbindung gebrachte Produktsprache völlig ungeeignet erscheint.

## **Fazit**

Die Erkenntnisse aus der Fallstudie belegen einerseits die eingangs formulierte Annahme, dass die rechnergestützte Topologieoptimierung als Methode geeignet ist, Designprozesse in kleineren Designbüros zu bereichern. Obwohl das Büro auf umfangreiche Erfahrung im Umgang mit den modernen Werkzeugen der Produktentwicklung verweisen kann, wurde die Methode als »innovatives Kreativverfahren« empfunden. Seit dem Abschluss der Fallstudie wurden die Ergebnisse verschiedenen Kunden präsentiert, die sich regelmäßig erstaunt über die Eigendynamik der Strukturen zeigen und Assoziationen zu natürlichen Evolutionsprozessen äußern. Insofern wird als tendenziell bestätigt angesehen, dass die TO geeignet ist, den kreativen Prozess im Design zu unterstützen und neue, d. h. unerwartete Ergebnisse hervorzubringen.

Zudem scheint sich zu bestätigen, dass die iterativ und parallel zum konventionellen Designprozess mitgeführte TO geeignet ist, diesen inhaltlich zu bereichern ohne ihn zu behindern, bzw. zu verzögern.

Eine Erhöhung der strukturellen Leistungsfähigkeit der aus der TO hervorgehenden Entwürfe wird als ohnehin gegeben angesehen.

Schließlich ergeben sich aus der Methode konkrete Erkenntnisse, die unmittelbar in die Gestaltung weiterer Entwürfe einfließen können, wenn schon das unmittelbare Ergebnis der TO nicht anwendbar ist. Diese können allgemein als assoziative Anstöße für verbesserte Strukturen (Trägergerüste, neue Bauweisen) und zur Identifizierung freier Bau- bzw. Designräume dienen.

Es wurde gezeigt, dass die inhaltliche Komplexität der TO im Designprozess aufgrund der produktsprachlichen Zusammenhänge höher ist als die der Anwendung im rein technischen Kontext. So kann es wie dargestellt vorkommen, dass eine TO bzw. die hervorgebrachten Ergebnisse - obwohl sie erhebliche festigkeitstechnische Vorteile aufweisen – für ein Projekt ungeeignet sind, da die Ästhetik oder die Semantik unvereinbar mit dem Kontext oder der Designauffassung des Auftraggebers ist.

Erst durch die Fallstudie zeigte sich ein Mehrwert, der durch die Anwendung der Methode in einer Design-Engineering Kollaboration entsteht: Die Kommunikation und Plausibilisierung festigkeitstechnischer Zusammenhänge und Konzepte werden durch die Visualisierung erheblich unterstützt.

Die Komplexität der Methode in der Anwendung stellt jedoch auf absehbare Zeit eine erhebliche Eintrittsbarriere für viele Designbüros dar. Selbst für ausgebildete Ingenieure ist die Formulierung des Berechnungsmodells selten trivial und die Gefahr von Fehlentwicklungen durch fehlerhafte Modellierungsannahmen oder Interpretationen der Ergebnisse steigt sogar möglicherweise durch die zunehmende Benutzerfreundlichkeit der Software. Diesem Problem könnte grundsätzlich wie dargestellt durch projektweise Einbeziehung vom entsprechend spezialisierten Berechnungsdienstleistern als Partner oder Subunternehmer begegnet werden. Die TO bildet dann nicht nur eine Kommunikationsschnittstelle, sondern auch einen Anlass für Design-Engineering Kollaborationen (vgl. Brezing 2006).

## Literaturverzeichnis

- Bendsoe, M. 2003: Topology Optimization, Theories, Methods and Applications.  
 Berlin Heidelberg: Springer- Verlag
- Brezing, A. 2006: Planung innovativer Produkte unter Nutzung von Design- und  
 Ingenieurdienstleistungen. Aachen: Shaker Verlag
- Bürdek, B.E.2005: Design, Geschichte, Theorie und Praxis der Produktgestaltung.  
 Basel: Birkhäuser- Verlag für Architektur.
- Harzheim, L. 2008: Strukturoptimierung, Grundlagen und Anwendungen.  
 Frankfurt am Main: Wissenschaftlicher Verlag Harri Deutsch GmbH
- Laarman, J. 2006: Joris Laarman Lab. Website: <http://www.jorislaarman.com/bone-furniture.html>, veröffentlicht 2006, abgerufen am 15.4.2012
- Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., Grote, K.-H. 2007: Pahl/Beitz Konstruktionslehre.  
 7. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag
- Kämpf, A. 2010: Die rechnergestützte Topologieoptimierung als Ansatz zur  
 Unterstützung des Industrial Designs bei der Gestaltung struktureller Bauteile.  
 Unveröffentlichte Diplomarbeit am Lehrstuhl und Institut für Allgemeine  
 Konstruktionstechnik des Maschinenbaus, RWTH Aachen University
- Steffen, D. 2000: Design als Produktsprache, Der „Offenbacher Ansatz“ in Theorie  
 und Praxis. Frankfurt a.M.: Verlag form GmbH

## Kontakt

Dr.-Ing. Alex Brezing  
 Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Feldhusen  
 RWTH Aachen University  
 Lehrstuhl und Institut für  
 Allgemeine Konstruktionstechnik des Maschinenbaus  
 Steinbachstraße 54B  
 52074 Aachen  
[www.ikt.rwth-aachen.de](http://www.ikt.rwth-aachen.de)

Dipl.-Ing. Anne-Katrin Kämpf  
 BSH Bosch Siemens Hausgeräte GmbH  
 Ruiter Straße 8  
 75015 Bretten  
<http://www.bsh-group.com>



Rainer Groh

# **Noch jemand ohne Rückfahrkarte? Anmerkungen zu den gestalterischen Potentialen des Reverse Engineering**

## **Einleitung**

Seit geraumer Zeit wird im Maschinenbau (und nicht nur dort) mit Reverse Engineering ein komplexes Vorgehen im Entwicklungsprozess bezeichnet. Bislang getrennt und in Etappen ablaufende Vorgehensweisen werden durch den Rechnereinsatz integriert. Schlüssel dafür sind computergrafische Algorithmen, die es erlauben, aus Scan-, Röntgen- und Messdaten (Punktwolken) Oberflächen zu rekonstruieren. Die als Polygonnetze beschriebenen Oberflächen können für CAD und CAM, für Optimierungsverfahren (FEM) oder für die Qualitätssicherung (Werkstoffprüfung) genutzt werden.

Ein Kunststoffmodell eines Designers kann entsprechend computertomografisch dreidimensional erfasst werden. Anschließend wird ein CAD-Modell generiert. Dieses kann wiederum auf einem 3D-Drucker verkleinert ausgedruckt werden. Die entstandene, möglicherweise händisch nachbearbeitete Gestalt steht für die photogrammetrische Erfassung bereit. Die Verwandlungskette ließe sich endlos fortsetzen. Und dennoch ergibt sich die Frage, ob Konsistenz, Maßhaltigkeit oder Ähnlichkeit Kriterien sind, die im Sinne der gestalterischen Arbeit generell von Nutzen sind.

## Geschichte

Als Joseph-Maria Jacquard um 1800 den ersten lochstreifengesteuerten Webstuhl baute, trieb er mit diesem ersten komplexen Fertigungsautomaten die industrielle Revolution voran. Er hatte – um die titelgebende Metapher aufzugreifen – die Hindefahrt gelöst. Aus Daten (aus einem Code, aus dem Quelltext) entsteht Gestalt. Oder um es ganz knapp (und ein wenig respektlos) zu formulieren: Das Wort wird Fleisch. Albert weist darauf hin, dass im 18. Jh. mit Bezug auf die Weberei Gleichnisse der Verkettung von »Bild und Begriff« geprägt wurden. (Albert 1995, 206) Die Strategie, aus Daten Materialität zu schaffen, prägte eine lange Zeit den Entwurfsprozess als einen vorwärts, auf das zu realisierende Produkt gerichteten Vorgang. Die Entwurfswerkzeuge und -strategien prägen hierbei schon immer auch wesentlich die Gestalt. Sie bilden sich ab. Dieser Einfluss wird zumeist verschleiert, soll doch das Erzeugnis zuerst seiner Funktion, seiner Gebrauchsweise und den technologischen Erfordernissen entsprechen.

Die »Rückfahrt« fand bisher nur im Rahmen bestimmter Praxisfelder statt und auch nur ansatzweise. Die Gewinnung des Lochstreifens aus der Gewebestruktur war weder möglich noch notwendig. Der produktive und synthetische Vorwärtsgedanke überblendete die gezielte »Rücksicht« und wenn Rückbau (Zerlegung) betrieben wurde, dann im Rahmen einer isoliert agierenden analytischen Wissenschaft. Auch lässt die Rechentechnik (nebst der Softwaresysteme) als Austauschplatz aller Einzelaktivitäten diese Reversion erst denkbar werden. Zwar steht die Mathematik (Geometrie, Topologie) seit der Antike als integrative Disziplin bereit, doch erst in Form der »Rechenmaschine« verbindet sich die Mathematik mit der Fertigung und der Entwurfspraxis. Es existiert nun eine integrative Plattform über den von Restriktionen geprägten Einzeldisziplinen.

Im antiken Rom war es eine gängige Aufgabe für Bildhauer, kompliziert aufgebaute Skulpturen zu kopieren und zu vervielfältigen. Dabei wurde ein Punktiergerät benutzt. Eine Punktwolke wird vom Original abgegriffen und die Kopie wird dieser Wolke nachgeformt. Üblich war auch die Dreizirkelmethode, um Originale skalieren zu können. Wenngleich diese Techniken noch auf einfa-

chen mathematischen Gesetzen beruhen, so wird doch erkennbar, dass Zahlenverhältnisse, Koordinaten und Bezugspunkte genutzt wurden, man also im weiten Sinne davon sprechen kann, dass ein mathematisches Modell im Gebrauch war. Allerdings diente dieses Modell nur als Referenzsystem, um Ähnlichkeitskriterien und ein Bezugssystem für eine Duplikation bzw. Skalierung zu gewinnen. Die Idee, dass ein mathematisch (im engeren Sinne: computergrafisch) beschriebenes Objekt die Qualität besitzt, neue Denk- und Realisationswege zu zeigen, setzt sich erst heute durch. Hintergrund ist, dass nahezu alle Glieder der technologischen Kette und des Entwicklungsprozesses computerisiert sind und die Austauschwege zwischen den Einzelsystemen offen sind.

### **Gegenwärtige Aufgaben**

Seit CAVEs, Motion Capturing Systeme, GIS-Systeme, Kinect™ und Microsoft Surface™ erweiterte Schnittstellen zum Entwerfer wie auch zum Nutzer bereitstellen, gelingt zudem die modellhafte Abbildung des Nutzers, seines Echtzeit-Verhaltens und der Vorhersagbarkeit seines Verhaltens (zumindest für ganz nahe »Zukünfte«). Die Vergangenheit wird ohnehin aufgezeichnet. Man kann auch sagen: der Entwerfer/Nutzer wird raum-zeitlich in ein universelles Modell integriert. Sein Hier und Jetzt wird zur Mitte des Modells, in welchem die gescannten, modellierten, interaktiven oder auch realen Objekte bereits auf ihn »warten«. Es tun sich hier zahlreiche Forschungsfelder auf, denn die üblichen Methoden und Systeme sind auf diese Rückkehr des Menschen nicht vorbereitet. Am besten zeigt sich dies am Beispiel der Arbeitsteilung von Auge und Hand. Eben noch war die Hand via Cursor ein Erfüllungsgehilfe des Auges; nun ist sie »frei« und kann und soll ungesehen Aufgaben des Auges übernehmen oder gar für neue hand- und gestenspezifische Aufgaben zuständig sein (vgl. Groh 2011). Doch nicht nur die Hand, auch das gesamte leibliche Verhalten (Blickbewegung, Position, Richtung) wird interaktiv relevant. Bislang noch wird das Nutzertracking in Spielkonzepten genutzt, doch werden sich auch »seriöse« Interaktionsaufgaben in den Blick rücken. Man denke an die Visualisierung multidimensionaler und multivariater Daten in komplexen Diagrammen. Hier steht nach wie vor die Aufgabe, die Fayyad et al.

wie folgt beschreiben: »Wissensentdeckung in Datenbanken ist der nichttriviale Prozess der Identifizierung gültiger, neuartiger, potentiell nützlicher und verständlicher Muster in (großen) Datenbeständen.« (vergl. Fayyad et al. 1996) Im Bereich der Vorverarbeitung, der Filterung, des Data Mining ist in den letzten Jahren viel geschehen, doch bricht die Visualisierungskette am Ende abrupt ab und das persönliche Interpretationsvermögen des Nutzers ist gefragt. Hier wurde bisher die räumliche und zeitliche Relation des Nutzers (Betrachters) zur Visualisierung völlig außer Acht gelassen. Der Mensch, der in einem lebendigen Verhältnis zur Objektwelt steht – mit all den atmosphärischen, akustischen, thermischen oder schwerkraftabhängigen Randbedingungen – hat keine Probleme, komplexe visuelle Reize zu verstehen und sie zeitnah zu interpretieren. Doch sobald dieser Mensch »einäugig« vor dem Bildschirm sitzt, der ihm nur wenige und reduzierte sinnliche Kanäle öffnet, ist seine Interpretationsfähigkeit stark eingeschränkt. Das heißt, es muss nach Konzepten geforscht werden, die eine »Rückkehr des Leibes« in die Systeme ermöglichen; die eine Verrechnung des leiblichen Verhaltens mit den Szenen gestatten. Vor diesem Hintergrund soll die Möglichkeit einer Rückfahrkarte und der entsprechenden Umkehr diskutiert werden. Das Reverse Engineering wird also in einen größeren Zusammenhang eingebettet.

Das Augenmerk soll in diesem Aufsatz auf eine methodische Fragestellung gelenkt werden. Wie kann der Punkt an dem die »Rückfahrkarte« gelöst wird, von dem aus die Wahl dieser Fahrkarte möglich und produktiv ist, beschrieben und methodisch eingegrenzt werden? Dieser Punkt ist kein einfacher Umkehrpunkt, sondern ein Punkt an dem weitere funktionale Optionen und Entwicklungsmöglichkeiten des Objektes (des Entwurfs) deutlich werden. Er soll Reversionspunkt (Point of Reversion) genannt werden. Angemerkt werden muss: einem künstlerisch Tätigen mag diese Überlegung seltsam erscheinen. Ist ihm doch sehr bewusst, dass jeder Zustand des Werkes zu neuen Richtungen führen kann, dass also künstlerisches Vorgehen keine Einbahnstraße ist. Dies zeigt sich beim Skizzieren oder auch im Umarbeiten »fertiger« Werke. Bei letzteren werden Korrekturen und Übermalungen als *Pentimenti* bezeichnet. Auch ist der künstlerische Prozess dadurch gekennzeichnet, dass das Ziel

zumeist eher vage und qualitativ beschreibbar ist (Es gibt kein Plichtenheft). Die konkrete Ausformung ergibt sich prozesshaft; die Arbeit kann zu jeder Zeit abgebrochen werden, weil das Halbfertige in seiner Offenheit mehr sagt als das Fertige. Doch soll dieser Ausflug in die künstlerische Praxis nur den Blick weiten – im Zentrum der Betrachtung steht die gestalterische Arbeit und hier stehen die eben bereits angedeuteten Sonderbereiche der gestalterischen Praxis im Fokus: Touch Interaction und Datenvisualisierung. Es wird mit dieser Fokussierung auch das Ziel verfolgt, die Schwerpunkte gestalterischer Arbeit neu zu bestimmen. An den Ausbildungsstätten ist momentan ein Ausblühen in die Richtungen des Interaction Design (Game Design, Motion Design, Interactive Environments, ...) zu beobachten. All diese Disziplinen haben mehr oder weniger starke Bezüge zur Informatik. Eine vergleichbare Situation herrscht beim Industrial Design: Hier nimmt der Maschinenbau (Fertigungstechnik) die Rolle der Bezugsdisziplin ein. Die Datenvisualisierung (als Teil der Technischen Visualistik) stellt einen Idealfall der produktiven Verknüpfung zweier Disziplinen dar. Wahrnehmungsgerechtigkeit, Ergonomie, Ästhetik und Informatik verschmelzen in diesem Gegenstand. Insofern müssen all jene Studiengänge für Interaction Design kritisch bewertet werden, bei denen informatische Kenntnisse als marginal behandelt werden.

Die bis hier erfolgte Diskussion lässt sich auf die folgenden richtungsprägenden Schwerpunkte reduzieren:

- Aneignungs- und Nutzungsform,
- Gestalt- und Größenvariation,
- morphologische und topologische Transformation,
- emersive vs. immersive Exploration (vgl. Groh 2008)
- virtuelle vs. reale Physik.
- Reversionspunkt

Wenn dieser Punkt bestimmbar ist, wie wird er sinnlich konkret, wie wird er bewusst? Oder gestalterisch gefragt: Welche Merkmale, welchen Zeichensystems und welcher Syntax bedarf es an diesem Punkt? Auch stellt sich die Frage nach einem angemessenen Abstraktionsgrad.

Notwendig ist, dass der eben bezeichnete Reversionspunkt »methodisch ausgebaut« wird. Es zeichnet sich ab, dass das »Innenleben« dieses Punktes ein dynamisches Beziehungsgefüge darstellt und damit eine Struktur besitzt. (siehe Abbildung 1) Vier Schwerpunkte sind hier unterscheidbar:

1. Die Nutzer-Objekt-Relation  
(Entwerfer-Entwurfsgegenstand-Relation),
2. die Nutzer-Nutzer-Relation (Multiuser-Szenario),
3. die Umwelt (der Kontext) dieser Relation und
4. die Zeitabhängigkeit dieser Relation.

Zur Aufklärung der Struktur des Reversionspunktes dienen vier Thesen. Bei der gestalterischen »Stützung« bzw. beim Beweis der Thesen werden sich jeweils gestalterisch motivierte Forschungsfragen stellen. Angefügt werden Skizzen von Antworten auf diese Fragen. Damit die Darlegungen nicht zu offen erscheinen, soll zu den weiter vorn erwähnten praktischen Bezugspunkten zurückgekehrt werden: Die (Multi-)Touch-Interaktion sorgt momentan für eine große Belebung der angewandten Interaktionsforschung. Die Gestenforschung, d. h. die Formalisierung von Gesten zu einer Gestensprache wird an vielen Universitäten betrieben. (vergl. Freitag et al. 2011 und Kammer et al. 2011) Des Weiteren wird über neue Interaktionsparadigmen nachgedacht. Konkret geht es um die Ablösung der Cursor-Objekt-Interaktion durch die direkte Hand-Objekt-Interaktion. Die Hand wandelt sich vom Erfüllungsgehilfen des Auges (Koinzidenz von Cursor/Pointer und bestimmten Objektpunkt wird hergestellt) zum eigenständigen »Akteur« auf dem Display und im Bild. Das Objekt (das dargestellte Bild des Objektes) muss nun auf die Gestalt der Hand angepasst werden. Es hilft hier die Vorstellung, dass die Hand auch zum Objekt wird. Sie kann sich nun auf die Objektkontur aufprägen, sie kann per Geste Objekte gruppieren und sortieren oder sie kann in die Objektstruktur eingreifen (z. B. etwas hinweg nehmen, vergl. Groh 2011). Bei der Datenvisualisierung ist es bis heute Standard, dass der Nutzer außen vor bleibt, d. h. weder sein Verhalten, noch seine Position und seine Blickrichtung haben einen Einfluss auf die Beschaffenheit und Präsentationsform eines Diagramms. Doch ist es nur eine Frage der Zeit, bis die Erfassungsdaten der Tracking-Systeme mit den Visualisierungsmodellen ver-

knüpft werden. Beide Vertiefungsrichtungen lassen sich unter dem weiter vorn bereits angeführten Motto der »Rückkehr des Leibes« fassen. Entsprechend werden die Antworten auch hinsichtlich dieses Mottos präzisiert.

### **These 1: Der Reversionspunkt ist Quelle neuer Zustände**

*Forschungsfrage: Welche generativen Algorithmen sind zielführend, ganzheitserhaltend und -bildend?*

Antwort: Es ist nach Algorithmen zu forschen, die in eingeschränkter Weise »autonom« Gestaltvervollständigungen vornehmen. Generative Algorithmen sollten im Nutzungsprozess Abbruchkriterien beinhalten, um selbsttätig bei Erreichen bestimmter Komplexitätsstufen den Generierungsprozess abubrechen. Dabei sollten die Systeme sich an den Nutzer und dessen gestalterische Prinzipien anpassen (Adaption). Das Einbeziehen des Leiblichen kann hier gelingen, indem die generativen Prozesse sichtbar gemacht werden und auf eine individuelle Perspektive ausgerichtet werden. Entweder wird der Prozess zum »Film« oder der Prozess wird zur Zeit-Plastik (die Veränderungen entlang des Zeitstrahls werden von außen angeschaut).

### **These 2: Der Reversionspunkt ist Entscheidungs- und Bewertungsort**

*Forschungsfrage: Welche Kriterien stützen eine Bewertung der verschiedenen Optionen und Zukünfte?*

Antwort: Voraussetzung einer Entscheidung ist, dass der Nutzer sich der Notwendigkeit einer Entscheidung bewusst wird. Hierbei muss auf die Erfahrung des Nutzers zurückgegriffen werden. Sinnvoll ist es, den multikursalen Entscheidungs- und Bewertungsprozess erlebbar und memorierbar vorzuhalten. (vergl. Brade et al. 2011) So kann sich der Nutzer in seinem Vorgehen selbst beobachten, und er kann zielgerichtet »Fahrräder noch einmal erfinden« oder neue Wege gehen. Um Wiederholungen und Redundanzen zu erkennen, müssen »Gestalt- oder Zustandsabstände« verdeutlicht werden. Hier sind statistische Verfahren notwendig. Die leibliche Kompetenz kann genutzt werden, indem der persönliche Entscheidungsprozess als memorierbarer Pfad in einem Raum »gespeichert« wird.

### These 3: Der Reversionspunkt ist durch multiple Nutzer besetzt

*Forschungsfrage: Wie viele Sichten und Erfahrungen sind an einem Ort möglich und integrierbar?*

Antwort: Eine nutzbringende kollektive Sicht beruht auf der Angleichung der Sichtformate (vergl. Starke et al. 2011). Dadurch wird die Vergleichbarkeit des Wahrgenommenen gewährleistet. Zudem wird bei Echtzeitinteraktionen eine Angleichung der Zeitregimes sinnvoll sein. So wird der Reversionspunkt zum Kommunikationspunkt der Nutzer. Hier kann die Arbeitsteilung verabredet werden. Eine Basis der Kommunikation sind Maß- und Proportionssysteme. Entsprechend sollten räumliche und flächige Raster auf das menschliche Maß angepasst werden.

### These 4: Der Reversionspunkt ist ein Tor zu verschiedenen Welten

*Forschungsfrage: Welche Vergewisserungsmöglichkeiten wechselnder virtuell-physikalischer Zustände und Modalitäten sind möglich?*

Antwort: Ein Wechsel der realen und auch virtuellen physikalischen Kontexte kann nur bei Mitnahme einer eigenen Welt (Mitnahme eines Rasters, These 3) gelingen. Notwendig ist ein Inertialsystem. Dabei müssen die Vereinbarungen, die in den Welten gelten, bewusst gemacht werden. Eine Form der »Leib- bzw. Verhaltensgerechtigkeit« kann darin bestehen, dass dem Nutzer per Interface ein Set anthropologischer und physikalischer Konstanten zur Auswahl angeboten wird. So können die Geschwindigkeit, die Schwerkraftrichtung oder die Lichtrichtung gewählt werden. Ein Horizont kann »mitgenommen« werden und es können Gradienten bestimmter Umwelteigenschaften versinnlicht werden.

### Resümee

Das Ähnlichkeits- und Konsistenzkriterium beim Reverse Engineering gilt im gestalterischen Arbeitsprozess nur bedingt. Der Beitrag versteht sich als methodische Untersuchung der gestalterischen Konsequenzen, wenn man den Rechner (und die Reverse Engineering Technologie) nicht als Werkzeug, sondern als adaptives und offenes System begreift. In diesem Sinne ist Reverse Engineering

nicht auf den bloßen und reibungslosen Datenfluss und die Konvertierbarkeit der Datenformate reduzierbar. Die Reversibilität der Prozessschritte ist im vorgestellten Sinne kein Kriterium, wenn der sogenannte Reversionspunkt als Startpunkt einer neuen Entwicklung gesehen werden soll. Die Prozessschritte verknüpfen sich letztlich zum Netz. Wenn sich die digitalen Modelle, Objekte und Szenen für die gleichsam zu Daten gewordenen Nutzer öffnen, wird der Prozess »von innen her« anschaulich und erlebbar. Reverse Engineering offenbart dann kreative und überraschende Potentiale.

### Literaturverzeichnis

- Albert, C. 1995: Imitation de la nature? Probleme der Darstellung in der Encyclopédie. In: Eybl, F. M. et al. (Hrsg.): Enzyklopädien der Frühen Neuzeit. 200–214, Tübingen: Max Niemeyer Verlag
- Brade, M.; Heseler J.; Groh, R. 2011: BrainDump: An Interface for Visual Information-Gathering During Web Browsing Sessions, 11th International Conference on Knowledge Management and Knowledge Technologies, ACM, 251–253, Graz
- Fayyad, U. M.; Piatetski-Shapiro, G.; Smyth, P. 1996: The KDD Process for Extracting Useful Knowledge from Volumes of Data, *Comm. of the ACM*, 39 (11), 27–34.
- Freitag, G.; Kammer, D.; Tränkner, M.; Wacker, M.; Groh, R. 2011: Liquid: Library for Interactive User Interface Development, In: Eibl, M. (Hrsg.): überMEDIEN| ÜBERmorgen – Mensch & Computer 2011, 202–210, München, Oldenbourg Verl.
- Groh, R. 2008: Vom Operieren und Orientieren – zu den Grundformen der Interaktion in 3D-Szenen. In: Hentsch, N.; Kranke, G.; Wölfel, C. (Hrsg.): Industriedesign und Ingenieurwissenschaften, *Technisches Design in Forschung, Lehre und Praxis*, 95–106, Dresden: TUDpress
- Groh, R. 2011: Was sieht die Hand. In: Groh, R.; Zavesky, M. (Hrsg.): Aktuelle Einblicke in die Technische Visualistik., 75–80, Dresden, TUDpress
- Kammer, D.; Taranko, S.; Wojdziak J.; Keck M.; Groh R. 2011: Towards a Formalization of Multi-touch Gestures, In: *ACM Interactive Tabletops and Surfaces 2010*, 49–58, Saarbrücken
- Starke, M.; Wojdziak, J.; Zavesky, M.; Groh, R. 2011: Interactive Panels – A tool for structured three-dimensional scene exploration and visualisation, In: Paul, L.; Stanke, G.; Pochanke, M. (Hrsg.): 3D-NordOst 2011, 14. Anwendungsbezogener Workshop zur Erfassung, Modellierung, Verarbeitung und Auswertung von 3D-Daten, 67–75, Berlin: Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e. V.

## **Kontakt**

Prof. Dr.-Ing. habil. Rainer Groh  
Technische Universität Dresden  
Fakultät Informatik  
Institut für Software- und Multimediatechnik  
Professur für Mediengestaltung  
01062 Dresden  
<http://mg.inf.tu-dresden.de>

Eckart Uhlmann, Jörg Reiff-Stephan,  
Bernd Duchstein & Jan Mewis

# **Technical Design Packaging im Werkzeugmaschinenbau durch Effizienz und Effektivität in der Produktentwicklung**

## **Einleitung**

Der beschleunigte Wandel der Industriegesellschaft wird auch in den nächsten Jahrzehnten entscheidend durch technologische Innovationsprozesse beeinflusst. In diesem Bereich sind die deutschen Werkzeugmaschinenhersteller führend, was anhand der vorgestellten Innovationen zu erkennen ist. Die deutschen Hersteller haben sich als Technologieführer mit geringeren Stückzahlen positioniert während die asiatischen Hersteller vorrangig im Segment der Universalmaschinen als Massenhersteller vertreten sind. Langfristig wird es darauf ankommen, ob die einzelnen Unternehmen zu strategischen Phasensprüngen fähig sind, die angesichts der Globalisierung der Wirtschaftsstruktur zu einer wettbewerbsfähigen Technologiekultur führen. Im Hinblick auf diese Anforderungen ist insbesondere die Beschleunigung der Entwicklungsprozesse eine wesentliche Voraussetzung für die Beibehaltung und den Ausbau der Marktposition der global agierenden Unternehmen. Es wird daher zunehmend notwendiger, dass technische Ausarbeitung und Formgestaltung von Werkzeugmaschinen als konsequent simultane Prozesse betrachtet werden (Heufler 2006, Spur 2008, Wiendahl 2008), woraus sich eine Neufassung des industriellen Designverständnisses ergibt (Abbildung 1).

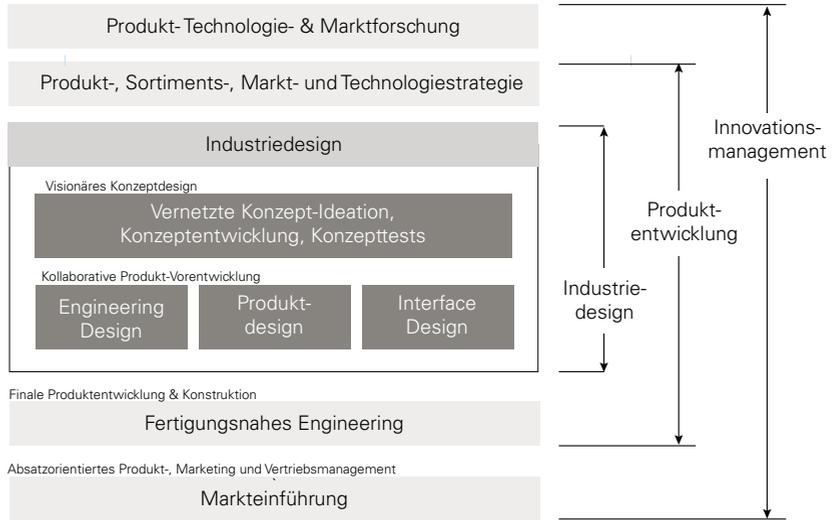


Abbildung 1: Neufassung des industriellen Designverständnisses – Design als umfassender Ideations- und Konzeptionsprozess (Gleich et al. 2008)



Abbildung 2: Wertschöpfungsprozess eines Innovationsprojektes

## Technical Design Packaging

Wesentlich ist, dass die früher akzeptierten Prozesse zur abschließenden Formgebung für moderne Entwicklungsteams nicht mehr realisierbar sind. Gestalter und Ingenieure sind angehalten, ihr Bereichswissen kommunikativ und effizient in Entwicklungsteams einzubringen. Die zur Interaktion erforderlichen Werkzeuge beider Gattungen des technischen Entwurfs nähern sich hierfür in zunehmendem Maße an und schaffen so eine kommunikative Basis für eine interdisziplinäre Zusammenarbeit.

Ziel künftiger Entwicklungsprozesse muss es sein, durch eine frühe Einbindung von interdisziplinären Teams, den sich verschärfenden Anforderungen des Marktes gerecht zu werden. Dazu spielen alle der am Produktleben gekoppelten Prozesse eine Rolle. Ingenieurstechnische, deduktive Entwicklungsprozesse müssen hierbei über eine detaillierte Erfüllung technischer Parameter des Produktes hinausgehen.

Um einen nachhaltigen Ansatz zu finden, ist ein Zusammenspiel mit gestalterischer Kompetenz über das rein induktiv generierte, visionäre Konzeptdesign hinaus zu realisieren. Wesentlich ist dem kreativen Gestaltungsprozess jedoch, dass durch eine generalistische Sichtweise auf das Umfeld des Lösungsraumes eine komplexere Lösungs- und Anwendungsdifferenzierung möglich wird. Erfahrungswerte in Einklang mit erkenntnisbasierter Lösungsfindung werden hierbei im Zusammenspiel mit den Verantwortlichen zu einem unschätzbaren Vorteil im Konzeptionsprozess.

Unter dem Blickwinkel der gesamten Wertschöpfungskette von der Produktentwicklung bis zur Markteinführung ist die Einbindung von Gestaltungskompetenz jedoch bereits in allen Stadien möglich und kann die bis dahin erarbeiteten Lösungen nachhaltig ergänzen. Im Folgenden wird hierzu ein Überblick vermittelt und dabei auf die Ergebnisse in den einzelnen Projektierungsstufen dezidiert hingewiesen (Abbildung 2).

## 1. Recherche- und Planungsphase

Am Anfang eines Innovationsprojektes stehen Recherchen und Planungsleistungen im Vordergrund: Das Projektteam wird zusammengestellt; die Zielgruppen und der Wettbewerb werden untersucht und beschrieben sowie alle formalen Daten zum Projekt ermittelt. Ergebnisse dieser Phase sind das Projektkonzept – festgehalten in Form einer Anforderungsliste / Briefing - sowie der Projektplan, in welchem die Zuständigkeiten (Projektleitung, Mitwirkende inkl. Designpartner etc.), die Marktziele und die Zielkosten, der Zeitplan mit Projektmeilensteinen und das Budget definiert sind.

## 2. Ideenphase

Anschließend folgt mit der Ideenphase die Etappe, in welcher der größte schöpferische Freiraum besteht. Die Frage nach dem »Warum?« sollte im Mittelpunkt des Interesses stehen. Bei der Suche nach Lösungsideen hat in dieser Phase die Kreativität Vorrang vor den Machbarkeitserwägungen. Ergebnisse dieser Phase sind Anschauungshilfen: Das Phasenergebnis besteht dabei aus zweidimensionalen Darstellungen der Idee wie auch stofflichen Strukturmodellen zur Veranschaulichung von »Haupt«-Funktionen oder auch kinematischen Zusammenhängen.

## 3. Konzeptphase

Nach diesem kreativen Abschnitt geht es an die konkrete Konzeption, in welcher die Lösungsvision an pragmatische Gegebenheiten – nicht zuletzt an Kostenzielen gespiegelt – angepasst wird. Ergebnisse dieser Phase sind grobstrukturierte Vormodelle, die Aufschlüsse über die Handhabungsqualitäten des Produkts geben. Zur Erstellung der Vormodelle kommen insbesondere Rapid Prototyping Verfahren wie 3D-Drucker oder auch Stereolithographie zum Einsatz.

## 4. Entwurfsphase

In der Entwurfsphase wird das Konzept bis ins Detail ausgearbeitet. Es werden Funktionsmodelle abgeleitet und erforderliche Testreihen durchgeführt und als Anpassungen im abschließenden Entwurf berücksichtigt. Ergebnisse dieser Phase sind Modelle, mit welchen letztmalig geprüft wird, ob die Lösungen glaubhaft zur Erreichung der Ziele führen. Die Freigabe zur Herstellung wird erteilt.

## 5. Ausarbeitungsphase

In der Ausarbeitungsphase wird die Herstellung des Produkts vorbereitet. Hier können noch letzte Änderungen – zum Beispiel zur Verbesserung der Produzierbarkeit – vorgenommen werden. Schwerpunkte der Arbeiten werden durch das Industrial Engineering ausgeführt. Ergebnisse dieser Phase sind die aufbereiteten technischen Daten, die der Produktion übergeben werden. Weiterhin werden technische Daten für Marketing und Vertrieb erarbeitet.

## 6. Nachbetreuung

Produkte werden während ihres Lebenszyklus oft weiterentwickelt. In der laufenden Herstellung eines Produkts können im Zuge des KVP (kontinuierlicher Verbesserungsprozess) Optimierungsideen entstehen, die mit den Designern abgestimmt werden.

Das Wissen beider Gruppen/Einheiten des technischen Entwurfes ist im zunehmenden Maße von gegenseitigem Interesse. Die Bemühungen zielen zum einen auf das rationelle Erfahrungswissen von technischen Zusammenhängen leicht verständlich und eigenschaftsbezogen zu vermitteln. Zum anderen gestattet das klassische informationstechnische Konstruktionswerkzeuge die Variation der Darstellung von zweidimensionalen Strukturen und Abmessungen. Gemeinsam mit der dreidimensionalen Darstellung kann die visuelle Zuweisung und Bewertung von Oberfläche und Material erfolgen. Wesentlich ist, dass insbesondere die technologische Möglichkeit des gemeinsamen Entwurfswerkzeuges zu einem vereinfachten Transfer von Ideen führen könnte. Bisherige virtuelle Modellierungstechniken können das Gefühl von Dreidimensionalität, Haptik und Optik nicht hinreichend übertragen. Vormodelle bis hin zu fertigen Mock-ups befähigen und motivieren das Entwicklerteam die Qualität des Entwurfs in kontinuierlichen Prozessen zu erhöhen. Die Nachhaltigkeit der Idee kann so schnell geprüft und einschränkende wie auch technologische Barrieren schneller erfasst werden. Auch kann durch Nutzung von Rapid-Prototyping-Ergonomiemodellen, erstellt z. B. mit dem Verfahren des Direct Metal Laser Sintering (Uhlmann 2011), der spätere Einsatz des Produktes in Tests nachvollzogen und frühzeitig Abstellmaßnahmen für nachteilige Einsatzattribute ausgeführt werden.

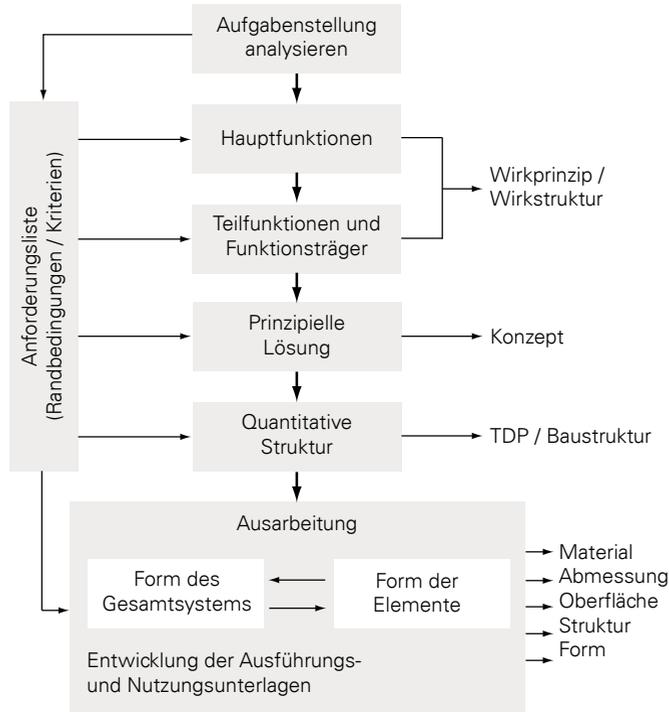


Abbildung 3: Modell des Entwicklungsprozesses zur Produktentstehung (Reiff-Stephan 2009)

Um diese Vorteile erreichen zu können, sind erweiterte, methodische Konzepte des Vorgehens zu einer nachhaltigen Produktentwicklung erforderlich. Das grundsätzliche Vorgehen zur Produktentwicklung wurde aus ingenieurtechnischer Gesichtspunkt nach Pahl/Beitz (Pahl 1993) und aus gestaltungstechnischer Sicht nach Heufler (Heufler 2006) sowie nach Tjalve (Tjalve 1978) analysiert. Kennzeichnend ist, dass der Modellbau als Kreativmethode zu wenig Einfluss auf den ingenieurwissenschaftlichen Produktentwicklungsprozess hat. Der Einsatz des Modellbaus ist allerdings erst durch das Aufkommen der Simulationstechniken zurückgedrängt worden. So wurden bis in die 90er Jahre vielfach Modelle gebaut und auch bei Kunden vor Ort genutzt. Heutige Modelle finden eher auf Messen oder im Rahmen von Schulungen Verwendung. Insbesondere die frühzeitige haptische und optische Prüfung von

Funktionsträgern und prinzipiellen Lösungen ist ein wesentliches Kriterium, um eine Bewertung des Gesamtsystems anhand der aufgestellten und quantifizierten Produktfaktoren vornehmen zu können. Diese Prüfung wird heute vielfach direkt am Rechner oder in »Virtual Reality«-Umgebungen vorgenommen.

Die einzelnen Vorgehensschritte (Abbildung 3) der Produktsynthese werden jeweils anhand der in der Aufgabenanalyse definierten Anforderungsliste geprüft und bei Bedarf iterativ nachgearbeitet. Aufgrund der Interdisziplinarität des Projektteams ist das Aufstellen der Anforderungsliste ein signifikanter Baustein, um eine gemeinsame kommunikative Basis zu schaffen. Erforderlich ist, dass die kommunikative Basis neben den textuellen Elementen auch Niederschlag in ausgearbeiteten Vormodellen bis hin zu Rapid-Prototyping-Modellen findet. Anhand dieser lassen sich iterative Prozesse zur Verbesserung der Erfüllung der Produktfaktoren wesentlich schneller ableiten.

Ein essenzieller Baustein der Produktsynthese ist die Findung der Baustruktur und damit einhergehend die Quantifizierung der erarbeiteten konzeptionellen Lösung. Das dabei auf Basis der Anforderungen erarbeitete Package beschreibt die Grundlage zur Ausarbeitung der Elemente und des Gesamtsystems. Dieser Prozess zum »Technical Design Packaging« (TDP) kennzeichnet das Neue in der Zusammenarbeit von Ingenieuren und Gestaltern. So wird es möglich, generalistischen und den formalen Gegebenheiten genügenden Entwürfen Abmessungen und Materialien zuzuordnen, welche den Anforderungen an das Produkt wie auch den technologischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen gerecht werden.

Auf Basis der TDP-Daten kann ein in den Maßen maßstäbliches Designmodell auf-gebaut werden. Dieses wird als Grundlage für technologische Prüfungen (wie beispielsweise Windkanaltests) herangezogen. Abschließend und zur Ausarbeitungsfreigabe erfolgt die Evaluation anhand der Anforderungsliste. Als generelle Methode zur Evaluierung wird eine nutzwertanalytische Betrachtung empfohlen. Die auf Basis der Gewichtungen erhaltenen Nutzwertprofile werden im Team abgestimmt und die erhaltene Baustruktur zur abschließenden Ausarbeitung freigegeben.

Innerhalb der Ausarbeitungsphase wird simultan die Form des Gesamtsystems Werkzeugmaschine, mit der Form der Einzelemente festgelegt. Die Anforderungen an die Gesamtform des Produktes werden insbesondere von Produktfaktoren aus dem Bereich Verkauf bestimmt. An Positionen, an denen die Ästhetik des Produktes im Vordergrund steht, z. B. Trennende Schutteinrichtung, muss sich die Form der Einzelemente der Gesamtform unterordnen. Wohingegen sich jedoch an Positionen, an denen wirtschaftliche und technische Kriterien in den Blickpunkt des Interesses rücken, kann und muss die Form der Einzelemente aus diesem Blickwinkel dominieren, z. B. Bearbeitungsprozess.

**Fallstudie:**  
**Trennende Schutteinrichtung einer 3-Achs-Fräsmaschine**

*Design:* M. Wietrychowski (KH Berlin), Y. Zhang (KH Berlin), M. Schmiel (TU Berlin), R. Fichtelmann (TU Berlin), J. Schulte (TU Berlin)

*Betreuer:* H. Staubach (KH Berlin), J. Reiff-Stephan (KH Berlin), B. Duchstein (TU Berlin)

*Kooperation:* J. Mewis (TU Berlin)

Im Rahmen dieses Beitrags wird als Beispiel das Technical Design Packaging als Design-Konzept für die trennende Schutteinrichtung einer 3-Achs-Portalfräsmaschine vorgestellt.

**Aufgabenstellung**

Die Aufgabenstellung bestand in der Entwicklung einer hochdynamischen 3-Achs-Portalfräsmaschine in Tischbauweise zum Einsatz in der universitären Forschung und Lehre (Abbildung 4). Bei der Entwicklung sind die rein technologischen Aufgaben, z. B. die Konstruktion des Maschinengestells und der Vorschubachsen sowie die Programmierung der Steuerung und der SPS, von Ingenieuren und Mechatronikern durchgeführt worden. Für die Schnittstelle zum Kunden bzw. Anwender, der trennenden Schutteinrichtung, wurde ein interdisziplinäres Team aus Ingenieuren (TU Berlin) und Produktdesignern (KH Berlin) mit dem Ziel gebildet, technisch und emotional ansprechende Konzepte zu erarbeiten.

## Anforderungsliste

Auf Grund der Aufgabenstellung ergeben sich Anforderungen in den folgenden Bereichen:

- Geometrie
- Größe der trennenden Schutzeinrichtung basierend auf dem Maschinengestell
- Material
- Sicherheit
- Spezifischer Durchdringungswiderstand von WD, spez = 100 J
- Verriegelung
- Antrieb
- Manuelle Öffnung
- Ergonomie
- Prozessbeobachtung
- Werkstück- und Werkzeugwechsel
- Fertigung
- Montage
- Gebrauch
- Geräuscharmes Öffnen und Schließen
- Recycling / Ökologie
- Hohe Ressourcenproduktivität
- Rückführung in den Wertstoffkreislauf
- Kosten

Im Mittelpunkt standen neben Design und Sicherheit die Aspekte Zugänglichkeit, Ergonomie, Prozessbeobachtung und modularer Aufbau. Zugänglichkeit bedeutet, dass Studierende und Auszubildende den Arbeitsprozess von allen Seiten beobachten und verstehen können.

## Hauptfunktionen

Die Hauptfunktion der Werkzeugmaschine ist die Kaltbearbeitung von Metall durch einen Fräsprozess und wird an der TU Berlin erarbeitet. Die Bearbeitung erfolgt durch die Bewegung dreier orthogonal zueinander stehender Linearachsen. Die Maschinenachsen spannen einen Arbeitsraum von 0,324 m<sup>3</sup> auf, wobei der maximale

Verfahrweg der durch den Tisch realisierten x-Achse 900 mm und der Verfahrweg der portalseitigen y-Achse und z-Achse jeweils 600 mm betragen. Das Gestell der Portalfräsmaschine besteht aus insgesamt 6 Modulen geschweißten Baustahl ST52 und besitzt ein Aufstellvolumen von 5 m<sup>3</sup> (Länge 1800 mm, Breite 1400 mm und Höhe 2000 mm) bei einem Gesamtgewicht von 2500 kg. Durch den beweglichen Tisch und das weit aus dem Portal ragende Maschinenbett wird eine gute Zugänglichkeit und ein einfaches Einspannen der Werkstücke gewährleistet. Starke Linearmotoren sorgen für Beschleunigungen von bis zu 4 g und ermöglichen eine hochdynamische Bearbeitung, wie sie beispielsweise beim Formenbau gefordert wird. Die offene TwinCAT Steuerung mithilfe derer die Bewegungen realisiert werden lässt viel Spielraum für eigene Entwicklungen und die Umsetzung von anspruchsvollen Forschungsarbeiten.

#### Teilfunktionen und Funktionsträger

Eine Teilfunktion, die sich durch die Maschinenrichtlinie MRL2006/42/EG (Europäisches Parlament und Rat 2006) ergibt, ist der Schutz des Bedieners vor Gefahren. Dieses erfolgt durch die Funktionsträger »Steuerung« und »Trennende Schutzeinrichtung«, wobei die trennende Schutzeinrichtung im Mittelpunkt der Betrachtung steht. Die Anforderungen an diese werden in der DIN EN ISO 12100-2 und der DIN EN 953 definiert. Sie

- müssen stabil gebaut sein,
- dürfen keine zusätzliche Gefährdung hervorrufen,
- dürfen nicht auf einfache Weise umgangen oder unwirksam gemacht werden können,
- müssen in ausreichendem Abstand zum Gefährdungsbereich angeordnet werden,
- dürfen den Arbeitsprozess nicht mehr als notwendig behindern und
- müssen, möglichst ohne sie zu entfernen, die wesentlichen Arbeiten für den Einbau und/oder Wechsel von Werkzeugen und
- auch die für Instandhaltungsarbeiten erforderlichen Eingriffe ermöglichen, indem sie den Zugang nur zu dem Bereich zulassen, wo die Arbeiten vorzunehmen sind.

Des Weiteren sollten sie möglichst folgende Funktionen erfüllen:

- Verhindern des Zugangs zu dem Bereich, der von der trennenden Schutzeinrichtung umschlossen bzw. abgeschlossen ist und/oder
- Kapselung/Fernhaltung von Werkstoffen, Werkstücken, Spänen, Flüssigkeiten, die von der Maschine ausgeworfen oder ausgestoßen werden können, und Vermin- derung von Emissionen (Lärm, Strahlung, gefährliche Stoffe wie Staub, Dämpfe, Gase), die von der Maschine erzeugt werden können.
- Außerdem müssen sie möglicherweise besondere Eigenschaften hinsichtlich elektrischer Aufladung, Tem- peratur, Feuer, Explosion, Schwingung, Sichtbarkeit und Ergonomie des Arbeitsplatzes der Bedienperson (z. B. Benutzerfreundlichkeit, Bewegungen der Bedien- person, Körperhaltung, kurzzyklische Bewegungen) haben (DIN 2004).

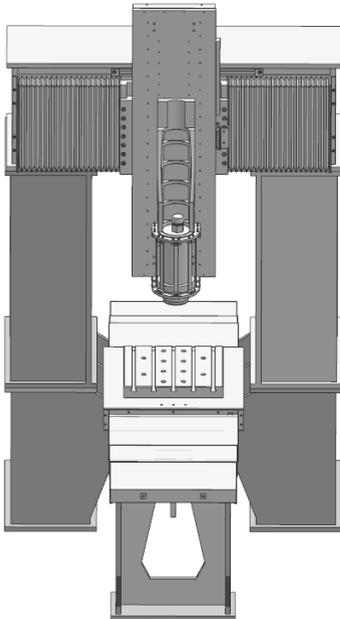


Abbildung 4: 3-Achs-Fräsmaschine  
in Tischbauweise (IWF)

Die DIN EN 953 legt Anforderungen an die Gestaltung und Konstruktion von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen fest, die in erster Linie dem Schutz von Personen gegen mechanische Gefährdungen, wie abgeschleuderte/wegfliegende Werkstücke und Werkzeuge, dienen sollen. Darüber hinaus werden eine Reihe von Hinweisen zur Verringerung von nichtmechanischen Gefährdungen, wie Lärm, Strahlung, Kühlmittel, Dämpfe usw., durch die Anbringung trennender Schutzeinrichtungen gegeben. »Trennende Schutzeinrichtungen müssen derart gestaltet werden, dass sie vernünftigerweise vorhersehbaren, durch Maschinenteile, Werkstücke, gebrochene Werkzeugbestückung, wegfliegende feste oder flüssige Stoffe, Operator usw. verursachten Stößen standhalten. Sind trennende Schutzeinrichtungen mit Sichtscheiben ausgestattet, müssen Auswahl des Materials und Anbringungsmethode besonders berücksichtigt werden. Es müssen Materialien mit Eigenschaften ausgewählt werden, die dem Gewicht und der Geschwindigkeit des auftreffenden Gegenstands oder Materials standhalten.« [DIN 1997] Konkrete Dimensionierungsangaben, wie die geforderten Sicherheitsziele in Bezug auf die Stoßfestigkeit zu erreichen sind, werden in dieser Norm jedoch nicht genannt.

Ein »K.O.-Kriterium« für den Einsatz trennender Schutzeinrichtungen ist das »Zurückhalten abgeschleuderter Elemente« (Rückhaltefähigkeit). Um diese zu überprüfen, existiert am Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb (IWF) der TU Berlin ein Aufprallprüfstand (Abbildung 5). Dieser ermöglicht die Durchführung von Aufprallprüfungen und Baumusterprüfungen gemäß den entsprechenden Normen (z. B. DIN EN ISO 23125, DIN EN 12417, DIN EN ISO 12750).

Neben den normativen Anforderungen sind in den letzten Jahren vermehrt nicht-normative Anforderungen entstanden, die eine steigende Bedeutung erlangen: Beobachtung des Prozesses, Leichtbau, Emulsionsbeständigkeit, die Ver- und Bearbeitungsmöglichkeiten, die Wirtschaftlichkeit, Spänebeständigkeit und Design [2]. Das Design von Werkzeugmaschinen wird vor allem durch die trennende Schutzeinrichtung dominiert. In den 80er Jahren bezog sich dieses ausschließlich auf die äußere Gestaltungsform. Die

Folge war eine rechteckige Geometrie der trennenden Schutzeinrichtungen aller Werkzeugmaschinen, unabhängig von Hersteller und Bearbeitungsprozess. Als einziges Unterscheidungsmerkmal ist die verschiedene Farbgebung zu nennen.

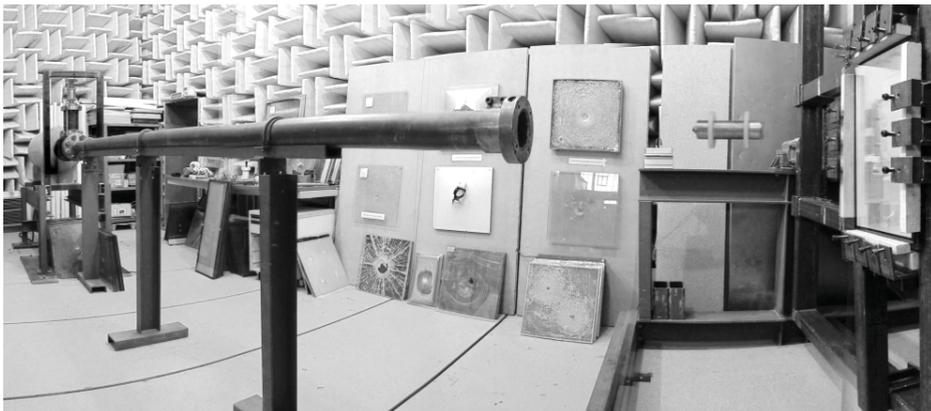
### Prinzipielle Lösung

Basierend auf dem Funktionsträger und der Anforderungsliste wurden drei prinzipielle Lösungen erarbeitet, ein »Ingenieurkonzept« und zwei »Designkonzepte« (Abbildung 6). Diese erfüllen die gestellten Anforderungen in unterschiedlichen Weisen.

### Quantitative Struktur

Das »Ingenieurkonzept« besteht aus kleinen Wandelementen, die es ermöglichen, diese im Schadensfall auszutauschen. Des Weiteren ergibt sich hierbei die Möglichkeit, »neue« Werkstoffe für trennende Schutzeinrichtungen im realen Einsatz zu untersuchen. Es dominiert die technologische Sicht, die ästhetische Wirkung ist eher gering. Beim »Designkonzept 1« besteht die komplette trennende Schutzeinrichtung aus drei Elementen, die aus gebogenem Polycarbonat und Glas hergestellt werden. Das »Designkonzept 2« besitzt eine trennende Schutzeinrichtung, die manuell in vertikaler Richtung verschiebbar ist. Diese besteht aus Aluminium sowie Polycarbonat und Glas.

Abbildung 5: Aufprallprüflabor am IWF der TU Berlin(IWF)



Alle drei Konzepte erfüllen die Anforderungsliste, jedoch in unterschiedlicher Umsetzung. Das »Ingenieurbkonzept« erfüllt alle technologischen Forderungen bezüglich der Be- und Verarbeitung der verwendeten Materialien. Einschränkungen sind bei der Ergonomie, im speziellen bei der Zugänglichkeit zur Werkzeug und Werkstück. Dieser ist nur von einer Seite durch eine Tür möglich, so dass eine Person in diesem Bereich arbeiten kann. Das »Designkonzept 1« ermöglicht eine hervorragende Prozessbeobachtung aus allen Positionen und eine Zugänglichkeit von allen Seiten. Eine Herausforderung stellt die Herstellung der großflächigen Türen dar, die aus Sicherheitsgründen aus einer Kombination von Polycarbonat und Glas bestehen müssen. Bei dieser Größe sind die Herstellung und das Handling sehr zeit- und kostenintensiv. Das »Designkonzept 2« ermöglicht ebenso eine hervorragende Prozessbeobachtung und Zugänglichkeit. Auch die Fertigung ist durchführbar, da die Fenster gerade sind, die gebogenen Verbindungselemente werden aus Aluminium gefertigt. Zu überprüfen ist bei diesem Konzept die Realisierung der Führung zur Durchführung der vertikalen Bewegung.

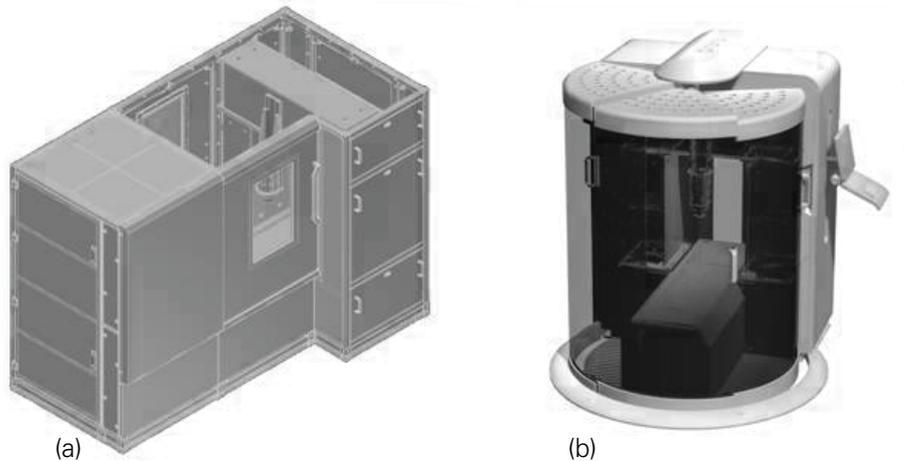
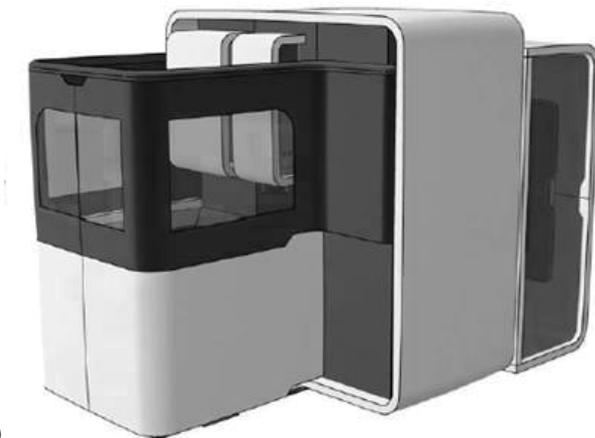


Abbildung 6: Konzepte der trennenden Schutteinrichtung, von links nach rechts: (a) Ingenieurkonzept, (b) Designkonzept 1 und (c) Designkonzept 2 (IWF, KH Berlin)

## Ausarbeitung

Nach aktuellem Stand ist das »Designkonzept 2« (Abbildung 7) die interessanteste Lösung. Durch den asymmetrischen Aufbau sowie das Verfahren der trennenden Schutzeinrichtung in vertikaler Richtung ist die Zugänglichkeit sowohl zum Tisch als auch zur Spindel gewährleistet. Ebenso erfüllt der asymmetrische Aufbau ergonomische Anforderungen, da der Abstand zwischen trennender Schutzeinrichtung und Spindel bzw. Tisch unter 400 mm liegt. Des Weiteren ist das Bedienpanel Steuerung in unmittelbarer Nähe des Arbeitspunktes installiert. Die Transparenz und die Sicherheit werden durch große ebene Maschinensicherheitsfenster bestehend aus allseitig geschütztem Polycarbonat realisiert. Durch die Verwendung von Aluminiumblechen als Rahmen erfüllt die trennende Schutzeinrichtung den Leichtbaugedanken. Der modulare Aufbau der gesamten Werkzeugmaschine wird durch »Ringe« unterschiedlicher Funktionalität erreicht, die je nach Anforderung der Maschine hinzugefügt oder entfernt werden können. Eine schlussendliche Ausarbeitung und Umsetzung des ausgewählten Konzepts ist allerdings erst nach Durchführung einer Nutzwertanalyse möglich. Diese wird aktuell erarbeitet.



(c)



Abbildung 7: Designkonzept 2, Designer: M. Wietrzychowski

## Fazit

Das Vorgehen innerhalb und die Ergebnisse dieser Fallstudie zeigen, dass die Zusammenarbeit zwischen Ingenieuren und Designern zu einer Erweiterung des Lösungsraumes führt. Innerhalb der Teams wurden kommunikative Hemmschwellen schnell überwunden und die angestrebten Projektergebnisse gemeinsam erarbeitet. Der Prozess verlief effizient und effektiv, d. h. in den Projektteams wurden als Folge intensiver Kommunikation und Informationsaustausch die angestrebten technischen und zeitlichen Ziele erreicht. Darüber hinaus ermöglicht die Erstellung erster Mock-Ups zum einen prinzipielle Funktionstests. Zum anderen besteht die Möglichkeit, Schwachstellen oder Herausforderungen in diesem frühen Stadium aufzufinden und in einem iterativen Prozess zu beheben. Dieses spart Kosten und Zeit während der späteren Umsetzung. Die daraus hervorgegangenen Designstudien werden im weiteren Verlauf iterativ angepasst und abschließend umgesetzt. Somit ist es möglich, den Konstruktionsprozess effektiv und effizient zu gestalten.

Für Designer, Ingenieure und Sicherheitsfachkräfte bietet die Umsetzung des Technical Design Packaging bei der Entwicklung von neuen Konzepten für trennende Schutzeinrichtungen großes Entwicklungspotenzial. Bei der Entwicklung der Konzepte darf die Sicherheit des Bedieners nie zu kurz kommen. Es gilt also früh die Einflüsse von Materialgeometrie, Materialzusammensetzung und Fertigungsverfahren auf den Durchdringungswiderstand zu erkennen und in die Entwicklung einzubinden. Dem Designer könnte hierbei die spannendste Aufgabe zufallen. Denn der Ansatz »Design muss sicher sein« wird zukünftig von »Sicherheit muss Design sein« abgelöst. Der Designer hat die Möglichkeit mit Hilfe des Konstrukteurs – und des Sicherheitsingenieur – aus der Sicherheit und der Ergonomie des Bedieners keine Zwangsbedingung für seine Entwürfe zu machen, sondern um diesen Schwerpunkt herum ein Konzept aufzubauen. Dies ist auch notwendig, denn neue Werkzeugmaschinen wie etwa die »New Design«-Maschinen der Gildemeister AG oder die Datron D5 (Abbildung 8) werden über lang auch die Erwartungen der Industrie an die Werkzeugmaschinenhersteller verändern. Was heute noch Innovation ist, wird in Zukunft von jeder Maschine erwartet.

## Literaturverzeichnis

- DIN Deutsches Institut für Normung e.V. 1997: DIN EN 953: Sicherheit von Maschinen – Trennende Schutzeinrichtungen – Allgemeine Anforderungen an Gestaltung und Bau von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen. Berlin: Beuth-Verlag.
- DIN EN ISO 12100-2 2004: Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze – Teil 2: Technische Leitsätze. Berlin: Beuth-Verlag.
- Europäisches Parlament und Rat 2006: Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung). Amtsblatt der Europäischen Union. L 157/24. Brüssel.
- Gleich, R.; Hermann, C.; Moeller, G.; Russo, P.; Tilebein, M. 2008 (Hrsg.): Markenbildung durch Industriedesign, Oestrich/Winkel, 2008
- Heufler, G. 2006: DesignBasics – Von der Idee zum Produkt. Sulgen: Niggli Verlag.
- Pahl, G.; Beitz, W. 1993: Konstruktionslehre. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- Reiff-Stephan, J.: Technical Design Packaging (TDP) als Einheit von Design und Technik. In: Hentsch, N.; Kranke, G.; Wölfel, C.; Krzywinski, J.; Drechsel, F.: Innovation durch Design: Technisches Design in Forschung und Lehre, 237-250, Dresden: TUDpress.



Abbildung 8: Datron D5 (Datron)

- Spur, G. 2008: Technologie tut Not. München: Carl Hanser Verlag.
- Tjalve, E. 1978: Systematische Formgebung für Industrieprodukte. Düsseldorf: VDI
- Uhlmann, E.; Urban, K. 2011: Licht: Werkzeug mit Potential. In: Uhlmann, E. (Hrsg.):  
6. Berliner Runde, Neue Konzepte für Werkzeugmaschinen, 173–184,  
Berlin: Fraunhofer IPK.
- Wiendahl, H.-P. 2008: Betriebsorganisation für Ingenieure. München: Carl Hanser

## **Kontakt**

Prof. Dr. h. c. Dr.-Ing. Eckart Uhlmann  
Dipl.-Ing. Bernd Duchstein  
Dipl.-Ing. Jan Mewis  
Technische Universität Berlin  
Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb  
Fachgebiet Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik  
Pascalstraße 8-9  
10587 Berlin

Prof. Dr.-Ing. Jörg Reiff-Stephan  
Kunsthochschule Berlin Weißensee  
Fachgebiet Produktdesign  
Bühningstraße 20  
13086 Berlin  
*www.kh-berlin.de*

Technische Hochschule Wildau  
Fachbereich: Ingenieurwesen/Wirtschaftsingenieurwesen  
Bahnhofstraße  
15745 Wildau  
*www.th-wildau.de*



Astrid Oehme

# **Innovativität und das geschulte Auge des Designers**

## **Hintergrund**

Automobildesigner sind Gestaltungsexperten. Sie haben unter anderem die Aufgabe, die Identität und damit die Werte einer Marke in Formen zu übersetzen, welche eine Vielzahl von Kunden ansprechen (Giannini & Monti 2003; Karjalainen 2002). Dieser Übersetzungsprozess wird durch das Wissen um die ästhetischen Bedürfnisse der Konsumenten unterstützt, da die Qualität einer Designlösung auch davon beeinflusst ist, inwieweit Kundenbedürfnisse und damit das Designproblem richtig erfasst wurden (Ulrich 2006). Die Definition der Gestaltungsaufgabe kann durch eine erfolgreiche Designer-Nutzer-Interaktion und den Aufbau eines gemeinsamen Kontextwissens unterstützt werden (Lee et al. 2009). Hier entsteht jedoch eine Kommunikationslücke: Während des Gestaltungsprozesses findet zwischen Designern und Kunden häufig kein direkter Austausch statt (Zeisel 2006).

Aus Befunden der Kunst- und Produktästhetikforschung ist bekannt, dass sich das Ausmaß gestalterischen Wissens und ästhetischer Expertise auch in der kognitiven Verarbeitung ästhetischer Objekte und damit in deren Wahrnehmung und Bewertung ausdrücken (u.a. Augustin & Leder 2006; Lengger et al. 2007; Silvia 2006; Uusitalo et al. 2009). Damit entsteht eine weitere Hürde im gemeinsamen Zugang und Verständnis des Designobjektes zwischen Designern und Designlaien. Es ist zu erwarten, dass die Urteile von Designern und Kunden bezüglich der ästhetischen Eigenschaften einer Pro-

duktform nicht immer übereinstimmen. Die hier dargestellte Untersuchung ist Teil einer Dissertationsschrift (Oehme, in press) und hatte die systematische Untersuchung solcher expertisebedingten Wahrnehmungs- und Bewertungsunterschiede zwischen designgeschulten und ungeschulten Personen bei der Betrachtung von Automobildesign zum Ziel. Damit sollten Perzeption, Verarbeitung und Bewertung von Automobildesign durch designungeschulte Personen transparenter gemacht und mit der Verarbeitung designgeschulter Personen verglichen werden, um einen Beitrag zur gemeinsamen Wissensbasis und damit einer erfolgreichen Designer-Nutzer-Interaktion zu leisten.

### **Designwahrnehmung und Designexpertise**

Die Wirkung von Produktdesign gewinnt erst in den letzten Jahren an wissenschaftlicher Bedeutung, obwohl eine innovative Formsprache für den kommerziellen Erfolg vieler Produkte des Massenmarktes entscheidend ist (z.B. Talke et al. 2009). Im Zuge des relativ neuen Forschungsbereiches *Designwissenschaften* (vgl. Cross 2004) existieren mittlerweile einige deskriptive Modelle zur Produktwirkung. So beschreibt Ulrich (2011) ästhetische Reaktionen auf Artefakte als Ergebnis vieler verschiedener kognitiver Mechanismen, welche auf grundlegendem sensorischen Input und den damit verbundenen, erlernten Symbolen basieren. Diese reflexartigen kognitiven Mechanismen können durch einen elaborierteren, über einen längeren Zeitraum andauernden Bewertungsprozess weitergeführt bzw. abgelöst werden. Ähnlich erläutern Rindova und Petkova (2007), dass ästhetische Produkteigenschaften sowohl diese viszeral-sensorischen Reaktionen als auch sekundäre kognitive und emotionale Reaktionen durch die weitere Verarbeitung der Wahrnehmungseindrücke auslösen. Dieser zweistufige Verarbeitungsansatz wird ebenfalls von Locher et al. (2010) in ihrem aktuellen Rahmenmodell für ästhetische Interaktionen vertreten, welches überdies noch eine Reihe weiterer Faktoren betrachtet, wie Artefakt- und Situationseigenschaften. Das ästhetische Erleben wird hierbei zum einen als durch die Eigenschaften des Objektes wie die Form, Textur oder Farbe und zum anderen als durch die

Merkmale des Benutzers wie dessen Erfahrung, Persönlichkeit und Motive bestimmt beschrieben. Desmet und Hekkert (2007) differenzieren hier weiter und definieren ästhetisches Erleben, neben Bedeutungserleben und emotionalem Erleben, als eine von drei distinkten Ebenen des Produkterlebens für jegliche Mensch-Produkt-Interaktion. Das Erleben ist dabei von dem Kontext, in welchem diese Interaktion stattfindet, geprägt. Die Nutzererfahrung an sich ist ein subjektiver, emotional gefärbter Zustand. Dieser Zustand kommt durch eine Veränderung der eben erlebten Kernemotion zustande, wobei die respektive Veränderung der erfolgten Nutzer-Produkt-Interaktion zugeschrieben wird (Desmet & Hekkert 2007).

### **Forschungsfrage und Annahmen**

Wie wirken sich jedoch Produkteigenschaften und Designexpertise im Zusammenspiel auf das Produkterleben aus? Zur Ableitung von Forschungshypothesen hierfür bildet das Modell ästhetischer Erfahrung und ästhetischen Urteilens von Leder und Kollegen (2004) eine nützlichere Grundlage als die oben genannten, da es konkrete Annahmen zu Verarbeitungsunterschieden zwischen Experten und Laien beim Erleben ästhetischer Objekte bietet, die bisher noch nicht umfassend geprüft wurden (vgl. Abbildung 1). Der Grad an Expertise beeinflusst darin die Verarbeitungsmethode, d.h. den Einsatz stilbezogener, wissensbasierter Verarbeitung (Top-Down-Prozess), das Interesse, sowie, in Anlehnung an Parsons (1987), die Ausprägung an Unabhängigkeit des ästhetischen Urteils von gängigen Meinungen. Das ästhetische Erleben wird somit expertisebedingt moderiert, d.h. der Expertisegrad beeinflusst unter anderem, ob ein Produkt als leicht zu verarbeiten (Leder 2003), als gut einzuordnen (vgl. Silvia 2005b) und, durch mehr oder weniger unabhängigen Geschmack geprägt, als »gefällig« interpretiert wird. Als Verarbeitungsergebnisse resultieren daraus die (ästhetische) Bewertung des Produktes und die durch die (erfolgreiche) Meisterung des ästhetischen Erlebens gebildete Emotion.

Besonders innovatives Produktdesign ist vor diesem theoretischen Hintergrund spannend, denn es birgt Formen, deren genuines

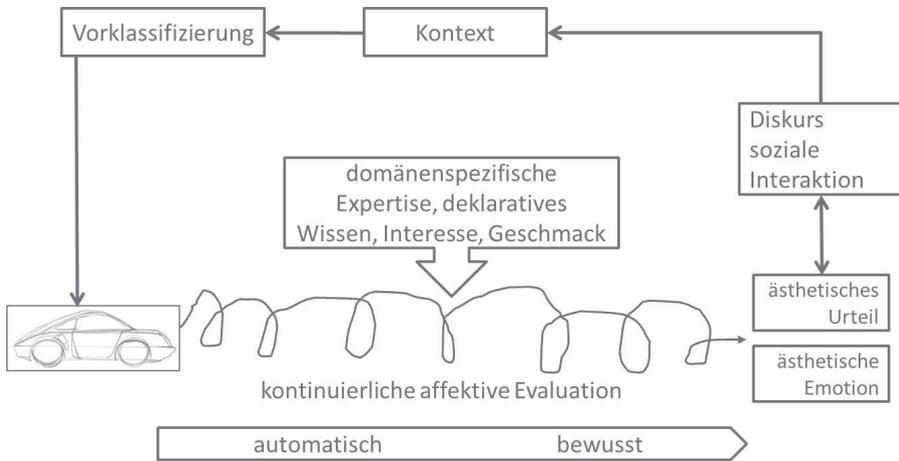


Abbildung 1: Vereinfachte und angepasste Darstellung des Modells von Leder und Kollegen (2004, S.492)

Merkmal *Innovativität* bereits andeutet, dass sie wahrscheinlich weniger dem vorhandenen Produktschema der Kunden, als relative Designlaien, entsprechen als Produkte mit gewohnter Formgebung (vgl. Henderson & Clark, 1990). Carbon und Leder (2005) definieren Innovativität als *Originalität aufgrund der Einführung neuer Ideen* (»originality by virtue of introducing new ideas«, S.587). Innovative Designs brächen oftmals allgemeine visuelle Gewohnheiten und würden auf den ersten Blick, bedingt durch eine weniger erfolgreiche Bewältigung bzw. eine erschwerte Einordnung in das individuelle kognitive Schema, eher als unattraktiv bewertet (Leder & Carbon 2005). Hinsichtlich expertisebedingter Beurteilungsunterschiede lässt sich aus Befunden zu Architektur und Kunst sowie den beschriebenen Zusammenhängen im Modell von Leder et al. (2004) die Annahme ableiten, dass hoch innovatives Design von designgeschulten Betrachtern positiver bewertet wird als von ungeschulten Rezipienten, da erstere dieses leichter verarbeiten können und über ein breites Produktschema verfügen. Wenn ungeschulte Betrachter jedoch die Möglichkeit haben, sich näher mit innovativem Design auseinanderzusetzen, steigt möglicherweise ihr Präferenzurteil dafür. Einen Gegenpol für diese Unterschiedshypothese bietet die Eigenschaft *proportionale Ausgewogenheit* oder *Balance*

eines Objektes, da diese einen globalen Einflussfaktor für die ästhetische Wahrnehmung bildet und im Allgemeinen mit einem positiven Ästhetikurteil einhergeht (z.B. Enquist & Arak, 1994; Enquist & Johnstone, 1997; Jacobsen & Höfel 2003). Für die Attraktivität von Balance wurden damit keine expertisebedingten Beurteilungsunterschiede erwartet.

### **Methode: Stichprobe, Material, Design und Ablauf**

An der Laborstudie nahmen je 11 Designer (28–35 Jahre, 9 Männer) mit Projekterfahrung im Automobilbereich, Ingenieure (20–44 Jahre, 8 Männer) und Geisteswissenschaftler (29–45 Jahre, 5 Männer) teil. Für die Untersuchung wurden systematisch bezüglich Innovativität und Balance je dreifach gestufte Linienmodelle von Fahrzeugen durch einen Produktdesigner angefertigt (Paik Jahnscheck), die in zwei Vortests hinsichtlich des erwarteten Antwortverhaltens an Laienstichproben geprüft und entsprechend überarbeitet wurden. Die Balancevariation wurde durch die Dicke der Bereifung sowie die Erhöhung des Greenhouses erzeugt. Innovativität wurde über die B-Säulenkonstruktion und ihre Fortsetzung über den Türspalt, die seitlichen Stoßfänger, sowie die Gestaltung der äußeren Seitenlinien und der Front variiert (vgl. Abbildung 2).

Neben der Bewertung der Attraktivität, der Innovativität und der Balance der Linienmodelle über je sechsstufige Skalen wurden das Blickverhalten der Versuchsteilnehmer mittels Remote-Eye-Tracker und der affektiver Zustand über einen standardisierten Fragebogen (Self-Assessment-Manikin von Lang 1980) erhoben. Der Ablauf der Untersuchung erfolgte in drei Phasen in einem Messwiederholungsdesign, d.h. die zweifach durchgeführte Bewertung hinsichtlich Attraktivität, Innovativität und Balance für jedes der neun Modelle flankierte eine zwischengelagerten Phase vertiefter Designbewertung. In dieser Elaborationsphase musste ebenfalls jedes der Modelle hinsichtlich 22 Attribute bewertet werden (z. B. sportlich, hochwertig, fortschrittlich), wobei die Probanden keine festgelegte Betrachtungszeit hatten. Für die Bewertung von Attraktivität, Innovativität und Balance wurde jedes der Linienmodelle pro Frage für je sieben Sekunden präsentiert (vgl. Locher et al. 2007).

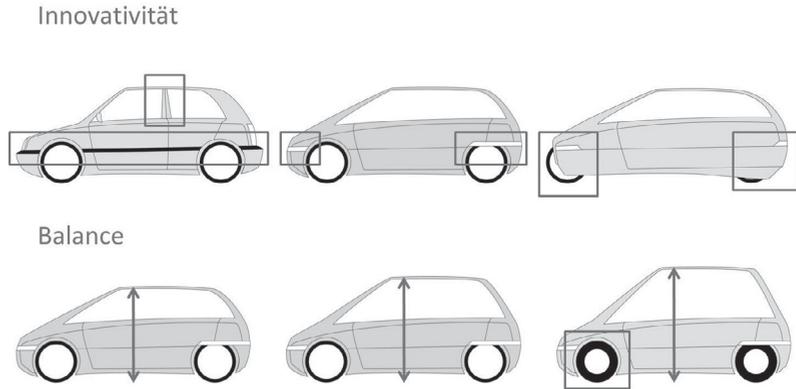
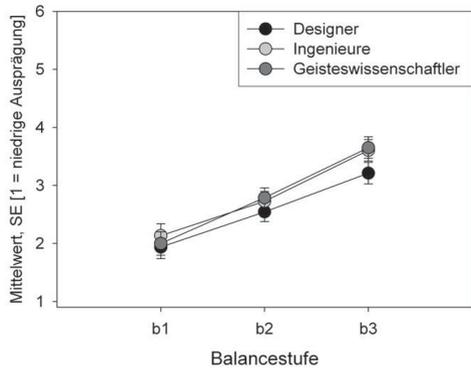
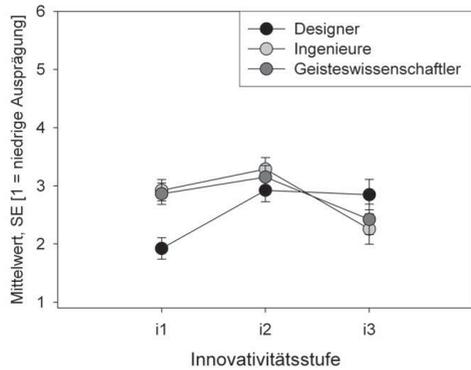


Abbildung 2: In dieser Untersuchung präsentiertes Stimulusmaterial. Die Manipulation von Innovativität (oben) und Balance (unten) sind hervorgehoben.

Abbildung 3: Attraktivitätsbewertungen für die drei Innovativitätsstufen *i* (links) und die drei Balancestufen *b* (rechts). *i1* bzw. *b1* stehen für eine geringe, *i2* bzw. *b2* für eine moderate und *i3* bzw. *b3* für eine hohe Ausprägung des Attributes.



## **Ergebnisse: Blickverhalten, emotionaler Zustand und Modellbewertung**

Das Blickverhalten wurde nach einem Quotienten aus der Untersuchung von Nodine et al. (1993) analysiert, der den Anteil kurzer und langer Blicke als Ausdruck verteilt-explorativer vs. fokussierter Informationsaufnahme gegenüberstellt. Die Analyse erfolgte nur für die erste Attraktivitätsbewertung, um Gewöhnungseffekte durch mehrmaliges Betrachten eines Modells auszuschließen. Abgeleitet aus Befunden von Nodine und Kollegen zum stilbezogenen Blickverhalten kunstgeschulter Probanden wurde erwartet, dass Designer im Vergleich zu Laien eine höhere Anzahl kurzer als langer Blicke zur visuellen Exploration des Stimulusmaterials zeigen, wenn eher ungewöhnliches bzw. unausgewogenes, hier innovatives, Design dargeboten wird. Entgegen der Annahme wurden jedoch keine statistisch bedeutsamen Unterschiede im Blickverhalten zwischen der Designerstichprobe und den beiden designungeschulten Probandengruppen ermittelt. Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse findet sich in Oehme (in press). Die über die SAM-Skalen (Lang 1980) vor und nach jeder der drei Untersuchungsphasen erhobenen emotionalen Zustände der Gruppen entsprachen ebenfalls nicht dem erwarteten Antwortmuster, d.h. die Annahme, Designer seien durch eine leichte Verarbeitung der präsentierten Modelle positiver gestimmt als die beiden Laiengruppen, konnte statistisch nicht bestätigt werden (vgl. Oehme, in press).

Die Ergebnisse der Attraktivitätsbewertung der Modelle sind in Abbildung 3 aggregiert für die je drei Innovativitäts- und Balancestufen dargestellt. Die Designer bewerteten wenig innovatives, sehr prototypisches Design (i1) als wesentlich unattraktiver als die Ingenieure und Geisteswissenschaftler. Diese Interaktionen zwischen den Faktoren Innovativität und Gruppe war hoch signifikant mit  $F(3.15, 47.29) = 4.97$ ,  $p < 0.01$  und einem starken Effekt von  $f = 0.58$ . In Einklang mit Hypothese vergab die Gruppe der Designer auch höhere Attraktivitätsbewertungen für die Modelle mit der höchsten Innovativitätsstufe i3 als die beiden designungeschulten Gruppen. Wie erwartet, war die Interaktion zwischen den Faktoren Balance und Gruppe statistisch nicht bedeutsam mit  $F(2.76, 41.33) = 0.53$ ,

$p=0.65$ ,  $f=0.19$ . Die ausgewogenen Modelle b2 und b3 wurden von allen Gruppen als attraktiver bewertet als die unbalancierten Modelle b1.

Änderten sich die Bewertungen nach Elaborationsphase? Im Vergleich der beiden Messzeitpunkte zeigte sich für alle Modelle ein Anstieg der Attraktivitätsurteile mit einem starken Effekt des Faktors Zeitpunkt [ $F(1, 30)=24.06$ ,  $p<0.01$ ,  $f=0.90$ ], der jedoch für die Innovativitätsstufen i2 und i3 etwas stärker ausfiel als für das prototypische Design der i1-Modelle [ $F(1.67, 50.20)=2.36$ ,  $p=0.11$ ,  $f=0.28$ ]. Auch ausgewogenere Designs b2 und b3 profitierten von der Elaborationsphase [ $F(2, 60)=12.09$ ,  $p<0.01$ ,  $f=0.63$ ], vor allem bei den beiden Laiengruppen (vgl. Abbildung 4).

Gab es Gruppenunterschiede in der Bewertung der Innovativität und Balance der Modelle? Als Test, ob die gezeigten Linienmodelle auch die intendierten je drei Stufen der Innovativitäts- und Balanceausprägung aufweisen, wurden die Probanden hierzu ebenfalls befragt. Interessant war hierbei, dass die Designer bedeutsam geringere Innovativitätswerte für die Modelle mittlerer und hoher Innovativität, i2 und i3, vergaben als die beiden Laiengruppen (vgl. Abbildung 5), welche die Modelle nahezu identisch hinsichtlich Innovativität beurteilten [ $F(2; 30)=4.72$ ,  $p<0.05$ ,  $f=0.56$ ]. Die Balancestufen wurden von den drei Gruppen hinsichtlich der Balanceausprägung sehr ähnlich beurteilt [ $p=.22$ ,  $f=0.32$ ].

## Diskussion und Ausblick

Im Einklang mit den Annahmen des Modells von Leder und Kollegen (2004) konnte gezeigt werden, dass sehr neuartiges und zugleich weniger prototypisches Design von den designungeschulten Probanden als weniger attraktiv bewertet wird als von Betrachtern mit Designerfahrung. Designungeschulte Probandengruppen vergaben hingegen für Fahrzeugmodelle geringer und mittlerer Innovativität die höchsten Attraktivitätswerte. Dieser Befund kann mit den Annahmen zu mentalen Schemata und *cognitive fluency* interpretiert werden und bildet eine Basis zur Erweiterung des Modells von Leder et al. (2004). Damit ist Experten ihrer ästhetischen Domäne die

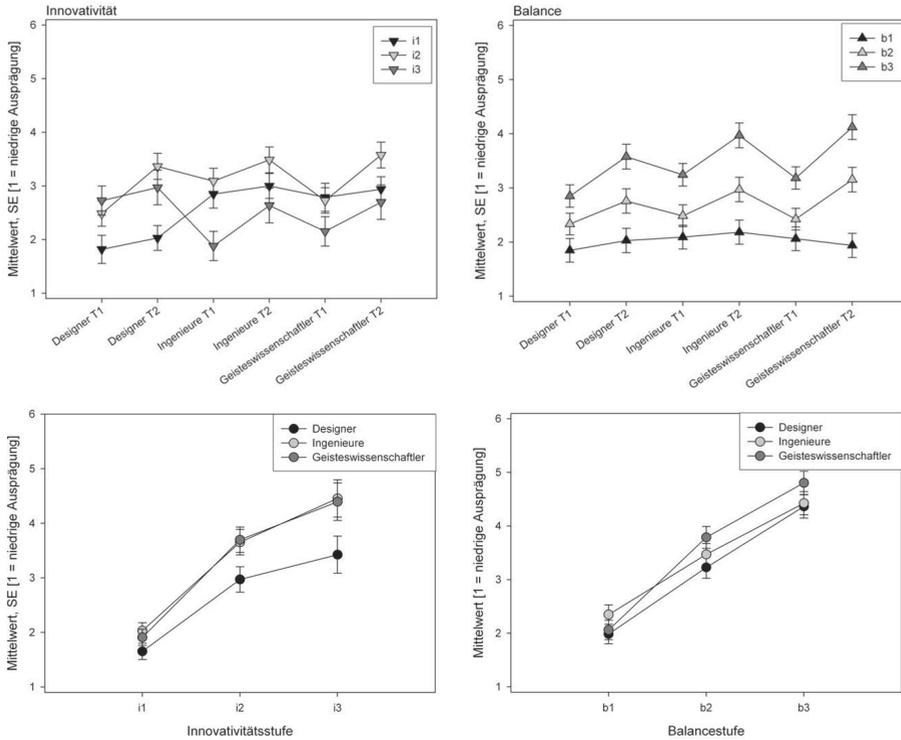


Abbildung 4 (oben): Attraktivitätsbewertungen für die drei Innovativitätsstufen *i* (links) und die drei Balancestufen *b* (rechts) für beide Messzeitpunkte T1 vor der Elaborationsphase und T2 nach der Elaborationsphase.

Abbildung 5 (unten): Innovativitätsbewertungen (links) und Balancebewertungen (rechts) der drei Probandengruppen.

Verarbeitung und Bewertung innovativer Objekte leichter möglich: Diese Objekte besitzen für geschulte Betrachter eine höhere *cognitive fluency*, d.h. sie sind mental leichter hinsichtlich ihrer Bedeutung und Beziehung zur semantischen Wissensstruktur der betrachtenden Person zu verarbeiten (Reber et al. 2004). Zudem bewerteten die designgeschulten Teilnehmer jeweils alle präsentierten Modelle als weniger innovativ als die Laiengruppen, was für ein weiteres Produktschema dieser Experten spricht: Die präsentierte Ausprägung an Innovation bildete bei Weitem nicht die obere Skala der Erfahrung der Designer ab. Die im Vergleich mühelosere Bewertung

hatte dabei keinen positiven Einfluss auf die Bewertung des eigenen affektiven Zustandes der Designer. Dies mag u.a. der einfachen Emotionserhebung via Befragung geschuldet sein, kann aber auch eine kritische Auseinandersetzung der Experten mit der eigenen Leistung in einer für sie sehr artifiziellen Aufgabe widerspiegeln, die beispielsweise für Geisteswissenschaftler vertrauter ist.

Durch die vertiefte Auseinandersetzung mit den präsentierten Modellen konnte das mentale Schema der designungeschulten Probanden erweitert werden und das Material konnte damit in der zweiten Bewertungsphase durch die Designlaien leichter verarbeitet werden. Bei der Prüfung der Produktwirkung für Designentscheidungen scheint eine Elaborationsphase daher sinnvoll. Diese entspricht zudem, wenn auch im Laborsetting stark vereinfacht, dem natürlichen Auswahlprozess für Produkte vor dem Kauf besser als ein einmaliges Präferenzurteil. Unterstützende Befunde hierzu finden sich in der Marktforschung und in empirischen Studien: Kaufentscheidungen (Köcher & Halleman 2004; Lorenz, 1986) und beispielsweise Bewertungen für Kleiderentwürfe im Labor (Cox & Cox 2002) verändern sich substantiell nach wiederholter Auseinandersetzung mit den jeweiligen Artefakten. Es scheint, dass komplexere oder innovativere Produkte durch Elaboration an Attraktivität gewinnen. Mit Berlynes U-Funktion (1971) gesprochen, verschiebt sich das Aktivierungspotenzial der Produkte von »hoch« in Richtung moderater Ausprägung und damit steigt ihre Attraktivität. Bemerkenswert hierbei ist, dass sich der Gruppenunterschied nach wiederholter Bewertung der Modelle reduzierte, so dass angenommen werden kann, dass Designer nach einer gründlichen Bewertungsphase zu ähnlichen ästhetischen »Schlussfolgerungen« kommen können als Laien. Dieses Vorgehen könnte wiederum leicht in den Designprozess integriert werden. Ob der beobachtete Effekt jedoch stabil, d.h. reproduzierbar ist, muss sich in weiteren Untersuchungen zeigen. Die Manifestation expertisebedingten Blickverhaltens konnte nicht beobachtet werden, wahrscheinlich auch, weil die einfachen Linienmodelle zu wenig visuelle Komplexität für fokussierte Informationsaufnahme bieten. Dies spiegelt den Kompromiss zwischen einer klaren Manipulation von Designeigenschaften für Laborversuche einerseits und der Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die komple-

xen Fahrzeugdesigns des Marktes oder in den Entwurfsphasen andererseits wieder. Der hier beobachtete Einfluss von Innovativität auf Attraktivitätsurteile und die Interaktion mit Expertise müssen für eine Generalisierbarkeit mit komplexerem Material erst noch auf den Prüfstand gestellt werden.

## Literaturverzeichnis

- Augustin, M. D. & Leder, H. 2006: Art expertise: a study of concepts and conceptual spaces. *Psychology Science*, 48 (2), 135–156.
- Berlyne, D. E. 1971: *Aesthetics and Psychobiology*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Carbon, C.-C. & Leder, H. 2005: The repeated evaluation technique (RET). A method to capture dynamic effects of innovativeness and attractiveness. *Applied Cognitive Psychology*, 19, 587–601. doi:10.1002/acp.1098
- Cox, D. & Cox, A. D. 2002: Beyond first impressions: The effects of repeated exposure on consumer liking of visually complex and simple product designs. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 30 (2), 119–130. doi:10.1177/03079459994371
- Cross, N. 2004: Expertise in design: An overview. *Design Studies*, 25 (5), 427–441. doi:10.1016/j.destud.2004.06.002
- Desmet, P. M. A. & Hekkert, P. 2007: Framework of product experience. *International Journal of Design*, 1 (1), 57–66.
- Enquist, M. & Arak, A. 1994: Symmetry, beauty and evolution. *Nature*, 372, 169–172. doi:10.1038/372169a0
- Enquist, M. & Johnstone, R. A. 1997: Generalization and the evolution of symmetry preferences. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 264 (1386), 1345–1348. doi:10.1098/rspb.1997.0186
- Giannini, F. & Monti, M. 2003: Design intent-oriented modeling tools for aesthetic design, *Journal of WSCG*, 11 (1), 173–180. Retrieved from <http://wscg.zcu.cz>
- Jacobsen, T. & Höfel, L. 2003: Descriptive and evaluative judgment processes: Behavioral and electrophysiological indices of processing symmetry and aesthetics. *Cognitive, Affective, and Behavioral Neuroscience*, 3 (4), 289–299. doi:10.3758/CABN.3.4.289
- Karjalainen, T.-M. 2002: On semantic transformation: Product design elements as brand manifestations. In D. Durling, & J. Shackleton (Eds.), *Proceedings of the "Common Ground" Design Research Society International Conference*. London: Staffordshire University Press.

- Köcher, R. & Hallemann, M. 2004: Das PKW Werbewirkungspanel. Informationsverhalten und Entscheidungsprozess vor PKW-Käufen. Werbewirkung und der PKW-Kauf. Hamburg: Gruner + Jahr AG & Co. KG Media-Forschung und Service. Retrieved from [http://www.gujmedia.de/\\_content/20/62/206231/GuJ\\_PKW\\_Werbewirkungspanel.pdf](http://www.gujmedia.de/_content/20/62/206231/GuJ_PKW_Werbewirkungspanel.pdf)
- Lang, P. J. 1980: Behavioral treatment and bio-behavioral assessment: Computer applications. In J. B. Sidowski, J. H. Johnson, & T. A. Williams (Eds.), *Technology in mental health care delivery systems* (pp. 119–137). Norwood, NJ: Ablex.
- Leder, H. 2003: Explorationen in der Bildästhetik. Lengerich: Pabst.
- Leder H., Belke B., Oeberst A. & Augustin D. 2004: A model of aesthetic appreciation and aesthetic judgments. *British Journal of Psychology*, 95 (4), 489–508. doi:10.1348/0007126042369811
- Leder, H., & Carbon, C.-C. 2005: Dimensions in appreciation of car interior design. *Applied Cognitive Psychology*, 19 (5), 603–618.
- Lee, J. H., Popovic, V., Blackler, A. L. & Lee, K.-P. 2009: User-designer collaboration during the early stage of the design process. *Proceedings of the International Association of Societies of Design Research, IASDR* (pp. 2091–2102). Seoul, South Korea. Retrieved from <http://www.iasdr2009.org/>
- Lengger, P. G., Fischmeister, F. Ph. S., Leder, H. & Bauer, H. 2007: Functional neuroanatomy of the perception of modern art: A DC-EEG-study on the influence of stylistic information on aesthetic experience. *Brain Research*, 1158, 93–102. doi:10.1016/j.brainres.2007.05.001
- Locher, P. J., Krupinski, E., Mello-Thoms, C. & Nodine, C. 2007: Visual interest in pictorial art during an aesthetic experience. *Spatial Vision*, 21 (1-2), 55–77. doi:10.1163/156856807782753868
- Locher, P. J., Overbeeke, C. J. & Wensveen, S. A. G. 2010: Aesthetic interaction: A framework. *Design Issues*, 26 (2), 70–79. doi:10.1162/DESI\_a\_00017
- Lorenz, C. 1986: *The design dimension: Product strategy and the challenge of global marketing*. Oxford, UK: Basil Blackwell.
- Martindale, C. 1988: Aesthetics, psychobiology, and cognition. In F. H. Farley, & R. W. Neperud (Eds.), *The foundations of aesthetics, art and art education* (pp. 7–42). New York: Praeger.
- Nodine, C. F., Locher, P. J., & Krupinski, E. A. 1993: The role of formal art training on perception and aesthetic judgment of art compositions. *Leonardo*, 26 (3), 219–227. doi:10.3758/BF03203584
- Oehme, A. (in press). *Ästhetisches Verständnis und ästhetische Wertschätzung von Automobildesign – Eine Frage der Expertise*. Dissertation, Potsdam: Universität Potsdam.

- Parsons, M. 1987: How we understand art: A cognitive developmental account of aesthetic experience. Cambridge: University Press.
- Reber, R., Schwarz, N. & Winkielman, P. 2004: Processing fluency and aesthetic pleasure: Is beauty in the perceiver's processing experience? *Personality and Social Psychology Review*, 8 (4), 364–382. doi:10.1207/s15327957pspr0804\_3
- Rindova, V. P., & Petkova, A. P. 2007: When is a new thing a good thing? Technological change, product form design and perceptions of value for product innovations. *Organization Science*, 18 (2), 217–232. doi:10.1287/orsc.1060.0233
- Silvia, P. J. 2005b: Emotional responses to art: From collation and arousal to cognition and emotion. *Review of General Psychology*, 9, 342–357. doi:10.1037/1089-2680.9.4.342
- Silvia, P. J. 2006: Artistic training and interest in visual art: Applying the appraisal model of aesthetic emotions. *Empirical Studies of the Arts*, 24 (2), 139–161. doi:10.2190/DX8K-6WEA-6WPA-FM84
- Talke, K., Salomo, S., Wieringa, J. & Lutz, A. 2009: What about design newness? Investigating the relevance of a neglected dimension of product innovativeness. *Journal of Product Innovation Management*, 26 (6), 601–615. doi:10.1111/j.1540-5885.2009.00686.x
- Ulrich, K. T. 2011: Design: Creation of artifacts in society. University of Pennsylvania. Retrieved from <http://opim.wharton.upenn.edu/~ulrich/designbook.html>
- Uusitalo, L., Simola, J. & Kuisma, J. 2009: Perception of abstract and representative visual art. In *Proceedings of the 10th Conference of the International Association of Arts and Cultural Management, AIMAC* (pp. 1–12). Dallas, Texas. Retrieved from <http://www.cs.helsinki.fi/u/jsimola/aimac2009.pdf>
- Zeisel, J. 2006: *Inquiry by design: Environment/behavior/neuroscience in architecture, interiors, landscape, and planning*. New York: W.W. Norton & Company.

## Kontakt

Dipl.-Psych. Astrid Oehme  
 HFC Human-Factors-Consult GmbH  
 Köpenickerstraße 325  
 12555 Berlin  
[www.human-factors-consult.de](http://www.human-factors-consult.de)



Heike Raap

## **Wachsames Torkeln – Von dem Arbeiten mit unscharfen Zielen und dem Erkennen des Funkelns am Wegesrand**

Warum sich mit einer Thematik beschäftigen, die für viele Designer so selbstverständlich wie das Atmen ist? Kein Designer bekommt das große Zittern, wenn er mit unscharfen Zielen hantiert und alle kennen sie das vibrierende Glücksgefühl, wenn sie unvermutet im Substrat des Gestaltungsprozesses auf ein vielversprechendes Ideennugget stoßen, das bis dahin im Verborgenen schlummerte.

Unterrichtet man jedoch als Designer in designfernen Disziplinen, wird man feststellen, dass diese dem Gestalter so vertrauten Phänomene gestalterisch ungeschulte Menschen extrem irritieren können.

### **Unscharfe Ziele**

*„Können wir nicht zuerst das Ziel klar definieren?  
Dann können wir effizienter arbeiten.“*

*Äußerung eines Studenten des dritten Semesters Weinbetriebswirtschaft in einem Seminar zum Thema Produktentwicklung.*

Spätestens seit Rittel – »Es gibt keine definitive Formulierung für ein böses Problem.« (Rittel & Webber 1973 in: Reuter 1992, S. 22ff) – lässt sich erklären, warum gestalterische Problemstellungen

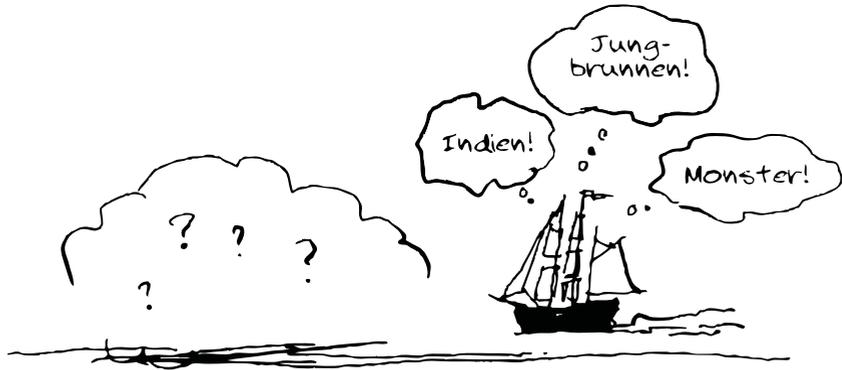


Abbildung 1: „Unscharfe Ziele“ (Gray et al., S. 5)

zwingend unscharfe Ziele mit sich bringen, die sich erst in der fortschreitenden Bearbeitung konkretisieren. Gehören aber die Literatur Rittels und die theoretische Beschäftigung mit den charakteristischen Merkmalen gestalterischer Problemstellungen nicht zu den Lehrinhalten eines Studienfaches und sind die Studierenden darüber hinaus nicht gefordert, sich im Studium permanent auf praktischer Ebene mit der Bearbeitung gestalterischer Aufgaben auseinanderzusetzen, trifft es sie doppelt: diesen Studierenden fehlt auf der einen Seite das theoretische Verständnis des Umgangs mit Gestaltungsaufgaben, zum anderen haben sie nicht die Möglichkeit diesen Mangel durch Erfahrungen auszugleichen, die sie im gelebten Umgang mit ebensolchen Problemstellungen erworben haben. Zwar verfügt auch beileibe nicht jeder Designer oder Designstudent über profundes theoretisches Grundwissen in diesem Bereich, aber sein aktives entwerferisches Handeln, begonnen mit den Projektarbeiten im Studium, lehren ihn das Bearbeiten von deontischen Fragestellungen, also jenen nach dem »Was soll sein?«, und den Umgang mit Unschärfe.

Unscharfe Ziele lösen bei jenen, die in ihnen weder Notwendigkeit noch Potenziale sehen können, Unbehagen aus und sehen sich einer Vielzahl von negativen Assoziationen ausgesetzt: es wird die Meinung vertreten, unscharfe Ziele vergeudeteten zeitliche und finanzielle Ressourcen bzw. wären es scharfe Ziele, könne man ef-

fizienter auf sie hinarbeiten. Andere bemängeln den Umstand, dass sich unscharfe Ziele sprachlich nur ungenügend fassen ließen und man sich somit nur schwer auf Vorgaben verständigen könne. Darüber hinaus sei es mühsam, sich überhaupt eine Meinung zu diesen Zielen zu bilden, womit sich schlecht Mehrheiten pro oder contra der Verfolgung eines Ziels bilden ließen, von der Einigung auf Strategien zur Lösungsfindung einmal ganz zu schweigen. Außerdem wären da noch die Probleme, die unscharfe Ziele hinsichtlich der Risikoabschätzung und des Controllings bereiten. Mag es sich bei dem Argument der Ressourcenvergeudung noch um ein Vorurteil handeln, muss man in anderen Punkten zustimmen. So ist es beispielsweise richtig, dass die Kommunikation komplexer ist und die Meinungsbildung einen höheren gedanklichen Aufwand erfordert. Warum sich also dennoch mit diesen lästigen unscharfen Zielen herumschlagen? Die Antwort ist ebenso simpel wie die Frage: Weil die Ziele einfach so sind, wie sie sind. Eine Verweigerungshaltung gegenüber dem Arbeiten mit unscharfen Zielen ist im Falle von Gestaltungsaufgaben zwecklos.

Für den Gestaltungsneophyten sei kurz erläutert: Innovationen sind immer auf eine mehr oder weniger ungewisse Zukunft ausgerichtet. Wir können am Beginn eines Projektes höchstens die Richtung ahnen, in der wir gute Lösungen vermuten, aber nicht die Lösung selbst als Ziel setzen. Anders gesagt: das Wort Innovation beinhaltet bereits, dass es sich um das Finden »neuer«, also unbekannter Dinge handelt. Wenn etwas aber unbekannt ist, kann man es unmöglich klar definieren. Im besten Fall kann man das Unbekannte grob umreißen: es ist also zunächst unscharf. Der Entwurfsprozess zielt im Endeffekt darauf ab, mit den Methoden des Entwerfens den Grad der Unschärfe stetig zu verringern. Um einen groben Kurs einschlagen zu können, werden möglich Zukünfte, etwa durch Szenariotechniken, gedanklich vorweggenommen. Durch den ständigen Wechsel der Bildung von Lösungsvarianten und deren Bewertung und Reduktion – ungeeignet erscheinende Lösungen werden ausgemustert – nähert man sich dem zunächst groben, unscharfen Ziel, das während dieses Prozesses immer klarer wird. Ist am Ende eine Lösung als Sieger hervorgegangen, ist die Beschreibung dieser Lösung mit der Definition des nun scharfen Ziels identisch.

Gestalterisch arbeitende Personen, ganz gleich welcher Disziplin, sind mit unscharfen Zielen vertraut und sehen Potenziale in ihnen: Da man unscharfe Ziele nicht direkt ansteuern kann, mäandert man auf seinem Weg dorthin durch die unendlichen Weiten des Lösungsraumes, also jenes gedachten Raumes, der alle potenziellen Lösungen, unabhängig ihrer Qualität, beinhaltet. Dieses Mäandern auf der Suche nach guten Lösungen, neben all den gangbaren, öffnet den Blick für Lösungsbereiche, die man bei einem geradlinigeren Weg niemals wahrgenommen hätte: Es geraten Lösungen ins Blickfeld, die vom Ausgangspunkt des Weges nicht entdeckt werden konnten. Und manchmal sieht der wachsamer Gestalter am Rande seines Weges etwas aufleuchten ...

### **Die Rolle des Zufalls im Design**

Nennen Sie es Zufall, Glück oder den göttlichen Funken. Es ist in jedem Fall keine Seltenheit, sich intensiv mit einer Sache zu beschäftigen und plötzlich in unerwarteter Richtung ein Funkeln wahrzunehmen. Dieses besteht in einer Idee, die zu einer Lösung werden könnte. Eine Idee, deren Ursprung man nicht zu benennen weiß, die sich aber genau im richtigen Moment zu erkennen gibt.

Obwohl vielen vertraut, führt der Zufall als anerkannter Faktor im Designprozess bzw. als Lehrinhalt ein Schattendasein. Dies mag viele Gründe haben. Häufig sind die Stars im Design die bunten Ergebnisse, die man gut in Hochglanzportfolios und populärer Lifestyle-Literatur abbilden kann, der Prozess dahinter steht nicht im Rampenlicht und wird vergleichsweise selten kommuniziert. Es mag aber auch daran liegen, dass einem manches rückblickend als linear erscheint, was de facto nicht linear abgelaufen ist. Oft wird auch wissentlich, vor allem für Präsentationen und Publikationen, ein Prozess nachträglich begradigt: wohlwollend betrachtet, um ihn für die Adressaten nachvollziehbarer zu gestalten, kritischer beurteilt, um die eigene aktive intellektuelle Leistung herauszustellen und sie nicht durch etwas so Obskures wie eine glückliche Fügung geschmälert zu sehen. Der Soziologe Robert K. Merton und seine Kollegin Elinor Barber benutzen für diese nachträgliche Begradigung

den Ausdruck »retrospective streamlining« (Merton & Barber 2004, S. 159), welcher einen, im Designkontext betrachtet, unweigerlich schmunzeln lässt.

An dieser Stelle ein kleiner Ausflug zu den Naturwissenschaften. Ein Alexander Fleming scheute die Erwähnung der Rolle des Zufalls bei seiner Entdeckung des Penicillins keineswegs, sondern betonte sie gar und forderte Kollegen und Studenten auf, immer nach dem Unerwarteten Ausschau zu halten. Er selbst hatte den Anstoß zur Entdeckung des Antibiotikums Penicillin durch eine vermeintlich ärgerliche Verunreinigung einer seiner Bakterienkulturen mit einem Schimmelpilz erhalten. Viele hätten diese »verdorbene« Kultur achtlos entsorgt, Fleming hingegen fiel auf, dass rund um den Pilz keine Bakterien zu erkennen waren und begann nach der Ursache zu forschen. Diese Anekdote zeigt, dass in der Wissenschaft – und ich behaupte: auch im Design! – der Zufall ohne das Wissen, die Aufmerksamkeit und die aktive Betätigung des Wissenschaftlers respektive Designers keine Früchte tragen kann, demzufolge auch nicht deren Verdienst schmälert. Merlin Pryce, ein Mitarbeiter Flemings, bemerkte »What struck me was that he didn't confine himself to observing but took action at once. Lots of people observe a phenomenon, feeling that it may be important, but they don't get beyond being surprised – after which they forget« (Lenox 1985, S. 283) oder wie William Whewell, der die Bedeutung des Zufalls in der Wissenschaft zunächst völlig negierte, es in »Philosophy of Inductive Sciences« versöhnlicher ausdrückte »... Such accidents never happen to common men. Thousands of men, even the most inquiring and speculative men, have seen bodies fall; but who except Newton, ever followed the accident to such consequences?« (Whewell 1840, Chap. II, Sect. 5).

Aber wie kann man dieses Phänomen, sich den Zufall zum Verbündeten zu machen, prägnant benennen? Im Kontext der Naturwissenschaften setzte sich in den 30er Jahren des 20. Jahrhunderts ein Begriff aus dem Angelsächsischen durch: *Serendipity*. Dieser Ausdruck wird in Wörterbüchern vereinzelt mit »looking for one thing and finding another« erläutert, häufiger findet man Beschreibungen

wie »the faculty of making happy and unexpected discoveries«. Sucht man eine deutsche Entsprechung, ist das Ergebnis äußerst mager: in seltenen Fällen findet man den Begriff Serendipität, noch seltener den der *Zufallserfindsamkeit*, welcher 1980 von Reinhard Kaiser, einem Übersetzer Mertons erdacht wurde. In dieser Wort-schöpfung schwingt zu meiner Freude der aktive Anteil des vom Zufall Begünstigten an der Situation mit.

Da ich dem Begriff *Serendipity* und dem damit beschriebenen Phä-nomen beim Bearbeiten gestalterischer Aufgaben hohe Relevanz beimesse, sei dessen Werdegang etwas Raum gewidmet.

### **Exkurs: Werdegang des Kunstwortes *Serendipity***

Am 28. Januar des Jahres 1754 richtete Horace Walpole, der 4. Earl of Orford, einen Brief an seinen entfernten Cousin Horace Mann. In diesem Brief beschrieb Walpole seine Erfahrung, unvermutet Dinge oder Sachverhalte zu entdecken, nach denen er zwar nicht explizit Ausschau hielt, deren Entdeckung ihm aber in einem äußerst pas-senden Moment widerfuhren. Walpole, der einen außerordentlich kreativen Umgang mit Sprache pflegte, prägte in diesem Brief den Begriff *Serendipity*, um eben jene persönlichen Erfahrungen tref-fend zu benennen:

*„This discovery I made by a talisman, which Mr. Chute calls the sortes Walpoliannae, by which I find everything I want, à pointe nommée [at the very moment], wherever I dip for it. This discovery, indeed, is almost of that kind which I call Serendipity, a very expressive word, which, as I have nothing better to tell you, I shall endeavour to explain to you: you will understand it better by the derivation than by the definition. I once read a silly fairytale, called the three Princes of Serendip: as their High-ness travelled, they were always making discoveries, by accidents and sagacity, of things which they were not in quest of: ...“*

*(Merton, Barber 2004, S. 1f.)*

Zu Lebzeiten Walpoles und im Anschluss an dieses Schreiben gab es 79 Jahre lang keine weitere schriftliche Verwendung des Wortes, bis 1833 die Briefe Walpoles an Mann posthum veröffentlicht wur-den. Aber die viktorianische Epoche war nicht dazu angetan, den

Begriff eines Mannes aufzugreifen, den sie aufgrund seines zelebrierten Müßigganges und seiner sinnfreien Lebensgestaltung verachtete. Selbst als die Wissenschaften einen enormen Bedarf an neuen Wortschöpfungen entfalteten, um u.a. Phänomene treffend zu beschreiben, setzte sich *Serendipity* zunächst nicht durch. Zwar waren sich die Wissenschaftler des 19. Jahrhunderts der Rolle des Zufalls durchaus bewusst, aber es gab Vertreter ihres Standes, wie etwa o.g. William Whewell, die das Verdienst der Forscher durch die Anerkennung des Zufalls als entscheidenden Faktor bei wissenschaftlichen Entdeckungen geschmälert sahen. Zudem achteten einige Wissenschaftler bei den Wortneuschöpfungen peinlichst auf altphilologisch korrekte Herleitungen der Begriffe und ein blumiges Wort wie *Serendipity* hatte hier kaum ein Chance zu bestehen: es erschien schlichtweg nicht seriös genug. Um die Jahrhundertwende begann schließlich der Durchbruch des Begriffes: Walpole war inzwischen als Freigeist und genialer Autor von Briefen rehabilitiert und namhafte Personen nahmen *Serendipity* unter ihre Fittiche und machten es somit salonfähig. Zunächst fand *Serendipity* über den

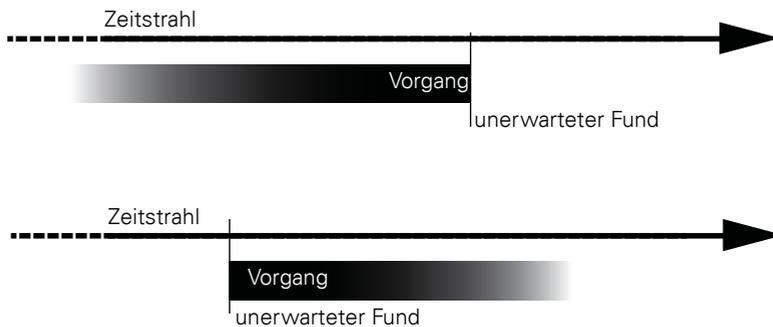


Abbildung 2 (oben): *Serendipity*-Verständnis nach Walpole (1754) sowie in literarischen Kreisen und bei Sammlern im späten 19. Jahrhundert: die Entdeckung ist mit dem unerwarteten Fund (etwa einem Buch oder einer Information) abgeschlossen; Raap, 2012

Abbildung 3 (unten): *Serendipity*-Verständnis seit den 30er Jahren des 20. Jahrhunderts, verbreitet bei Wissenschaftlern und Forschern: ein unerwarteter Fund (man denke an Flemings Petrischalen) ist der erste Schritt im Prozess des Entdeckens; ähnlich verhält es sich im Design; Raap, 2012

Herausgeber und Autoren Wilfred Meynell Eingang in literarische Berufssparten, später in den 30er Jahren schaffte der Ausdruck den großen Sprung in die Welt von Wissenschaft und Forschung. Schlüsselfigur war hierbei Professor Walter B. Cannon von der Harvard Medical School. Cannon benutzte den Begriff nicht allein, um auf Phänomene der zufälligen Entdeckung hinzuweisen, sondern ebenso um eine ganze Wissenschaftsphilosophie auszudrücken. Im Rahmen dieses Sprunges von den literarischen Kreisen zur Naturwissenschaft erfuhr *Serendipity* eine entscheidende Bedeutungsänderung: war zuvor die Entdeckung mit dem unerwarteten Fund, etwa eines Buches oder einer Information, abgeschlossen, so ist im Kontext von Wissenschaft und Forschung der unerwartete Fund nur der erste Schritt im Prozess des Entdeckens (siehe Abbildungen 2 und 3). Nachdem die Wissenschaft *Serendipity* als Fachausdruck für sich vereinnahmt hatte, verbreitete er sich weiter über angrenzende Gebiete wie den Wissenschaftsjournalismus, wurde zunehmend populärer und die Bandbreite seiner Bedeutungen erweiterte sich stetig. Dieser Prozess uferete so weit aus, dass der Begriff, der ehemals einen bestimmten Erfahrungskomplex prägnant beschrieb, heutzutage oftmals lediglich gleichbedeutend mit »Glück« oder »Zufall« verwendet wird.

Ausführlichere Informationen finden sich bei Merton und Barber, die dem Wandeln des Wortes *Serendipity* mehrere Kapitel widmen.

### **Rückenwind für *Serendipity***

Die charakteristischen, unscharfen Ziele im Designprozess bilden eine gute Voraussetzung für zufällige Entdeckungen. Aber wer vermag diese zu nutzen? Handelt es sich bei *Serendipity* um eine angeborene Gabe? Offensichtlich ist, dass dieses Phänomen in engem Zusammenhang mit der eigenen Wahrnehmung steht. Wahrnehmen wiederum ist ein aktiver Prozess und somit grundsätzlich beeinflussbar. Es lohnt also die Frage, inwiefern man auf diese Wahrnehmung einwirken kann bzw. welche Umstände das Auftreten von *Serendipity* begünstigen oder behindern. Hierzu eine Auswahl an Thesen:

- Der Designer muss dem Zufälligen Wertschätzung entgegenbringen, d.h. prinzipiell von dessen Vorhandensein überzeugt sein. Gelassenheit und das Vertrauen darauf, dass es vorangehen wird, solange man in Bewegung bleibt, ist hilfreich.
- Je größer das vorhandene Wissen und die praktische Erfahrung, desto größer die Wahrscheinlichkeit in Abseitigem Potenziale zu sehen und die intellektuellen Möglichkeiten zu haben, diesen nachgehen zu können. Oder wie der Physiker Joseph Henry es bildlich formulierte: »The seeds of great discovery are constantly floating around us, but they only take root in minds well prepared to receive them.« (Lenox 1985, S. 284). Das Wissen und die Erfahrung helfen nicht nur beim Erkennen und Verfolgen des Funkelns, sondern auch bei der Entscheidung, wann man Energie aufwendet, um dem Funkeln nachzugehen, also der qualitativen Einschätzung eines Lösungsansatzes. Handelt es sich lediglich um das Funkeln von Katzensgold oder ist man einem wahren Schatz auf der Spur?
- Zu ausgeprägte eigene Erwartungen, vorgefasste Meinungen über das Ziel, schränken scheuklappenartig den Blickwinkel auf den Lösungsraum ein und verringern so den Bereich, in dem Unerwartetes auftreten könnte. Gleichzeitig zeigt die Mustererkennung als Bestandteil des Wahrnehmungsprozesses ihre negative Seite: die Wahrnehmung ordnet sich dem Erwarteten unter, d.h. Außergewöhnliches wird nicht wahrgenommen. Kreativitätstechniken können helfen, diese negativen Seiten der Mustererkennung zu überwinden.
- Im Kontext der Erwartungshaltungen lässt sich auch verstehen, weshalb induktives Handeln sich besser mit *Serendipity* verträgt als deduktives.
- Reale und antizipierte Ansprüche von außen schränken die Wahrnehmung ebenso ein, wie eigene Erwartungen dies tun können. Für Dozenten im Bereich des Entwerfens ist es daher eine ständige Gratwanderung, die Balance zu finden zwischen dem Freiraum, den er dem

- Studierenden lässt, und der Hilfestellung, die er ihm bietet, um ihn vor der völligen Orientierungslosigkeit und dem verzweifelten Stagnieren zu bewahren.
- Ein starkes Schwarz–Weiß–Denken, bei manchen eine Charaktereigenschaft, ist gerade im Anfangsstadium des Prozesses dem glücklichen Zufall nicht förderlich. Es verbreitert die gedankliche Kluft zwischen »erwünscht« und »unerwünscht« und eliminiert durch permanente Bewertung verfrüht ganze Lösungsfelder und somit auch den Nährboden für zufällige Ideen. Eine klare, auch zeitliche Trennung zwischen den Phasen Erzeugen von Lösungen und Bewerten von Lösungen, sowie die Anwendung methodischer Bewertungsverfahren helfen hier einen differenzierteren Blick zu bewahren.

Bei der bisherigen Beleuchtung der Rolle des Zufallsfundes, wurde implizit immer von Einzelpersonen als Protagonisten ausgegangen. Bei den komplexen Herausforderungen der heutigen Zeit können aber weder Designer noch Vertreter anderer Disziplinen als Einzelkämpfer brillieren, weshalb Teamarbeit geboten ist. In diesen Teams treffen im Idealfall diverse »prepared minds« verschiedener Disziplinen aufeinander und bilden sozusagen ein »prepared-mind-set« – die Doppeldeutigkeit des Wortes ist durchaus beabsichtigt –, das ihnen erlaubt, durch ihre verschiedenen Perspektiven ein großes Feld möglicher Lösungen zu beackern und auch Unerwartetes ans Licht zu befördern. Das Handeln in solchen Teams organisiert sich jedoch nicht von selbst.

*„... However, we also identified the essential role of leaders of these enterprises – someone who is able to draw together a disparate team around a common goal, but in the expectation that the most valuable outcome will be something other than the original goal. The essential attribute was defined as the ability to maintain a „pole-star“-vision, in which a team worked together toward a shared interest in a goal that motivates the general direction of their work, but without the need to get there blinding the team to opportunities along the journey. The leader must be able to recognise opportunities for other outcomes, and be skilled harnessing excitement among members of team as they arise. ...“*  
(Blackwell et al. 2009, S. 13)

Blackwell und seine Co-Autoren beschreiben in ihrer Studie »Radical innovation: crossing knowledge boundaries with interdisciplinary teams« nicht nur die Notwendigkeit von unscharfen Zielen für Innovationen, sondern mit diesem Zitat zudem die Eigenschaften eines Leiters eines solchen Teams.

## **Fazit**

Warum sich also mit Themen auseinandersetzen, die einem so vertraut sind wie das Atmen, und weshalb diese als Designer in designferne Disziplinen tragen?

Will man Innovationen hervorbringen, braucht es unscharfe Ziele, einen wachsamem Blick für das abseitige Funkeln, sowie interdisziplinäre Zusammenarbeit. Dieses interdisziplinäre Zusammenarbeiten ist in diversen Varianten zu finden: angefangen bei Firmen, die Aufträge an fachfremde Externe vergeben, bis hin zur gezielten Bildung interdisziplinärer Projektteams. Die einzelnen Vertreter der beteiligten Disziplinen benötigen in keinem dieser Fälle das Fachwissen und die Methodenkenntnis der jeweils anderen, oftmals müssen sie nicht einmal gemeinsame Werte teilen. Jedoch sollten sie zum Zwecke einer fruchtbaren Zusammenarbeit die jeweiligen Denkmodelle, Handlungsweisen und Qualifikationen ihrer Mitstreiter schätzen und in ihren Grundzügen verstehen. Eine schätzenswerte Qualifikation, die Designer in den Innovationsprozess einbringen können, besteht beispielsweise in dem versierten Umgang mit unscharfen Zielen und deontischen Fragestellungen.

Betrachtet man die Hochschulausbildung, kann im Allgemeinen von diesem gegenseitigen Verstehen und dem daraus entstehendem Respekt nicht selbstverständlich ausgegangen werden. In der Regel wählen Studienanwärter ihr Studienfach gemäß ihrem Charakter und ihren Neigungen. Das Studium verstärkt nun zusätzlich diese ohnehin vorhandenen Anlagen der Studierenden durch die Vermittlung von disziplinspezifischem Fachwissen. Es wird also zunächst die Separation der Disziplin gefördert. Dies geschieht keineswegs aus Ignoranz, sondern aus der Pflicht heraus, tiefgehendes Wissen als Basis für die professionelle Entwicklung der Studierenden zu

vermitteln. Dennoch: Das tiefe Eintauchen in eine Disziplin, die zudem der eigenen Persönlichkeit entspricht, erschwert die Sicht auf die Eigenarten und Qualitäten anderer Disziplinen. Daher bedarf es Dozenten, und zwar der jeweils anderen Disziplinen, um die Studierenden für unterschiedliche Herangehensweisen zu sensibilisieren. Ebenso ist das praktische Arbeiten der Studierenden in interdisziplinären Projekten auf theoretischer Ebene zu unterstützen, will man den Erkenntnisgewinn intensivieren, den die Studierenden durch diese Projekte erfahren.

Für den Designdozenten besteht eine spannende und unerlässliche Herausforderung des Unterrichts in designfernen Disziplinen darin, die latent vorhandenen Annahmen der Studierenden aufzudecken, etwa wie ein Prozess der Produktinnovation abzulaufen habe oder in welcher Art von Systemen die Studierenden meinen, sich zu bewegen. Halten sie beispielsweise eine Lösung für »berechenbar« oder wissen sie um die Eigenarten nicht-linearer Systeme? Welche dem Designer neutral erscheinenden Ausdrucksweisen bewirken bei anderen Disziplinen blockierenden Widerwillen?

Das »Enttarnen« der vorhandenen Basis ist von großer Bedeutung, da unterschwellige Annahmen seitens der Studierenden sonst stillschweigend in jedes neue Denkmodell integriert werden. Bei unzutreffenden Annahmen führt dies zu unnötig schlechten Ergebnissen und frustrierenden Erlebnissen.

Will man solche hinderlichen Annahmen aufdecken und brauchbarere vermitteln, muss man sich des designerischen Handelns auf einer Metaebene bewusst sein: ein in seiner Berufspraxis exzellenter Designer zu sein, reicht in diesem Fall nicht aus.

## Literaturangaben

- Blackwell, A. F., Wilson, E., Street, A., Boulton, Ch. & Knell, J. 2009: Radical innovation: crossing knowledge boundaries with interdisciplinary teams.  
<http://www.cl.cam.ac.uk/techreports/UCAM-CL-TR-760.pdf>, 13.4.2012
- Fine, G. & Deegan, J. 1996: Three Principles of Serendip: Insight, Chance and Discovery in Qualitative Research.  
<http://www.minerva.mic.ul.ie/vol2/deegan.html>, 13.4.2012
- Gray, D., Brown, S. & Macanuso, J. 2011: Gamestorming. Ein Handbuch für Querdenker, Moderatoren und Innovatoren. Köln: O'Reilly Verlag
- Lenox, R. S. 1985: Educating for the Serendipitous Discovery.  
 In: Journal of Chemical Education, Vol. 62, 282–285
- Merton, R. K. 1983: Auf den Schultern von Riesen. Ein Leitfaden durch das Labyrinth der Gelehrsamkeit. Berlin: Suhrkamp
- Merton, R. K. & Barber, E. 2004: The Travels and Adventures of *Serendipity*: A Study in Sociological Semantics and the Sociology of Science.  
 Princeton: Princeton University Press
- Reuter, W. D. (Hrsg.) 1992: Planen, Entwerfen, Design: Ausgewählte Schriften zur Theorie und Methodik von Horst W. Rittel. Stuttgart, Berlin, Köln: Kohlhammer
- Rittel, H. W., Webber M. M. 1973: Dilemmas in a General Theory of Planning.  
 In: Policy Sciences 4, 155–169
- Roberts, R. M. 1996: Serendipity: Accidental Discoveries in Science. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore: Wiley Science Editions
- Whewell, W. 1840: Philosophy of Inductive Sciences. Kindle-eBook 2012
- Zankl, H. 2002: Die Launen des Zufalls: Wissenschaftliche Entdeckungen von Archimedes bis heute. Darmstadt: Primus Verlag

## Kontakt

Dipl.-Des. Heike Raap  
 Pastoriusstraße 27  
 90480 Nürnberg  
[www.raap-design.de](http://www.raap-design.de)



Martin Fiedler, David Rost & Marco Zichner

## **Think Basic – Think Big Oder: Warum es sich lohnt, Fragen zu stellen.**

Der folgende Text beruht auf einer subjektiven Auffassung, auf empirischen Erkenntnissen, ist nicht wissenschaftlich fundiert, aber stützt sich dennoch auf messbare Ergebnisse – zumeist in den Auftragsbüchern unserer Kunden. Es soll hier um die Darlegung einer Herangehensweise, einer Denkauffassung gehen. Wir bezeichnen dies nicht unbedingt als Methode oder *unseren* Prozess, denn dafür fehlt es an klar umrissenen, immer gleichen Parametern. Da wir keine Wissenschaftler sind, möge man uns dies verzeihen.

Wir sind *neongrau*, ein Designbüro aus Dresden, welches Ausgangspunkt für eine ganze Reihe von selbst initiierten Unternehmen und Projekten unterschiedlichster Ausprägung war und ist, die aus dieser Herangehensweise heraus ins Laufen kamen. Ulrich Kern würde uns *Design Unternehmer* nennen - die Träger eines Geschäftsmodells welches die Wertschöpfungskette auf den Kopf stellt, also Design nicht als Schmuck und »nice to have« sondern als »Treiber der neuen Produktivfaktoren - Kreativität, Innovation und Kommunikation«(Kern 2010) versteht. Unsere Fahrradmarke *velo-held* präsentieren wir gern völlig unbescheiden als gutes Beispiel für *designinduziertes Unternehmertum* aus Dresden. Die ausführliche Schilderung der Entstehung, der Herkunft und Sozialisierung ihrer Entwickler kann im Tagungsband des vorhergehenden Symposiums nachgelesen werden (Fiedler 2010).

Um es kurz zusammen zu fassen: die minimalistischen Räder und ihre Macher treten damit den Beweis an, dass Leidenschaft im Design einen Erfolgsfaktor darstellt und dass es sich lohnt, nicht nur über die offensichtlich wahrnehmbaren Aspekte des Designs, sondern über viel grundlegendere Dinge nachzudenken. Denn auch ein Vertriebskonzept, die dazugehörige Logistik, die Ansprache des Kunden jenseits platter Marketingfloskeln sondern mit echtem »Stallgeruch« sind Dinge, die entwickelt werden müssen und erzählt werden sollten. Sie funktionieren nur dann, wenn sie konsistent ineinander greifen, das heißt authentisch und wahr sind. In diesem Kontext lohnt es sich eben auch, zunächst nicht den maximalen ReturnOnInvest anzupeilen, sondern den Kundennutzen und damit die Kundenzufriedenheit vornan zu stellen. Die Opferbereitschaft der Gestalter, die ihre Arbeitskraft für Projekte mit verhältnismäßig niedrigem



Abbildung 1: veloheld

Erlöspotential einsetzen, wird immer wieder kritisiert. Dieses Selbstverständnis ist allerdings eher von dem Antrieb geprägt, »Design-Denken« und Schaffensdrang auch auf experimentelle Projekte bis hin zum Aufbau ganzer Unternehmen (mit tatsächlichem Erlöspotential) zu übertragen. *veloheld* ist letzteres und damit ein Prototyp eines designinduzierten Unternehmens. Für uns bei *neongrau* ist es aber noch viel mehr, nämlich ein Erprobungsfeld für neue Ansätze, Ideen und Konzepte, sei es beim Produkt selbst, oder bei dessen Vertrieb oder Vermarktung. Vor allem aber ist es Beleg für den Erfolg oder mitunter auch Misserfolg und damit gewonnene, belastbare Erfahrung. Dieses gesammelte Wissen kommt anschließend den Unternehmen und Institutionen zugute, welche sich die Produktentwicklung und -gestaltung einkaufen. Also den Kunden von *neongrau*.

Anhand dreier konkreter Designprojekte möchten wir im Folgenden einige Argumentationshilfen für eine erweiterte (um nun doch den Begriff zu gebrauchen) Designprozesskette liefern. Dies mag einigen als Selbstverständlichkeit vorkommen, doch gibt es vielleicht ein paar Aspekte, die noch *früher* ansetzen und noch *später* aufhören, als es in den meisten Designentwicklungen die Norm ist. Das Verhältnis bzw. das (Ungleich-)Gewicht der Wahrnehmung zwischen Produkten und den Marken, unter denen sie geführt werden, ist zwar seit langer Zeit bekannt, scheint aber gerade bei vielen kleineren Produzenten noch nicht angekommen zu sein. Deshalb stellen wir viele grundlegende Fragen, die es uns ermöglichen, uns nicht nur ein Bild von der anstehenden Aufgabe sondern auch vom Aufgabensteller selbst zu machen:

Welche Werte soll das Produkt verkörpern? Wie und wo soll der Endkunde davon erfahren? Welches Produkt benötige ich überhaupt, um meinem Kunden in dessen Markt und mit dessen Marktposition einen echten Wettbewerbsvorteil und damit Wertschöpfung zu verschaffen? Welche Chancen für langfristige (gesellschaftlichen, ökologischen, etc.) Wertschöpfung habe ich mit diesem Produkt? *Denn erst wenn die Grundannahmen und Rahmenbedingungen klar sind, lässt sich (voraus) denken. Think basic Think big.*



Abbildung 2: Purelink Prospeed

### Fall 1 – Arbeitsumfang: klassisch

Für die Firma Purelink entwickeln wir seit einigen Jahren Stecker-verbinder und Adapter für den Video- und PC-Bereich. Vor der Auftragsvergabe galt es jedoch einen Pitch zu bestehen, der sich an verschiedene Agenturen richtete. Dass wir letztlich den Zuschlag erhalten haben, ist zurückzuführen auf die Faktoren »junges Team« und die Wiedererkennung der eigenen Gestaltungsvorstellung in unseren Produkten / *veloheld*. Unsere Aufgabe war anfangs die Entwicklung einer eigenen Produktsprache, um in einem stark von OEM-Produkten geprägten Markt das Risiko der Vergleichbarkeit zwischen den häufig sehr ähnlichen Produkten verschiedener Hersteller auszuschließen. Außerdem sollte ein Weg gefunden werden die Güte der Kabelverbindung (z.B. Schirmung, etc.) zu visualisieren, die durchaus stark variieren kann, jedoch unter dem immer gleichen Kunststoffmantel verborgen ist. Der Designprozess hierfür war daher klassisch aufgebaut:

1. Konzept – Herausstellen von Gestaltungsspielräumen und -möglichkeiten, Formulierung von Produktlinien)
2. Entwurf – konkrete Auswahl von Gestaltungselementen)
3. CAD – Ausarbeitung der konkreten Form)
4. Produktionsvorbereitung – Anpassen des 3D-Modells nach Vorgaben des Produzenten für die Fertigung)

Viel Aufwand für ein so unscheinbares Produkt möchte man meinen. »Die sehen doch ohnehin alle gleich aus«, möchte man sagen, doch genau hier lag die Chance zur Alleinstellung. Die Investitionskosten in eigene, nicht öffentliche Formwerkzeuge waren dabei gering, verglichen mit der formalen Eigenständigkeit und Wiedererkennbarkeit, die erreicht werden konnte. Letztere brachten unserem Kunden und uns neben dem Sächsischen Staatspreis für Design auch die Nominierung für den Designpreis der Bundesrepublik ein, was sich in puncto Außenwerbung nicht nur für uns bezahlt gemacht hat.

### **Fall 2 – Arbeitsumfang: erweitert**

Wesentlich komplexer vom Umfang unserer Arbeit und der Nutzung von Designpotential war ein Auftrag für ein Unternehmen, das sich ursprünglich mit der Forschung und Entwicklung von autostereoskopischen Softwareprodukten zur Augenheilkunde im Forschungszentrum Rossendorf beschäftigte. 2004 gründete sich die Firma Spatial View an den Standorten Dresden und Toronto mit dem Ziel, Software für Bild- und Videoinhalte für verschiedenartige autostereoskopische Systeme und für alle möglichen Anwendungen zu entwickeln. Da der globale Markt der Wiedergabegeräte für 3D-Inhalte im Konsummarkt stagnierte, entschied man sich dazu, neben der Software auch eigene Hardwareprodukte zu entwickeln.



Abbildung 3: Purelink Skizzen

Think Basic – Think BigOder: Warum es sich lohnt, Fragen zu stellen.



Abbildung 4:  
iPhone Shell



Abbildung 5: iPhone Shell Prototypen

Da die Programmierung abgesichert war, standen alle Möglichkeiten für unterschiedlichste Produktkonzepte offen. Startpunkt waren die Konzeptentwicklung des 3DeeFlectors, einem Aufsatz mit Optik für 13«-Laptops sowie das Briefing für das 3DeeShell, einer Kombination aus Schutzhülle und Optik für das iPhone 3G. Parallel wurden weitere Produktideen evaluiert. Dabei ging es um eine Low-Budget Version für das iPhone und spezialisierte Produkte für PC-Hersteller wie etwa Hewlett Packard. Parallel zur weiteren Designentwicklung begannen wir, die Produktgrafik für den »flector« sowie Verpackungskonzeptionen für das »shell« zu erarbeiten. Neben der Prototypenentwicklung des »Shell« wurde der »flector« als Konzept aus produktionstechnischen Gründen auf Eis gelegt. Bis zum Produktlaunch des »shells« waren alle Schritte der Produktionsvorbereitung von Produkt und diversen Verpackungsbestandteilen, CAD-Finetuning, Entwicklung von Daten für den Werkzeugbau, Funktionstests, Lack-Bemusterung, Logistik, Druckvorlagen, Medienkampagnen etc. Teil unserer Arbeit.

Entscheidend hierbei war das komplexe Zusammenspiel der Anforderungen an das Produkt im Nachhinein: In welchen Läden wird das Produkt präsentiert und auf welcher Standfläche? Wie kann man eine Verpackung für unterschiedliche Farben anbieten? Wo streut man am besten Informationen über das Produkt? Wie laufen die Fäden der Produktion zusammen und wo? Um nicht von einer solchen Komplexität überrascht zu werden, war es wichtig, die grundlegenden Fragen im Auge zu behalten um das Große und Ganze zu realisieren. *Think basic, THINK BIG.*

### **Fall 3 – Arbeitsumfang: grundlegend**

Im dritten Beispiel möchten wir beleuchten, dass es sich lohnen kann, noch eher anzusetzen. Die Firma Novus Air baut Strömungs- und Entstaubungsanlagen für Produktionsmaschinen. Das Know-How und die Fertigungsmöglichkeiten sollten nun auch auf Consumer-Produkte übertragen werden. Damit bewegte man sich auf einen Markt zu, der sich im Hinblick auf die Kundschaft (Kaufkraft, Anspruch an Gestaltung und Bedienbarkeit, etc.) sowie die möglichen Erlösmöglichkeiten eindeutig unterschied. Diese Lücke



Abbildung 6:  
Airflower

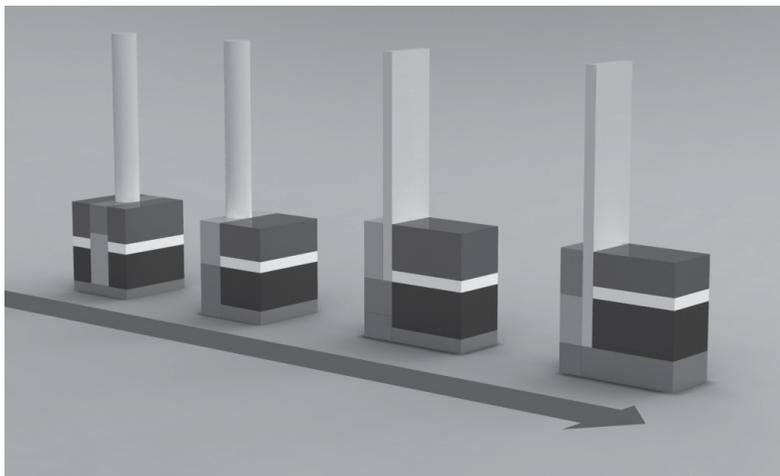


Abbildung 7: Aufbauend auf der Analyse wurden Bauteile und Baugruppen verschoben und zusammengelegt. Hierdurch wurde das Technikpackage in mehreren Iterationsschritten unter technischen und ergonomischen Aspekten optimiert

zu schließen sollte zu unserer Aufgabe werden. Ausgangspunkt der Entwicklung war ein Konzept, besser gesagt ein Versuchsaufbau eines »Objektes« zur Klimatisierung, Erfrischung und Befeuchtung von Raumluft auf Basis von Pflanzen. Da sich das Produkt weiterhin in der Entwicklung befindet, sei an dieser Stelle nur so viel verraten: Die Technologie ist völlig neuartig und schlägt mit seinem biosyn-ergetischen und sogar energiesparenden Grundansatz gleich in mehrere Kerben des aktuellen Zeitgeistes. Die Neuartigkeit verheißt Alleinstellung. Auf der anderen Seite ist das Verfahren aber auf Kundenseite noch nicht »gelernt«, wird somit nicht dezidiert nachgefragt und bedarf daher eine genau abgewägten Produktgestaltung. Um in einer solchen Ausgangslage nicht ins Blaue zu entwickeln, lohnte es sich einmal mehr viele Fragen zu stellen: Welche Nutzungsräume kommen für das Produkt in Frage? Welche Personen nutzen das Produkt und wie spricht man diese am Besten an? Handelt es sich eher um ein »Möbel« oder ein »Gerät«? Wie kann man konstruktiv und unter Verwendung von Zukaufteilen die Produktion kosteneffizient aber auch langfristig sicherstellen? Welche Teile müssen für den Transport demontierbar sein? Wie sieht die Bedienlogik und der Service aus? Welche Produktkonfigurationen und Zusatzprodukte kann es geben und auf welchem Weg werde diese vertrieben?

Noch bevor es überhaupt ein konkretes Briefing gab, war so die Möglichkeit gegeben, die Komplexität weitestgehend zu erfassen und vielen Unwegbarkeiten gestalterisch und strategisch vorauszugreifen. Hier zeigt sich dann auch, dass Gestalter zunehmend als Berater gebraucht werden, um Notwendigkeiten im Entwicklungsprozess zu erkennen und vor allem den Kundennutzen im Auge zu behalten. Der Designer wird somit mehr und mehr zum Moderator zwischen den Disziplinen und Stakeholdern. Damit liegt es auch mehr und mehr in seiner Verantwortung mitzubestimmen, welche Themen wann konkret in den Fokus der Arbeit rücken (müssen).

### **Think basic - THINK BIG**

Think basic - THINK BIG, ist ein unverschämt einfaches Rezept. Das Stellen grundlegender Fragen führt die Komplexität vor Augen. Die vielen Fragestellungen bilden den Projektrahmen. Das Zusammen-

spiel ergibt das Große und Ganze. Als generalistisch ausgebildete Gestalter ist es Teil des Berufes, verschiedenartige Anforderungen zu integrieren, also mit Komplexität umzugehen. Die Vorgehensweise verstehen wir als »intuitives« Arbeiten/Wirtschaften im Sinne von Prof. Peter Kruse, der die Intuition als die einzige wirklich funktionierende Möglichkeit beschreibt, mit komplexen Dingen umzugehen. Er sagt sinngemäß: »Intuition ist die Fähigkeit des Gehirns, Komplexität über Musterbildung zu reduzieren. Diese Muster sind jenseits des rationalen Verstehens hilfreich.« Kruse sagt auch, dass das Zerlegen von Komplexität in seine einzelnen Bestandteile, also in Teilprobleme, nicht funktioniert. Es würde dazu führen, dass die Komplexität zerstört wird. Durch die intuitiven Fragestellungen zu den Grundlagen und Zusammenhängen in einem Projekt erreichen wir nicht diese Zerlegung, sondern es wird dadurch die gesamte Komplexität deutlich und kann wiederum die Problemlösung in die richtige Richtung lenken. Laut Kruse führt die Vernetzung von kreativem Potential, das Vernetzen von Wissensressourcen und Kontakten dazu, dass neue Dinge entstehen können. Als Bestätigung dieser Thesen soll gelten, dass wir den Aussagen Kruses schon lange intuitiv nachgekommen sind, noch bevor sie uns das erste mal begegneten.



Abbildung 7: Think big

## Literaturverzeichnis

- Kern, U. (2010): Von der Offensive zur Defensive: Design als integriertes Modell der Unternehmensführung. In: 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 Verlag der Wissenschaften, S.11–24.
- Fiedler, M. (2010): Kosten und Nutzen von Leidenschaft im Design: Das »veloheld.« Eine Fallstudie. In: 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 Verlag der Wissenschaften, S.91–102.
- Kruse, Peter (2008): Beitrag im Internet. „05 Wie reagieren Menschen auf wachsende Komplexität?“. Verfügbar unter: <http://www.youtube.com/watch?v=m3QqDOeSahU&feature=relmfu> [16.05.2012]

## Kontakt

Dipl.-Des. Martin Fiedler  
neongrau. / veloheld.  
Franklinstraße 22  
01069 Dresden  
[www.neongrau.eu](http://www.neongrau.eu)  
[www.veloheld.de](http://www.veloheld.de)



Susanne Nass, Christoph Weber, Sinja Röbig,  
André Stocker, Sönke Krebber & Johannes Mathias

## **Förderung von Kompetenzen in mono- und interdisziplinären Teams bei der rechnerunterstützten Entwicklung ergonomie- und designorientierter Produkte**

### **Einleitung**

Interdisziplinäre Arbeiten gewinnen längst nicht nur in der Hochschullandschaft an Aufmerksamkeit. Selbst dort, wo viele verschiedene Disziplinen auf dichtem Raum nebeneinander existieren, wurde dieses Potential in der Vergangenheit noch allzu selten genutzt. Mittlerweile wird von der Wissenschaftspolitik interdisziplinäre Forschung zunehmend gefordert und ist zudem mit hohen Erwartungen verknüpft (siehe z.B. Hollaender 2003). Daher werden vielerorts nun Kooperationen nicht nur an Rändern der klassischen Disziplinen sondern auch zwischen völlig themenfremden Disziplinen gebildet, wobei der Ruf nach Interdisziplinarität aus Gesellschaft und Politik an die Wissenschaft herangetragen wird (Jungert 2010). Auch in der industriellen Produktentwicklung gewinnt die interdisziplinäre Arbeit getrieben durch kürzere Entwicklungszyklen und komplexere Produkte sowie Funktionsintegration stetig an Bedeutung. Teams in der Produktentwicklung sind meist interdisziplinär und interfunktional zusammengesetzt (Ehrlenspiel 2003, Prasad 1996). Absolventen wissenschaftlicher Disziplinen erwartet daher im späteren Arbeitskontext trotz weiterhin meist fachspezifischer Ausbildung immer häufiger interdisziplinäre Team- und Projektarbeit.

Dabei stellt sich die Frage, was genau interdisziplinäre von monodisziplinärer Teamarbeit unterscheidet und welche zusätzlichen Kompetenzen Studierenden in interdisziplinären Projekten vermittelt werden, welche durch rein monodisziplinäre Projekte nicht beigebracht werden können. Im Rahmen von Lehrveranstaltungen an der Technischen Universität Darmstadt sowie der Hochschule Darmstadt konnte eine monodisziplinäre mit einer interdisziplinären Veranstaltung mit vergleichbarer Aufgabenstellung verglichen werden. Die Ergebnisse der Evaluationen dieser Projekte sind Gegenstand dieses Beitrages.

### **Die Lehrveranstaltungen collaborative Advanced Design Project (cADP) und Technischer Entwurf (TE)**

Um den von Absolventen benötigten Kompetenzen bezüglich Teamarbeit und Projektarbeit einerseits aber auch Interdisziplinarität andererseits nachzukommen, wurde an der Technischen Universität Darmstadt das collaborative Advanced Design Project (cADP) in den Lehrplan integriert. Dieses beruht auf einer für Maschinenbau-studenten verpflichtenden Gruppenarbeit, in der konstruktive Probleme gemeinsam und nach dem Prinzip der minimalen Hilfe gelöst werden müssen. Bei diesem Pflichtprojekt liegt der Fokus nicht nur auf dem reinen Lösen der Aufgabe, sondern vor allem in der Ausbildung und Reflektion von Gruppenprozessen. Die Erweiterung dieses Projektes ist das cADP, in welchem interdisziplinäre Teams aus Studierenden des Maschinenbaus mit den Schwerpunkten Produktentwicklung, Ergonomie und Rechnerunterstützung die Projektaufgabe gemeinsam mit Studierenden der Psychologie und des Industriedesigns bearbeiten.

Während des Studiums erlernen Studierende des Maschinenbaus, des Designs und der Psychologie disziplintypische Methoden zur Gestaltung von Produkten. Schwerpunkte und Methoden des Maschinenbaus liegen unter anderem auf der systematischen und methodischen Analyse und Lösung von Problemen zur technischen Umsetzungen. Die sinnvolle Auslegung einzelner Komponenten des späteren Produktes und das Abstimmen der Komponentenlösungen zur Entwicklung eines sinnvollen und technisch ausgereiften Produktes sind hierbei besonders wichtig. Designstu-

dierende gehen die kreative Ideengenerierung eher konzeptionell und intuitiv an und nutzen unterstützend Methoden wie Mood Boards oder Mind Maps. Psychologiestudierende betrachten den Umgang des Menschen mit Technik und leiten aus seinen menschlichen Eigenschaften Anforderungen an neue Produkte ab. Oft kommt erst mit dem Einstieg in das Berufsleben die Konfrontation mit den Methoden und dem Wissen der anderen Disziplinen. Das cADP ermöglicht den Studierenden bereits während des Studiums in interdisziplinär zusammengesetzten Teams Produkte zu entwickeln und Erfahrung im Umgang mit anderen Berufsgruppen zu erlangen.

Der Fokus des cADPs liegt auf den frühen Phasen der rechnerunterstützten Entwicklung ergonomie- und designorientierter Produkte von der ersten Idee über einen virtuellen Prototypen bis zu einem Funktions- und Designprototypen. Produkte sollen unter Einsatz von disziplintypischen Methoden entwickelt werden. Jedes studentische Team setzt sich jeweils aus drei Maschinenbau-studierenden, einem Psychologie-Studierenden sowie einem Studierenden des Industriedesigns zusammen. Die Studierenden erstellen selbständig einen Zeitplan für die bevorstehende Projektarbeit und verteilen Fachrollen, bestehend aus Spezialisten für Ergonomie, Datenverarbeitung, Design, Projektmanagement sowie einem Teamleiter. Die Aufgabenstellung des cADPs ist offen gestaltet und lässt den Studenten viel Freiraum für eigene Ideen. Begrenzt wird der freie Arbeitsstil lediglich durch die Abnahme von vier Milestones, um das Projekt besser zu strukturieren. Am Ende des Semesters erfolgt eine Abschlusspräsentation vor den Professoren der teilnehmenden Institute, in der die Ergebnisse und der Entwicklungsprozess präsentiert werden. Hier stehen bereits die beschriebenen Funktions- und Designprototypen oder Modelle zur Verfügung.

Parallel zum cADP wird am Fachbereich Gestaltung an der Hochschule Darmstadt ein Technischer Entwurf (TE) angeboten. In diesem monodisziplinären Gruppenprojekt, bestehend aus zwei bis drei Designstudierenden, entwickeln die Teams ein anspruchsvolles technisches Produkt. Im Rahmen des abgesteckten Themengebietes wird die genaue Aufgabenstellung von den Studenten selber definiert und mit dem Dozenten besprochen.

In dieser Lehrveranstaltung sollen sich die Studenten mit Prinzipien und Funktionen aus der technischen Produktwelt befassen, technisch komplexe Zusammenhänge verstehen, neue Materialien kennenlernen und entwurfsbezogen anwenden sowie sich mit verschiedenen Herstellungsverfahren auseinandersetzen. Es wird nicht die präzise Berechnung von Bauteilen verlangt; wichtiger ist es, dass angehende Designer in ihrem kreativen Arbeiten ein Gespür für technisch sinnvolle Lösungen entwickeln und diese in der technischen Produktentwicklung auch anwenden können.

Nach intensiven Rechercharbeiten werden zur Ideenfindung kreative Methoden und Arbeitstools, wie Mood Boards und Mind Maps angewandt. Erste Lösungsansätze werden skizziert oder in einfachen Modellen dargestellt. Dabei können erste Lösungsansätze und Ideen in frühen Entwicklungsphasen noch relativ abstrakt zu einer möglichen Umsetzbarkeit sein, aber gerade diese freiere und kreativere Herangehensweise und Lösungssuche lässt neue und ungewöhnliche Ideen entstehen. Diese Ideen gilt es innerhalb des Projektzeitraumes zu vertiefen und auszuarbeiten. Die Ausarbeitung erfolgt rechnergestützt und mit Funktionsmodellen; technische Fragen müssen geklärt und nachvollziehbar gelöst werden. Die Studenten haben die Möglichkeit, sich einmal wöchentlich mit dem Dozenten zu treffen und die Arbeitsergebnisse zu besprechen. Innerhalb des Semesters werden drei Meilensteinpräsentationen abgenommen. Die Abschlusspräsentation erfolgt mit grafischen Darstellungen und realen Funktionsmodellen.

Im Wintersemester 2011/12 bot sich die Möglichkeit diese beiden studentischen Veranstaltungen mit nahezu identischer Aufgabenstellung »feinmechanische Produkte« beziehungsweise »Miniaturisierung« durchzuführen und in einer explorativen Erhebung Arbeitsweisen der interdisziplinären Teams mit denen monodisziplinärer Teams zu vergleichen. Aus den vorherrschenden Meinungen zur interdisziplinären Zusammenarbeit wurden einige Fragestellungen abgeleitet, welche im Zuge eines Vergleiches zwischen cADP und TE überprüft werden sollten. Auf diese Fragestellungen wird im Folgenden näher eingegangen.

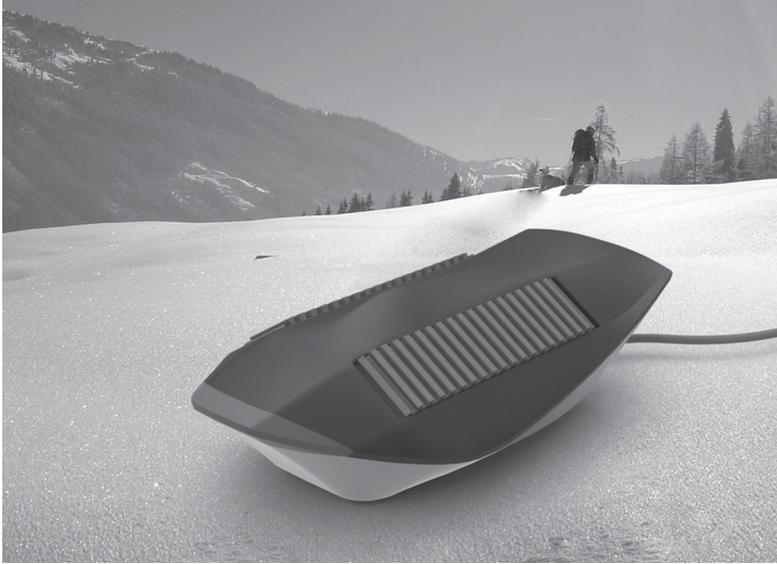


Abbildung 1: Projekte „snow mole“ (Rettungsgerät für Lawinenopfer) und „Sir Slice-a-lot“ (Haushaltsgerät)

Abbildung 2: Projekte „CEOS“ (Energiegewinnung durch Fahrtwind) und „Sonnenblende“



## Fragestellungen

Aufgrund der vielen bereits nachgewiesenen Vorteile interdisziplinärer Produktentwicklung wie beispielsweise einer besseren Qualität der Produkte wird heutzutage eine interdisziplinäre Projektarbeit in Forschung und in Industrie häufig gewünscht und gefördert (Hollander 2003). Jedoch könnte die Zusammenarbeit in interdisziplinären Teams erschwert werden, da von jedem Teammitglied verlangt wird ein Grundverständnis für die anderen Disziplinen zu haben. Diese Meinungen sind aber noch nicht belegt.

Im Rahmen der Befragung soll untersucht werden, ob sich interdisziplinäre Teams weniger zusammengehörig fühlen. Die Vermutung beruht auch darauf, dass die unterschiedlichen fachlichen Hintergründe in interdisziplinären Teams zu einer größeren Diversität der Gruppe führen (Feith et al. 2010). Es ist schwieriger ein einheitliches Verständnis zu unterschiedlichen Begrifflichkeiten und Themenstellungen zu schaffen, da die Teammitglieder unterschiedliche Fachsprachen ihrer Disziplinen verwenden. Dies alles kann etwa zur Bildung von Subgruppen führen, die sich verstärkt von anderen Teammitgliedern abgrenzen, aber auch zu Missverständnissen innerhalb des gesamten Teams führen (Feith et al. 2010). Ebenso gehen unterschiedliche Disziplinen bei der Problemlösung unterschiedlich vor. Daher wurde erwartet, dass sich die Teams des TE zusammengehöriger fühlten. Dies kann darüber hinaus auch zu starken Spannungen im Team führen. Es wurde daher erwartet, dass im cADP die Spannungen innerhalb der Gruppen als höher empfunden wurden als beim TE und dass sich diese vermehrten Spannungen beim cADP auch negativ auf die Arbeitsweise der Gruppen auswirken.

Bei der Betrachtung interdisziplinärer Teams stellt sich außerdem die Frage, inwiefern ein Austausch von Methoden in interdisziplinären Teams beobachtet werden kann. Insbesondere interessiert hierbei, inwiefern die einzelnen Fachdisziplinen sich in der Anwendung der Methoden auf ihre fachspezifischen Methoden beschränken und ob sie sich im Laufe eines Projektes in fachfremde Methoden einarbeiten und diese auch selbständig anwenden. Typische Methoden aus dem Bereich des Maschinenbaus wären hierbei beispielsweise morphologische Kästen oder Anforderungslisten, während es sich

bei Mood Boards und Skizzieren um designtypische Methoden handelt. Die Erwartung an das cADP war, dass die Teammitglieder ihr methodisches Wissen miteinander teilen und gemeinsam auch fachfremde Methoden anwenden.

Besonders die zusätzlich nötige Absprache und damit die erhöhten Kooperationsanforderungen wurden bereits in der Vergangenheit untersucht. Es stellte sich heraus, dass dadurch der Mehraufwand für die Kommunikation enorm anstieg und interdisziplinäre Projekte somit als wesentlich zeitintensiver gegenüber monodisziplinären Projekten betrachtet wurden (siehe z.B. Steinheider & Legrady 2001 oder Studien zusammengefasst von Sukopp 2010), gleichzeitig führen interdisziplinäre Projekte zu einer höheren Motivation und zu einem höheren innovativen Potential (Steinheider & Legrady 2001). Innerhalb der Evaluation des cADP und des TEs sollte untersucht werden, ob sich diese Beobachtungen auch auf studentische interdisziplinäre Projekte übertragen lassen.

Zusammengefasst ergaben sich aus oben aufgeführten Punkten für die Evaluation folgende Behauptungen:

- In interdisziplinären Teams treten häufiger Spannungen auf als in monodisziplinären Teams.
- Die Mitglieder interdisziplinärer Teams fühlen sich weniger zusammengehörig als die Mitglieder monodisziplinärer Teams.
- In interdisziplinären Teams werden von den Teammitgliedern auch fachfremde Methoden angewendet.
- Der Zeitaufwand bei der Bearbeitung von Projekten durch interdisziplinäre Teams ist höher als bei der Bearbeitung durch monodisziplinäre Teams.

### **Durchführung der Befragung**

Um die zuvor vorgestellten Fragestellungen zu untersuchen, wurde eine Befragung der TeilnehmerInnen des cADP und des TE durchgeführt. Die Befragung erfolgte nach Abschluss des Projektes. Jede/r TeilnehmerIn füllte hierbei einen eigenen Fragebogen aus.

Insgesamt nahmen 18 TeilnehmerInnen des cADP und 24 TeilnehmerInnen des TEs an der Befragung teil. Bei den TeilnehmerInnen des cADP handelte es sich um 10 Maschinenbau-, 3 Industriedesign- und 5 Psychologie-Studierende.

Um die Anonymität der TeilnehmerInnen zu wahren, wurden keine persönlichen Daten wie beispielsweise Alter und Geschlecht erfasst. Themenbereiche der Befragung waren unter anderem:

- Herangehensweise an die Aufgabenstellung
- Spannungen im Team und deren Gründe
- Interdependenz der einzelnen Teammitglieder
- Methodenanwendung
- in das Projekt investierte Zeit
- Komplexität und Technikzentriertheit der Aufgabenstellung
- Vor- und Nachteile interdisziplinärer Zusammenarbeit
- mögliche Einbeziehung weiterer Disziplinen
- Den TeilnehmerInnen wurde die Möglichkeit gegeben einzelne Antworten durch Freitext zu ergänzen.

## **Evaluation und Ergebnisse**

Die Befragung der TeilnehmerInnen aus cADP und TE sollte dazu dienen, Unterschiede in der Bearbeitung eines Projektes in interdisziplinären und monodisziplinären Teams herauszuarbeiten. Viele Merkmale wie etwa die Betreuungssituation und Bearbeitungszeit sowie die ähnliche Aufgabenstellung waren bereits durch die organisatorischen Gegebenheiten vergleichbar festgelegt worden. Um eine generelle Vergleichbarkeit der beiden Projekte zu prüfen, wurden auch Fragen zur eigenen Einschätzung der Komplexität sowie des technischen Anspruches der Aufgabenstellung in den Fragebogen integriert. Die Frage, ob die Aufgabenstellung technisch war, wurde ähnlich beantwortet. Die Komplexität der Aufgabenstellung wurde im cADP marginal höher eingeschätzt als im TE (siehe Tabelle 2, 5 und 6). Diese erhöhte Komplexität lässt sich jedoch bereits durch die den Studierenden bisher unbekanntem Ansprüche erklären, die mit der Zusammenarbeit in interdisziplinären Teams einhergehen.

Frage	"ja" Antworten cADP (Antworten gesamt)	"ja" Antworten TE (Antworten gesamt)	$\chi^2$	df	p
1.1 Gingen Sie in Ihrem Team die Aufgabenstellung unterschiedlich an?	16(18)	13(21)	5,844	1,18	0,016
1.2 Das lag an den unterschiedlichen Charakteren innerhalb der Gruppe?	2(16)	13(13)			
1.3 Gab es deshalb Spannungen?	14(16)	7(13)	3,079	1,29	0,004
1.4 Wenn es Spannungen gab, wirkte sich das negativ auf die Gruppenarbeit aus?	4(14)	7(7)	8,400	1,21	0,004
2.1 Waren Sie in Ihrem Team auf andere Teammitglieder angewiesen?	18(18)	13(24)	3,462	1,36	0,063
2.2 Gab es deshalb Spannungen?	6(18)	1(13)	17,25		

*Tabelle 1: Häufigkeiten und Signifikanzwerte von Items zur Herangehensweise an die Aufgabenstellung und Interdependenz der Teammitglieder.*

Im Folgenden sollen weitere Ergebnisse der Befragung vorgestellt werden, die dazu dienen, die zuvor formulierten Fragestellungen zur inter- und monodisziplinären Zusammenarbeit zu beantworten. Vor jedem t-Test wurde ein Kolmogorov-Smirnov Test zur Prüfung auf Normalverteilung der Testwerte berechnet. Für keine der Verteilungen zeigte sich ein statistisch signifikanter Unterschied zur Normalverteilung.

Die TeilnehmerInnen wurden befragt, inwiefern sich die Umgangsweise der Teammitglieder mit der Aufgabenstellung unterschied und ob dies zu Spannungen in der Gruppe führte. Dabei ergaben sich statistisch signifikante Unterschiede in der Herangehensweise an die Aufgabenstellung zwischen interdisziplinären und monodisziplinären Teams. 16 von 18 Befragten in interdisziplinären Teams gaben an, unterschiedlich an die Aufgabenstellung herangegangen zu sein im Gegensatz zu 13 von 21 in monodisziplinären Teams (Tabelle 1, 1.1). Diese unterschiedliche Herangehensweise ergab sich bei monodisziplinären Teams zu 100 % (13/13) aus unterschiedlichen Charakteren innerhalb der Gruppe, während nur 12,5 % (2/16) der Befragten aus dem cADP unterschiedliche Charaktere als Grundangaben (Tabelle 1, 1.2). Dies führte dazu, dass interdisziplinär vergleichsweise häufiger Spannungen auftraten (cADP: 87 % (14/16); TE: 57% (7/13); Tabelle 1, 1.3). Andererseits wirkten sich die aufgetretenen Spannungen bei nur 36 % (5/14) der TeilnehmerInnen des cADPs negativ auf die Gruppenarbeit aus, während dies bei 100 % (7/7) Studierenden im TE der Fall war. Zwar traten in den größeren Teams im interdisziplinären Projekt (5 Teammitglieder statt 2–3 im TE) häufiger Spannungen auf, diese wirkten sich jedoch weniger auf die Gruppenarbeit aus und wurden weniger unterschiedlichen Charakteren und stärker unterschiedlichen Fachrichtungen zugeschrieben. Dagegen führten Spannungen aufgrund unterschiedlicher Charaktere immer zu negativen Auswirkungen auf die Gruppenarbeit. Negative Auswirkungen auf die Gruppenarbeit ergeben sich somit durch Differenzen zwischen Charakteren, nicht durch fachliche Unterschiede. Dies bestätigt die Erkenntnisse von Hollaender, wonach die Disziplinzugehörigkeit keinen Einfluss auf die Kooperation in der Gruppe hat (Hollaender 2003).

Frage	M	cADP	MTE	SD	TE	t	df	p
1 Unsere Gruppe fühlte sich zusammengehörig. (0 = trifft zu; 3 = trifft nicht zu)	0,39	0,5	0,5	0,67	0,67	-0,581	38	0,565
2 In unserer Gruppe tauschten wir uns über unser unterschiedliches Wissen zur Lösung der Gruppenaufgabe aus. (0 = trifft zu; 3 = trifft nicht zu)	0,22	0,55	0,48	0,59	0,59			
3 Wie viel Zeit pro Woche haben Sie persönlich für das Projekt investiert? (Stunden)	19,39	15,3	11,25	9,1	9,1	1,286	39	0,206
4 Wie viel Zeit pro Woche haben Sie persönlich in andere Lehrveranstaltungen investiert? (Stunden)	9,87	16,3	8,39	14,1	14,1			
5 Die Aufgabe war ... einfach (=1), komplex (=100)	81,33	72,39	12,46	18,22	18,22	1,78	39	0,083
6 Die Aufgabe war ... nicht technisch (=1), technisch (=100)	83,06	82,22	9,63	16,38	16,38	0,192	39	0,848
7 Ich würde mir mehr interdisziplinäre Projekte wünschen. (0 = trifft zu; 3 = trifft nicht zu)	0,56	0,52	0,61	0,51	0,51			

**Tabelle 2: Mittelwerte (M), Standardabweichungen (SD) und Signifikanzwerte (t, df, p) zu relevanten Items.**

Ein weiterer Themenkomplex der Befragung befasste sich mit Spannungen im Team aufgrund von Abhängigkeiten von anderen Teammitgliedern. Alle Befragten des cADP, aber nur 13 von 18 TeilnehmerInnen des TE gaben an, dass sie auf andere Gruppenmitglieder angewiesen waren (Tabelle 1, 2.1). Die aufgrund der Abhängigkeit der Teammitglieder voneinander entstehende Spannung (cADP: 6/18; TE: 1/13; Tabelle 1, 2.2) unterschied sich zwischen mono- und interdisziplinären Teams hoch signifikant. Sie wirkte sich aber nur nach einer Angabe negativ auf die Gruppenarbeit aus. Trotz der auftretenden Spannungen fühlten sich interdisziplinäre Teams nicht weniger zusammengehörig als monodisziplinäre Teams (Tabelle 2, 1).

Die Studierenden wurden im Rahmen der Evaluation nach den von Ihnen persönlich angewendeten Methoden befragt. Die Design-Studierenden wendeten die fachtypischen Methoden in der interdisziplinären Arbeit genauso häufig an wie in der monodisziplinären (Mood Boards: cADP 1/3, TE 6/24; Skizzieren: cADP 3/3, TE 24/24; Funktionsmodelle: cADP 2/3, TE 23/24; Vormodelle: cADP 3/3, TE 23/24; Mind Maps: cADP 2/3, TE 10/24). Zusätzlich wendeten Design-Studierende der interdisziplinären Teams Methoden an, die für ihre Disziplin eher untypisch sind. Sehr deutlich ist diese Anwendung fachfremder Methoden beim morphologischen Kasten. Dieser wurde nur von einem monodisziplinär arbeitenden Designer (1/24) angewandt im Gegensatz zu allen Designern in interdisziplinären Teams. Des Weiteren nutzten Maschinenbauer Kreativtechniken und Mood Boards, die eher im Fachbereich Gestaltung verbreitet sind. In den cADP-Gruppen beteiligten sich zudem Psychologen am Erstellen der Modelle, obwohl dies nicht zu ihren Kernaufgaben gehörte. Durch das Anwenden fachfremder Methoden im interdisziplinären Projekt lässt sich ein großer Wissens- bzw. Methodenaustausch erkennen, was sich in der Fragestellung nach dem Austausch von Wissen ebenfalls widerspiegelt (Tabelle 2, 2).

Abschließend wurde der Zeitaufwand in interdisziplinären Teams untersucht. Im interdisziplinären Projekt wurde im Mittel etwa ein Viertel mehr Zeit für das Projekt verwendet als im monodisziplinären Projekt (hier in Stunden pro Woche: cADP: 19,4; TE: 15,3; Tabelle 2, 3). Hinzu kam, dass TeilnehmerInnen des cADPs angaben,

andere Veranstaltungen zurückgestellt zu haben. TeilnehmerInnen des cADP investierten im Mittel nur noch 9,87 Stunden pro Woche in andere Lehrveranstaltungen, während im TeilnehmerInnen im TE laut eigenen Angaben noch 16,3 Stunden in andere Veranstaltungen investiert haben (Tabelle 2, 4). Einige der cADP-TeilnehmerInnen beklagten in offenen Fragestellungen, dass für andere Veranstaltungen zu wenig Zeit verblieb. Unklar ist, ob der erhöhte Zeitaufwand tatsächlich aufgrund von oben genannten Koordinationsproblemen und darauf beruhender erhöhter Komplexität nötig war (siehe etwa Tabelle 2, 5) oder ob sich die Mitglieder durch gegenseitige Motivation zu erhöhter Leistung und Zeitaufwand anspornten. Trotz des erhöhten Zeitaufwandes wünschen sich alle Studierenden mehr interdisziplinäre Projekte (Tabelle 2).

### **Erkenntnisse und Ausblick**

Im Folgenden werden Erkenntnisse aus der Evaluation zusammengefasst und deren Konsequenz für die zuvor formulierten Fragestellungen evaluiert. Daraus können gegebenenfalls Empfehlungen für Aufbau und Einsatz von interdisziplinären studentischen Entwicklungsteams abgeleitet werden.

Es bestätigte sich, dass es in interdisziplinären Teams häufiger zu Spannungen kommt als in monodisziplinären Teams. Dies führten die TeilnehmerInnen auf divergierende Herangehensweise aber auch auf die Abhängigkeit von anderen Teammitgliedern zurück. Allerdings wirkte sich diese Spannung nur selten negativ auf die Gruppenarbeit aus. Es zeigte sich vielmehr, dass Differenzen zwischen Teammitglieder aufgrund fachlicher Unterschiede keinen negativen Einfluss auf die Zusammenarbeit innerhalb der interdisziplinären Teams besitzen. Die Teamarbeit schien stärker durch persönliche Unterschiede zwischen den Teammitgliedern beeinflusst zu werden als durch fachliche Unterschiede und ihre Auswirkung wurde sowohl in interdisziplinären Teams als auch in monodisziplinären Teams durch die Teammitglieder öfter als negativ eingeschätzt. Für eine erfolgreiche Zusammenarbeit ist es daher wichtig das Teamklima zu beachten. Fachliche Unterschiede führen zwar zu Differenzen, fördern aber eher die Zusammenarbeit als diese negativ zu beeinflussen.

Die Behauptung, dass sich interdisziplinäre Teams weniger zusammengehörig fühlen, konnte mit der vorliegenden Befragung nicht bestätigt werden. Es konnten keine statistisch bedeutsamen Unterschiede zwischen interdisziplinären und monodisziplinären Teams gefunden werden.

Des Weiteren konnte nachgewiesen werden, dass fachfremde Methoden von Teammitgliedern in interdisziplinären Teams erlernt und selbständig angewendet werden. Dies führt durch die Vielfalt der Disziplinen und Methoden zu einem höheren Methodeneinsatz in interdisziplinären Teams. Dies könnte auch ein Grund für den erhöhten Zeitaufwand in interdisziplinären Projekten sein. Die Studierenden im interdisziplinären Projekt verwendeten rund 25 % mehr Zeit auf die Durchführung als die TeilnehmerInnen des monodisziplinären Projektes. Das führte ebenso zu deutlichen Abstrichen der zur Verfügung stehenden Zeit für andere Lehrveranstaltungen der interdisziplinären TeilnehmerInnen.

Fraglich ist, ob dieser zeitliche Mehraufwand für Interdisziplinarität gerechtfertigt ist, zumal sich die Studierenden insgesamt mehr interdisziplinäre Projekte wünschen. Steinheider & Legrady (2001) stellten in einer Studie mit 24 TeilnehmerInnen fest, dass in interdisziplinären Teams häufig Probleme in den Bereichen von Wissensintegration und Koordination auftreten, welche zu längeren Produktentwicklungszeiten, Einbußen in Qualität und höheren Kosten sowie zu Klagen der Teammitglieder über höhere Arbeitsbelastung führten. Diese erhöhte Arbeitsbelastung ließ sich auch im Rahmen unserer Evaluation nachweisen.

Zudem stellten Steinheider et al. in ihren Studien fest, dass Erfahrung mit interdisziplinären Teams wichtig ist, weil dadurch Probleme in der Kooperation besser erkannt werden und gegengesteuert werden kann. Die Wissensintegration wird erleichtert durch das Vorhandensein von Grundkenntnissen der anderen Disziplinen (Steinheider & Legrady 2001). Ausgerechnet diese Wissensintegration und das Erlangen von Grundkenntnissen, die auch hier durch die Anwendung der fachfremden Methoden nachgewiesen werden konnte, führt allerdings zunächst zu dem erhöhten Zeitaufwand.

Die Höhe des Nutzens ist ein wichtigerer Einflussfaktor für den Erfolg der Zusammenarbeit und die Erfahrungen darin wirken sich positiv auf die interdisziplinäre Kooperation aus (Hollaender 2003). Vermehrte interdisziplinäre Zusammenarbeit bereits im Studium ist demnach besonders wichtig, um bereits frühzeitig Grundkenntnisse der anderen Disziplinen zu erlernen, dadurch eine Wissensintegration zu erreichen, den Nutzen der Kooperation zu erhöhen und den Zeitaufwand zu minimieren. Eine zielgerichtete interdisziplinäre Ausbildung der Studierenden stellt somit eine gute Vorbereitung für eine effiziente Zusammenarbeit mit anderen Fachkulturen im Berufsleben dar.

### **Danksagung**

Wir danken den TeilnehmerInnen des cADP und des TE für ihre Teilnahme an der Befragung. Besonders möchten wir den Teammitglieder der Projekte snow mole (Jana Birkenbusch, Julian Kersting, Anna Müller, Philipp Schulz, Marko Seidel), Sir slice-a-lot (Sebastian Braun, Rebecca Jopski, Inga Möllinger, Julian Sarnes, Christopher Schwarz), Sonnenblende (Lena Dieter, Daniel Dürr) und CEOS (Andreas Bachmann, Matthias Klas, Sebastian Dehmer) für das verwendete Bildmaterial danken, sowie Katrin Neuheuser und Alisa Boller für ihre Unterstützung in der Codierung, Auswertung und Interpretation der Fragebögen.

### **Literaturverzeichnis**

- Ehrlenspiel, K. 2003: Integrierte Produktentwicklung, 2. Aufl., München
- Feith, A., König, C., Rambo, J., Richter, M., Nass, S. & Geis, C. 2010:  
 cADP - Ergonomie im interdisziplinären Kontext. In: Neue Arbeits- und Lebenswelten gestalten, 56. Frühjahrskongress der GfA, 24.– 26. März 2010, Darmstadt. GfA-Press, Dortmund
- Hollaender, K. 2003: Interdisziplinäre Forschung. Merkmale, Einflussfaktoren und Effekte. Dissertation thesis, Universität Köln
- Jungert, M. 2010: Was zwischen wem und warum eigentlich? Grundsätzliche Fragen der Interdisziplinarität? In: Jungert, M., Romfeld, E., Sukopp, T., Voigt, U. (Hrsg.) 2010: Interdisziplinarität – Theorie, Praxis, Probleme, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt

- Prasad, B. 1996: Concurrent Engineering Fundamentals,  
Volume 1: Integrated Product and Process Organization, New Jersey
- Steinheider, B. & Legrady, G. 2001: Kooperation in interdisziplinären Teams in  
Forschung, Produktentwicklung und Kunst,  
in: Oberquelle, H., Oppermann, R. & Krause, J. (Hrsg.): Mensch & Computer  
2001: 1. Fachübergreifende Konferenz. Stuttgart, Teubner, S. 37–46
- Sukopp, T. 2010: Interdisziplinarität und Transdisziplinarität. Definitionen  
und Konzepte. In: Jungert, M., Romfeld, E., Sukopp, T., Voigt, U. (Hrsg.)  
2010: Interdisziplinarität – Theorie, Praxis, Probleme, Wissenschaftliche  
Buchgesellschaft, Darmstadt

### **Kontakt**

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Susanne Nass  
Technische Universität Darmstadt  
Fachgebiet Datenverarbeitung in der Konstruktion (DiK)  
Petersenstr. 30  
64287 Darmstadt  
nass@dik.tu-darmstadt.de  
[www.dik.tu-darmstadt.de](http://www.dik.tu-darmstadt.de)

Dipl.-Psych. Christoph Weber  
Technische Universität Darmstadt  
Arbeits- und Ingenieurpsychologie  
Klinische Psychologie und Psychotherapie  
Alexanderstraße 10  
64289 Darmstadt  
weber@psychologie.tu-darmstadt.de  
[www.arbing.psychologie.tu-darmstadt.de](http://www.arbing.psychologie.tu-darmstadt.de)

Dipl.-Ing. Sinja Röbig  
Technische Universität Darmstadt  
Institut für Arbeitswissenschaft  
Petersenstr. 30  
64287 Darmstadt  
sinja.roebig@iad.tu-darmstadt.de  
[www.iad.tu-darmstadt.de](http://www.iad.tu-darmstadt.de)

Hochschule Darmstadt / FB Gestaltung  
Dipl.-Des. (FH) André Stocker  
André Stocker Design  
Luisenstrasse 30  
63067 Offenbach am Main  
kontakt@andre-stocker.de  
*www.andre-stocker.de*

Dipl.-Ing. Sönke Krebber  
Dipl.-Ing. Johannes Mathias  
Technische Universität Darmstadt  
Fachgebiet Produktentwicklung und Maschinenelemente  
Magdalenenstr. 4  
64289 Darmstadt  
mathias@pmd.tu-darmstadt.de  
*www.pmd.tu-darmstadt.de*



Sven Richter

## **Agiles Entwerfen – Lektionen aus einem Experiment**

Erfolg macht attraktiv – das gilt auch für die Prinzipien und Methoden der agilen Softwareentwicklung. Diese finden momentan eine weite Verbreitung, denn sie geben offenbar gute oder zumindest bessere Antworten auf die Probleme, mit denen die herkömmlichen Projektmethoden nicht zurende kommen (Royce 1970). Agile, manchmal auch »leichtgewichtig« genannte Methoden vermeiden übermäßige Planung und Spezifikation, sie ersetzen sie durch eine schnelle Abfolge von Zyklen aus Aktion-Reflexion und Neuausrichtung. Sie bevorzugen die Kollaboration unter gleichberechtigten Experten, die Kommunikation statt Weisung. Und sie beziehen den Kunden und späteren Nutzer bereits in die Entwicklungsarbeit mit ein, denn der Kunde ist die wichtigste Informationsquelle, er bestimmt, inwiefern das Produkt für ihn nützlich ist. Durch solche Prinzipien ist es möglich, Zeit- und Budgetüberschreitungen besser zu vermeiden, einen produktiven Umgang mit Ungewissheit und wechselnden Situationen zu entwickeln und schonender mit der menschlichen Arbeitskraft umzugehen (Abrahamsson et al. 2003). So hat sich das Konzept der »Agilität« auch auf andere Bereiche übertragen, z.B. auf die Gründung von Unternehmen (»Lean Start Up«, Ries 2011) oder die Gestaltung von Organisationsstrukturen (»Agile Organisation«, Richardson 2005).

Der Architekt hat beim Entwerfen von Gebäuden genau diese Probleme, die die agilen Prinzipien adressieren: Der Entwerfer muss mit diffusen Zielstellungen beginnen, er arbeitet aus einem Feld komplexer Informationen heraus, die Ausgangssituation und Rah-

menbedingungen ändern sich häufig im Laufe der Arbeit. Zeitdruck und drohende Budgetüberschreitung sind normal. Der Kontakt zum Kunden - in diesem Fall dem Bauherrn - ist vor allem in den frühen Phasen des Entwurfs intensiv. Zugleich stehen dem Architekten unzählige Entwurfsstrategien zur Verfügung ohne dass es einen Königsweg zum gelungenen Entwurf gäbe.

Daher stellt sich die Frage: Lassen sich die agilen Prinzipien der Softwareentwicklung nicht ins architektonische Entwerfen übertragen um deren Vorteile zu nutzen? Diese Frage hat sich das Laboratory for Architecting Innovation (LAI) an der Wissensarchitektur der TU Dresden in einigen experimentellen Modellversuchen gestellt. Die Aufgabe bestand darin, Bürogebäude zu entwerfen, in denen Wissensarbeit, also Forschungs- und entwicklungsarbeit stattfinden soll. Der Genauigkeit halber muss gesagt werden, dass es nicht *die* agilen Prinzipien gibt, es handelt sich eher um ein Bündel von Wertvorstellungen, Philosophien, Rezepten, ausgebauten Vorgehensmodellen, Tools und Methoden. In den Versuchen des LAI war es eher wichtig, agile Ansätze in drei Bereichen zu verfolgen: wie die zu erledigende Arbeit definiert wird, auf welchem Verständnis die Zusammenarbeit im Entwurfsprojekt basiert und wie der Entwurfsprozess gestaltet wird. Außerdem schreibt das Konzept der Agilität keine bestimmte Entwurfsstrategie vor, es sagt nicht inhaltlich, welche Arbeitsschritte in welcher Abfolge zu machen sind. Vielmehr ist es ein formales Rahmenwerk, das Prämissen und gewissermaßen Spielregeln, aber nicht die konkreten Spielzüge festlegt.

Die Frage muss vorerst mit Nein beantwortet werden: Agile Prinzipien lassen sich nicht ohne weiteres auf das architektonische Entwerfen übertragen. So zumindest das Ergebnis der Versuche am LAI. Die Gründe für das Nein sind folgende:

- Die Arbeit beim Entwerfen lässt sich nicht inkrementell begreifen und erledigen.
- Eine Aufgabenteilung zwischen jemanden, der Anforderungen erstellt, und einem, der die Anforderung realisiert, ist im Entwerfen nicht produktiv.
- Ein »schlankes« Entwerfen analog zum »Lean Development« in der Softwareentwicklung ist nicht sinnvoll.

## 1 Inkrementelles Entwerfen

In der agilen Softwareentwicklung spielt die Frage, wie die anstehende Arbeit gegliedert und dann schrittweise erledigt werden soll, eine wichtige Rolle (Larman & Basili 2003). Anstatt am Ende eines Projekts das Produkt einmal als Ganzes abzuliefern, teilt man die Arbeit in kleine Produktteile – Inkremente – auf, das jedes für sich möglichst schon vom Kunden zu nutzen ist. Bildlich gesprochen bäckt man einen Kuchen nicht Schicht für Schicht und liefert ihn dann im Ganzen ab, sondern liefert jeweils schon ein essbares Kuchenstück – wenn es auch nur ein Sechzehntel des gesamten Kuchens ist. Das bringt zum einen den Vorteil, dass man durch die Auslieferung des Inkrements an den Kunden schon Einnahmen erzielen kann, zum andern vermeidet man, dass man bei Zeitmangel oder fehlendem Budget am Ende einer langen Projektlaufzeit Gefahr läuft, noch gar nichts geliefert zu haben.

Für das architektonische Entwerfen wäre ein solches inkrementelles Vorgehen interessant. Kleine Ergebnisse permanent auszuliefern, brächte dem Entwerfer eine gewisse Sicherheit, er würde nicht alles auf die eine Karte des endgültigen Entwurfs setzen. So könnte auch die so häufige Panik und übermäßige Arbeit am Ende der Entwurfsphase vermieden werden. Die Deadline nötigt zwar einen Schub der Kreativität ab, aber die so wichtige Arbeitsressource Kreativität wird so sehr verbraucht, dass sie sich nach Abgabe erst wieder sehr langsam erholt.

In seinen Experimenten verwendete das LAI sogenannte User Stories, um die Inkremente zu definieren. Man denkt dabei vom bereits fertiggestellten Produkt her und beschreibt, wie ein Nutzer mit dem Produkt umgehen möchte, z. B. in dieser Form: »Als Teammanager möchte ich in Sichtnähe meines Entwicklungsteams sitzen, um bei Gesprächsbedarf sofort erreichbar zu sein.« Die User Story hat immer den Aufbau, dass eine Person einen bestimmten Gebrauch machen möchte und dafür Gründe oder Ziele angegeben werden. In der Architektur gibt es häufig sehr stark spezifizierte Raumprogramme, die benötigte Flächen, ihre Funktionen, Raumtiefe, Lichtbedarf, usw. festlegen. Die User Story geht einen Schritt weiter und erzählt sogar die spätere Benutzung durch Personen. Es gab einen Backlog

von User Stories, d.h. eine nach Wichtigkeit priorisierte Liste der User Stories. Diese Liste legt die Reihenfolge der Abarbeitung fest. Das Ergebnis der Versuche am LAI war, dass die inkrementelle Arbeitsaufteilung im architektonischen Entwerfen nicht funktioniert.

### 1.1 Keine inkrementelle Arbeitsgliederung

Die Arbeit beim Entwerfen lässt sich nicht so aufteilen, dass sie inkrementell abzarbeiten und abzuliefern wäre. Die einzelne User Story kann man formulieren, aber sie ist nicht als für sich stehende funktionale Einheit im Entwurf umsetzen. Die Beschreibung durch eine User Story lässt sich nicht isoliert in eine bauliche Gegebenheit umsetzen. Die Anforderung z.B. die Verkehrswege für Mitarbeiter in einer Gebäudeebene zu minimieren, um den Widerstand gegen den Weg zum persönlichen Gespräch zu verringern, kann nicht unabhängig von anderen baulichen Gegebenheiten wie Erschließungen oder Raumtiefen entworfen werden. Die User Stories stehen in so einem starken Abhängigkeitsgefüge, dass der Entwerfer hier nicht additiv vorgehen kann, sondern immer das Ganze Beziehungsgeflecht der Anforderungen berücksichtigen muss. Bildlich gesprochen geht es nicht darum eine Fotografie Pixel an Pixel aufzubauen, sondern als Ganzes allmählich deutlicher werden zu lassen. Die User Stories können im Nachhinein als Kriterien dienen, ob alle Anforderungen erfüllt worden sind. Sie dienen aber nicht dazu, die Arbeit in kleine für sich bearbeitbare Teile zu segmentieren.

### 1.2 Kein inkrementelles Abarbeiten

Ein Entwurf lässt sich ebenso wenig inkrementell abarbeiten. Dem widerspricht auch hier widerspricht der Umstand, dass die einzelnen Anforderungen in einem starken Abhängigkeitsverhältnis zueinander stehen. Das macht es schwer möglich, Teile des Entwurfs in schon fertiger, d.h. auslieferbarer, Form vorzulegen. Natürlich können erste Ideen in Form von Zeichnungen dem Bauherrn vorgelegt werden, um zu prüfen, ob der Entwurf die Intention trifft. Aber das sind noch vorläufige Ergebnisse. Andererseits können sicherlich auch Bauabschnitte als Entwurfsdetail vorgelegt werden, aber diese Details sind nur vom Ganzen des Entwurfskonzepts her zu begreifen. An eine eindeutige Priorisierung und folgegerechte Abarbeitung ist im Entwerfen nicht zu denken. Zu viele Rekursionen, Abänderungen,

Umdeutungen und Korrekturen des bisher entstandenen sind nötig. Zuletzt ist die Abschätzung des Zeitaufwands für die Bearbeitung einer Anforderung sehr schwer abschätzbar, noch weniger einzugrenzen, als es auch in der Softwareentwicklung möglich ist.

### 1.3 Kein Gewinn für die Kreativität

Eine inkrementelle Abarbeitung bringt wenig Gewinn in Bezug auf einen nachhaltigen Umgang mit der Kapazität für kreative Lösungen. Auch wenn es nicht immer so dramatisch geschieht, kommt doch die entscheidende Entwurfsidee sprunghaft nach einer starken Anstrengung. Ist noch genügend Zeit, erkundet der Entwerfer alle Möglichkeiten. Je weniger Zeit er hat, desto mehr ist er bereit, einen bestimmten Satz an Rahmenbedingungen anzuerkennen - er ist bereit, sich einschränken zu lassen und bestimmte Rahmenbedingungen sogar zu ignorieren. Diese Bereitschaft zum Weglassen und Konzentrieren entsteht bemerkenswerterweise nur unter großem Zeitdruck oder aber bei großer Disziplin. Der Entwerfer nimmt aber diese Haltung nicht dadurch ein, dass die Arbeit inkrementell konzipiert ist.

## 2 Verteiltes Entwerfen

In der agilen Produktentwicklung findet man häufig eine Rollenverteilung, die die Verantwortung für das Produkt zwischen Personen aufteilt: Eine Person erarbeitet und verwaltet die Anforderungen und eine oder mehrere andere realisieren sie, indem sie programmieren, testen, usw. Es gibt also eine Person – Product Owner genannt -, diese kümmert sich darum, was zu entwickeln ist, und auf der anderen Seite gibt es Entwickler, deren Expertise darin liegt, dass sie am besten wissen, wie die Anforderung umzusetzen ist (Schwaber & Beedle, 2002). Damit ergibt sich eine klare Trennung: die Kunden- und Anforderungsseite und die technische Seite. Daraus folgt auch ein Kooperationsmodell: die gleichberechtigte Zusammenarbeit zwischen Experten. Es entsteht ein produktives Tauziehen zwischen Kundenwunsch und technischer Machbarkeit. Dieses Modell führt zuweilen soweit, dass es den weisungsberechtigten Manager gar nicht mehr gibt: die Verantwortung für das Gesamtprodukt liegt in den Händen beider Seiten, die sich für ihren eigenen Aufgabenbereich eigenständig organisieren.

Für das architektonische Entwerfen würden in dieser Rollendefinition wiederum einige Vorteile liegen: Zunächst kann sich jeder auf seinen Zuständigkeitsbereich konzentrieren und dadurch die Arbeit intensivieren. Der permanente Klärungsprozess zwischen dem, was der Nutzer bräuchte, und seiner technischen Machbarkeit führt zu einem Qualitätsgewinn. Außerdem vereinbarten der Product Owner und die Entwickler üblicherweise Akzeptanzkriterien, in welchem Fall die Anforderung als erfüllt anzusehen ist. Das geschieht vor der Bearbeitung und gibt damit dem Entwickler zusätzliche Informationen, was er zu erarbeiten hat.

Bei den Versuchen des LAI wurde also ein Product Owner installiert. Dessen Aufgabe war es, die User Stories zu erstellen und sie zusammen mit dem Raumprogramm zu verwalten. Er priorisierte die User Stories nach der Wichtigkeit für den Kunden und formulierte Akzeptanzkriterien, ab wann die Anforderung als realisiert gilt. Auf der anderen Seite gab es mehrere Entwerfer, die sich untereinander bei selbständig koordinierten. Sie stimmten jeweils für einen Entwurfszyklus mit dem Product Owner ab, in welchem Zeitrahmen sie welche User Stories erarbeiten würden. Dieses Rollenmodell erwies sich für den Entwurfsprozess als nicht so produktiv wie erhofft.

### **2.1 Keine eindeutige Rollentrennung**

Zunächst ist im Entwerfen gar nicht eindeutig und leicht zwischen Was und Wie der Anforderung zu unterscheiden. Sobald die User Story konkreter werden sollte, ging diese Arbeit schon in einen Entwurf über. Das wie es zu machen wäre, mischte sich bald ein in die Diskussion. Es gab permanente Überschreitungen, die an sich nicht schlimm sind, die aber das Rollenmodell untergraben. Die Trennung zwischen Anforderung und Entwurf funktioniert nur auf einem sehr abstrakten Level. Offenbar sind im Entwerfen die Klärung des Was und des Wie zu stark verwoben.

### **2.2 Keine objektiven Akzeptanzkriterien**

Akzeptanzkriterien lassen sich im Fall des Entwurfs nicht so objektiv wie gewünscht formulieren – zumindest nicht im Vorhinein. Die Akzeptanzkriterien sind oft vielfältig. Sie betreffen ästhetische Aspekte,

soziale, technische und noch manche andere. Man kann sie nicht auf eine einfache, gut bestimmbare Input-Output-Logik wie im Falle eines Stücks Programmiercodes bringen. Die Kriterien sind im Entwerfen dagegen eher Anlass für Diskussionen, sie machen Unklarheiten deutlich, können aber nicht scharf definiert werden. Bemerkenswerterweise erzeugt der Entwerfer erst indem er zeichnet oder modelliert die Akzeptanzkriterien mit. Denn erst so wird anschaulich, was tatsächlich einer Akzeptanzprüfung unterworfen werden könnte – ob es hier mehr um ästhetische Gesichtspunkte geht, die Gestaltung eines Details, oder doch eher um technische Fragen des Materials.

### **2.3 Keine Figur eines Product Owners**

Ein Vorgang wie der Entwurf eignet sich nicht dazu, von einem Product Owner zu sprechen, der die Verantwortung für das Gesamtprodukt trägt. Der Entwurf gehört viel mehr dem Entwerfer, die Identifikation mit dem, was entsteht, ist beim Architekten groß. Er liefert nicht bloß eine abgearbeitete Anforderung ab, sondern ein persönliches Verständnis, seine Sicht der Dinge. Er kann das nicht leichterdings dem Product Owner übergeben und damit die Verantwortung abgeben. Für die Erfüllung technischer Anforderungen mag das möglich sein. Wenn es um die grundlegende Idee eines Entwurfs geht oder um ästhetische oder soziale Auffassungen, die im Entwurf stecken, ist dies nicht mehr so leicht möglich.

## **3 Schlankes Entwerfen**

Die agilen Entwicklungsprinzipien haben ein großes Vorbild im »Lean Manufacturing«, das vom sogenannten Toyota-Production-System her stammt (Womack & Jones, 2003). Schlank oder eben lean bedeutet in diesem Verständnis, dass man alles im Produktionsprozess vermeidet oder los wird, was nicht Wert für den Kunden schafft. Den Wert bestimmt allerdings der Kunde. Das wendet sich gegen den bedauerlichen und noch weit verbreiteten Irrtum, der den Wert einer Sache damit gleichsetzt, wie viel Mühe und Aufwand die Herstellung gekostet hat. Dieses Prinzip gibt einen Maßstab für Verbesserungen vor, vor allem stetige Verbesserungsversuche, bis unnötige Wartezeit, Arbeitsaufwand und Materialeinsatz getilgt sind.

Natürlich ist es ein weiter Weg von der Fertigung eines Automobils über die Entwicklung von Softwaresystemen bis zum architektonischen Entwurfsprozess. Aber auch hier gibt es den Bedarf an Effizienz, sowohl im Aufwand, den der Kunde bezahlen muss, als auch im Aufwand, den der Architekt selbst betreibt. Und sicherlich ist auch eine Verbesserungskultur gewünscht, ein Erlernen und Ausarbeiten effizienter Entwurfsstrategien. Dafür wäre ein Zielpunkt – der Wert, den der Kunde definiert – nützlich.

Aber auch der Versuch, dieses Prinzip im Rahmen des Entwerfens zu etablieren, hat bislang nicht funktioniert. In den Versuchen des LAI hat das Entwurfsteam nach bestimmten Arbeitszyklen im Entwurfsprozess sogenannte Retrospektiven durchgeführt. Dabei diskutierte das Team die Schwierigkeiten, die beim Entwerfen aufgetaucht sind. Das Team beriet über Änderungen, wie den Schwierigkeiten abgeholfen werden kann. Das Team bewertete auch den Erfolg bisheriger Verbesserungsversuche.

### **3.1 Wertfindung ist die Aufgabe des Entwerfens**

Im Entwurfsprozess sucht man erst noch den Wert für den Kunden. In allgemeiner Form kann er wohl benannt werden. Aber Entwerfen ist vor allem dieser Klärungsprozess, was dem Kunden wichtig ist oder zumindest sein könnte. Ein großer Teil der anfänglichen Entwurfsphasen beschäftigt sich damit, das zu trennen, was der Bauherr will, und das, was er braucht. Das lässt sich nur als Hypothesen in Form von Entwürfen dem Bauherrn vorlegen, damit auch er selbst in eine Klärung seines Bedarfs gehen kann. In diesem Sinne ist jede Zeichnung oder jedes Modell eine gut begründete Vermutung über den Wert, den das spätere Gebäude haben soll. Also liegt die Wertschöpfung im Entwerfen eher in diesen sekundären Werten des Entwurfs: Ob der Kunde die Entwurfsidee gut verstehen kann, ob sie ihm gut kommuniziert wird per Modell, ob die Diskussion über das Gebäude und das, was in ihm stattfinden soll, schnell den richtigen Punkt treffen kann.

### **3.2 Strategievelfalt im Entwurfsprozess**

Es gibt im Entwerfen sehr viele verschiedene Wege, zum Ziel zu kommen. Je nach besonderer Problemstellung der Bauaufgabe

müssen die Methoden und Strategien gewählt, neu angeordnet oder manchmal auch neu entwickelt werden. Dadurch ist es nicht einfach möglich, in kontinuierlichen Verbesserungsdurchläufen die einmal gewählte Strategie zu verbessern. Was in einem Fall eher störender Mehraufwand ist – im Sinne des lean thinking – Verschwendung, kann im anderen Fall zielführend sein. Auch hier geht die versuchsweise Anwendung von Methoden oder Routinen vor einer Tilgung von Mehraufwand. Diese Versuche müssen gemacht werden, sie berechtigen sich selbst erst im Falle des Erfolgs.

### **3.3 Variabilität ist wichtig**

Im Entwerfen kommt es gerade darauf an, anfangs eine große Variabilität der möglichen Lösungen zu entwickeln. Schlankes Entwerfen würde eine Fokussierung verlangen. Diese ist erst in späteren Phasen angebracht, wenn einmal die grundlegende Entwurfsidee gefunden ist. Für das Entwerfen gilt eher das Prinzip des leistbaren Verlusts, es geht darum rechtzeitig zu bemerken, dass der Weg nicht weiterführt und darum aufgegeben werden muss. Jeder Weg erzeugt aber ein Wissen darüber und eine schärfere Bestimmung dessen, was zu tun ist. So wird sich auch ein Irrweg im Nachhinein als nützlich erweisen, weil er dem Entwerfer Beschränkungen klar macht, die vorher nicht offenbar waren. Aber ob ein Weg wirklich diese wenn auch negative Qualität hat, ist bei der Arbeit nicht im Vorhinein festzustellen. Letztendlich findet im Entwerfen so etwas wie ein intelligenter evolutionärer Mechanismus statt: Der nächste Lösungsversuch geht nicht völlig blind los, sondern schon sehr gewählt und gerichtet. Ob er erfolgreich ist – gewissermaßen überlebt –, hängt nicht allein von objektiven Umweltbedingungen ab, sondern auch davon, ob der Entwerfer bestimmte Umweltbedingungen überhaupt anerkennt.

## **4 Diskussion**

Es ist auch nicht in allen Bereichen der Softwareentwicklung möglich, agile Prinzipien anzuwenden. Vor allem dann, wenn es um Arbeiten geht, die selbst Entwurfs- bzw. Designcharakter haben, so z.B. wenn es die Gestaltung des Interface zum Nutzer geht, bei der gute Benutzbarkeit entscheidend ist. Auch hier schafft der Benutzer

Bezüge zwischen Funktionen, die mit einer einfachen Input-Output Funktionalität nicht zu begreifen sind. Auch hier muss im Ganzen entworfen werden.

Ohnehin sind Einwände berechtigt, die sagen, agile Methoden sind ausschließlich für die *Produktentwicklung* anzuwenden, sie sind gedacht für die Implementierung eines Konzepts, aber nicht für dessen Entwurf. Es sind zwei verschiedene Dinge, eine Idee für ein Produkt zu erarbeiten, und diese Idee dann auszudifferenzieren und zu realisieren. Agile Methoden setzen die Idee voraus. Das ist sicherlich richtig – sollte aber nicht daran hindern, mit den nötigen Abänderungen einen Transfer auch für die Entwurfsphase zu versuchen.

Die hier beschriebenen Versuche haben probierenden, experimentellen Charakter. Sie beweisen nicht, dass es prinzipiell unmöglich ist, die agilen Prinzipien auf das Entwerfen zu übertragen. Sie haben sogar eine gewisse Naivität. Es ging um das Ausprobieren, entgegen möglichen Einwänden, auf die man bereits kommt, wenn man die Übertragbarkeit durchdenkt. Erst der tatsächliche Versuch kann solche Einwände auch bestätigen.

## 5 Zusammenfassung

Zusammenfassend kann man sagen: Der Versuch, agile Prinzipien auf den Bereich des architektonischen Entwerfens zu übertragen, hat keinen Erfolg gebracht. Die gewünschte Sicherheit in der Zeitplanung und der Qualität der Ergebnisse hat sich nicht eingestellt. Die Ressource Kreativität lässt sich auch agil nicht besser steuern.

Architektonisches Entwerfen ist in einem gewissen Sinn bereits »agil« – es setzt eine hohe Reaktionsfähigkeit auf sich ändernde Situationen voraus. Kein vorgefertigter, von jedem Entwerfer übernehmbarer Prozess führt zum Ziel. Agile Prinzipien hätten hier die Aufgabe, mehr Ordnung zu schaffen - ganz im Gegensatz zu dem, was sie im Verhältnis zu den herkömmlichen Methoden in der Softwareentwicklung leisten, denn dort sorgen sie für mehr Beweglichkeit, für weniger Gewicht. Der Prozess des architektonischen Entwerfens hätte hier den Bedarf nach mehr Struktur, denn

so kontrolliert und diszipliniert er auch vollzogen werden mag, es bleibt ein großer Anteil an Unvorhersehbarkeit und Individualität. Die Frage bleibt, ob ein prinzipieller Unterschied zwischen Entwurf und Entwicklung den Transfer verhindert - oder ob es einfach bislang nicht gelungen ist, den richtigen Ansatz zu finden.

## Literaturverzeichnis

- Abrahamsson, P., Warsta, J., Siponen, M.T., & Ronkainen, J. 2003:  
New Directions on Agile Methods: A Comparative Analysis. In: ICSE 2003.
- Larman, C. Basili, V. 2003: Iterative and Incremental Development:  
A Brief History. In: Computer, vol. 36 (6), 47–56
- Richardson, K. (Hrsg.) (2005). Managing Organizational Complexity:  
Philosophy, Theory, and Application. Greenwich, CT: Information Edge Press.
- Ries, E. 2011: The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to  
Create Radically Successful Businesses. New York: Crown Business.
- Royce, W. 1970: Managing the Development of Large Software Systems.  
In: Proceedings of IEEE WESCON, 26, 1–9
- Schwaber, K., Beedle, M. (2002): Agile software development with Scrum.  
Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Womack, J., Jones, D.T. 2003: Lean Thinking, London: Simon & Schuster.

## Kontakt

Sven Richter, M. A.  
Technische Universität Dresden  
Wissensarchitektur  
LAI – Laboratory for Architecting Innovation  
Zellerscher Weg 17  
01062 Dresden  
*[www.architectinginnovation.net](http://www.architectinginnovation.net)*



# **Konzepte einer ökologischen und flexiblen Flugzeugkabine sowie reale und künstliche Alterungseffekte an Kabinenbauteilen**

## **Einleitung**

Die globale Erwärmung als auch neue Regularien und Richtlinien zwingen die Flugzeughersteller und die Fluggesellschaften ihre Emissionen über den kompletten Life-Cycle eines Flugzeuges zu reduzieren. Über den Life-Cycle eines Flugzeuges gesehen, fallen während der Nutzungsphase eines Flugzeuges mit 98% CO<sub>2</sub> die meisten Emissionen an (Airbus Operations GmbH 2009). Dementsprechend stellt die Nutzungsphase den größten Hebel dar, um eine deutliche Senkung der Emissionen umzusetzen. Nach dem Advisory Council for Aeronautics in Europe (ACARE) lässt sich eine Reduktion der Emissionen während der Nutzungsphase vorzugsweise durch aerodynamische Verbesserungen, eine Gewichtsreduktion, neue Flugzeugkonzepte und eine erhöhte Kapazität innerhalb der Flugzeugkabine umsetzen (ACARE 2002).

Neben der Nutzungsphase ist jedoch auch die Entsorgung der Flugzeuge vor allem für die Flugzeughersteller von großer Bedeutung. Denn ab dem Jahr 2015 soll die neue ISO 14001 in Kraft treten, jene neue europäische Vorschrift, die Flugzeughersteller mit Auto-

mobilproduzenten gleichsetzt. Ab diesem Zeitpunkt müssen die Flugzeughersteller selbst für ihre ausgedienten Flugzeuge die Verantwortung übernehmen und müssen diese zurücknehmen (P.M. Welt des Wissens). Aktuell werden ausgemusterte Flugzeuge auf gigantischen Flugzeug-Friedhöfen in Arizona oder Kalifornien geparkt. Dort warten die Flugzeuge entweder auf wirtschaftlich bessere Zeiten oder auf ihre Entsorgung und Recycling. Das Recycling der Flugzeuge ist von Airbus Operations GmbH in dem Projekt PAMELA, Process for Advanced Management of End of Life Aircraft, an einem Airbus A300 untersucht worden. Ergebnis dieses Projektes ist unter anderem die Aussage über das Wiederverwertungs- und Recycling-Potential an diesem Flugzeug. Von großer Bedeutung ist dabei, dass das Kabinen- und Cargo-Lining zu den Komponenten zählt, die nicht wiederverwertet werden können und ein geringes Potential an Recycling bieten (Airbus Operations GmbH 2008). Aus diesem Grund ist es wichtig auch das Potential eines späteren Flugzeug-Kabinenrecycling zu maximieren, vorzugsweise durch neuartige Verbundwerkstoffe und Verbundbauweisen. In dem Zusammenhang mit einer möglichen Integration neuer Werkstoffe sowie neuer Werkstoffarchitekturen für Kabinenkomponenten stellt sich die Frage nach möglichen Alterungseffekten dieser Kabinenkomponenten. Bei den Alterungseffekten spielt hinsichtlich eines ökologischen Kabineninterieurs vor allem eine mögliche Feuchtigkeitsaufnahme der Kabinenkomponenten eine Rolle. Diese sorgt nicht nur für einen Zuwachs des gesamten Kabinengewichts, sondern kann in Form einer möglichen Feuchtigkeitsaufnahme auch zu einer Änderung der ursprünglichen Materialparameter führen, was beispielsweise zu einer Änderung des akustischen Dämmungsverhaltens der Lining-Elemente führen kann.

Es ist bekannt, dass sowohl Absorption von Feuchtigkeit als auch thermische Einflüsse in der Lage sind die physikalischen Eigenschaften zwischen Fasern und Matrix zu verändern. Feuchtigkeit kann die Eigenschaften der Matrix herabsetzen, die thermischen Einflüsse hingegen können Mikrorisse in die Struktur induzieren. Die Mikrorisse resultieren dabei durch ein »anschwellen« der Matrix des Verbundwerkstoffes durch die Feuchtigkeit. Hinsichtlich einer Feuchtigkeitsaufnahme des Verbundwerkstoffes können zwei Effekte eintreten:

- Veränderungen der mechanischen Eigenschaften im Zusammenhang mit einer Feuchtigkeitsaufnahme. Die Veränderung der mechanischen Eigenschaften ist jedoch reversibel durch entsprechende Trocknung des Verbundwerkstoffes
- Veränderungen der mechanischen Eigenschaften, die trotz mehrfacher Trocknung vorhanden sind (F. Morganti et al. 1983).

Weiterhin ist bekannt, dass eine mögliche Feuchtigkeitsaufnahme der Verbundwerkstoffe auch vom verwendeten Harzsystem, der verwendeten Faser-Typen und der gewählten Architektur des Verbundwerkstoffes abhängig ist. Aramid-Fasern tendieren zu einer geringeren Aufnahme von Feuchtigkeit als beispielsweise Naturfasern (Manfred Neitzel 2004). Dabei kann eine Aufnahme von Feuchtigkeit positive wie negative Auswirkungen auf die Eigenschaften des Verbundwerkstoffes nehmen (Schürmann 2007). Eine wesentliche Besonderheit hinsichtlich einer Feuchtigkeitsaufnahme von Verbundbauweisen findet man im Flugzeugbau mit Sandwichstrukturen. Diese finden vor allem in der Flugzeugkabine ein weites Anwendungsspektrum für Lining-Komponenten. Werden als Kernstruktur dabei Wabenkerne verwendet »und liegen kleine Undichtigkeiten (Kapillaren) vor, so findet man folgende Form der Feuchteaufnahme. Nach einem Flug in großer Höhe, bei dem sich in den Waben Unterdruck eingestellt hat, wird am Boden durch die Kapillaren feuchte Luft in die Waben eingesogen. Beim anschließenden Flug in großer Höhe kondensiert die Feuchte und fällt als Wasser aus. Auf diese Weise erhöht sich mit jedem Flug die Feuchte in der Wabe; sie »pumpt« sich regelrecht mit Wasser voll. Neben der erheblichen Gewichtszunahme besteht schließlich sogar die Gefahr des Platzens durch Auffrieren. Das Problem betrifft in erster Linie Waben im Randbereich einer Sandwichstruktur. Eine Abhilfe besteht darin, belüftbare Kernstrukturen, z.B. Faltkerne einzusetzen« (Schürmann 2007).

Inwieweit Alterungseffekte durch Feuchtigkeit und Temperatur in der Flugzeugkabine an Lining-Komponenten auftreten, wird nachfolgend beschrieben. Dazu werden Maßnahmen beschrieben, die

versuchen durch neuartige Kabinenkonzepte, Materialien und Flexibilität innerhalb der Flugzeugkabine einer ökologischen Flugzeugkabine gerecht zu werden.

### **Alterungseffekte an Kabinenbauteilen**

Wie aus der Literatur bekannt, treten an Verbundwerkstoffen Alterungseffekte auf, welche die physikalischen Eigenschaften des Werkstoffverbundes verändern können. Diese Änderungen der Eigenschaften können sowohl reversibel als auch irreversibel sein. In der Untersuchung der Alterungseffekte an Kabinenbauteilen wird in diesem Fall lediglich die Alterung in Form einer möglichen Feuchtigkeitsaufnahme untersucht. Dabei sind vorzugsweise die Veränderung der Durchbiegung sowie Gewichtsschwankungen durch eine mögliche Feuchtigkeitsaufnahme erfasst worden. Beide Parameter haben in Form des Flächengewichtes und der Biegesteifigkeit wiederum einen Einfluss auf die Schalldämmungseigenschaften der Lining-Elemente.

Die Untersuchung der Alterungseffekte basiert zunächst auf der Erfassung realer Alterungseffekte innerhalb einer Flugzeugkabine. Im Anschluss ist eine künstliche Alterung innerhalb einer Klimakammer durchgeführt worden, um das Verhalten der Lining-Elemente unter extremen Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen zu testen. Für die Untersuchungen sind Deckenverkleidungen verwendet worden.

### **Reale Alterungseffekte**

Reale Alterungseffekte an Lining-Elementen der Flugzeugkabine durch eine etwaige Feuchtigkeitsaufnahme sind sehr schwer festzustellen. Dieses liegt vor allem an den vorliegenden Fertigungstoleranzen des Kabinen-Linings. Die Abbildung 1 beschreibt die Gewichte von neun Deckenverkleidungen der gleichen Bauart. Die Deckenverkleidungen sind alle vom gleichen Typ und aus dem gleichen Material hergestellt, trotzdem weisen die Deckenverkleidungen deutliche Gewichtsschwankungen auf. Weiterhin wird aus Abbildung 1 deutlich, dass das Gewicht dieser Panele zwischen Herstellung und Einbau in die Flugzeugkabine zugenommen hat. Es

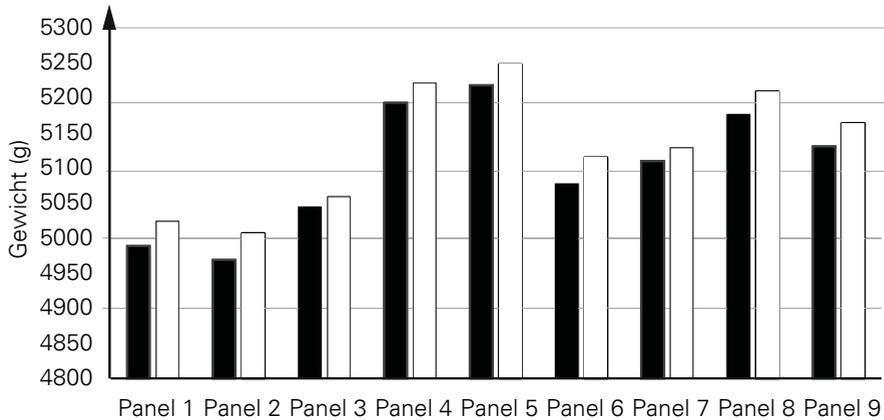


Abbildung 1: Gewichtsschwankungen zwischen Deckenverkleidungen gleicher Art nach der Fertigung und vor dem Einbau in die Flugzeugkabine

liegt die Vermutung nahe, dass sich dieser Gewichtszuwachs durch die Aufnahme von Feuchtigkeit eingestellt hat.

Es ist somit von einer allgemeinen Feuchtigkeitsaufnahme und Alterung auszugehen. Die Alterung durch eine Aufnahme von Feuchtigkeit lässt sich durch die einfache Methode der Erfassung der Gewichtsunterschiede in der Realität bei verschiedenen alten und unterschiedlich lang genutzten Verkleidungselementen nur schwer belegen, da gemessene Gewichtsunterschiede auch aus Fertigungstoleranzen resultieren können. Ältere Untersuchungen von Airbus Operations GmbH an Materialproben eines CF-EP-Prepregsystems (913C/T300) zeigen jedoch, dass diese Proben Feuchtigkeit aufnehmen. Die Aufnahme der Feuchtigkeit ist dabei recht träge, teilweise stellt sich eine Sättigung erst nach sieben Jahren ein, und die Feuchteaufnahme ist abhängig von den klimatischen Umgebungsbedingungen in denen das Flugzeug operiert. Abbildung 2 beschreibt nachfolgend die Feuchteaufnahme sowie die Sättigungfeuchten der Reiseproben (Schürmann 2007).

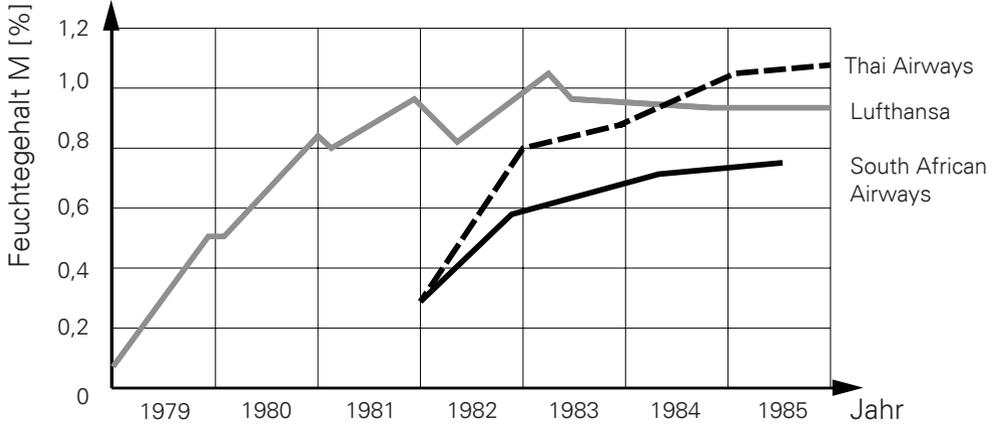


Abbildung 2: Feuchtaufnahme in Reiseproben sowie Sättigungsfeuchten in Abhängigkeit vom Einsatzprofil des Bauteils, d.h. dem Operationsraum der Fluglinie. CF-EP-Prepregsystem (913/T300), 3 mm dick; siehe auch DIN EN 2823 (1999), (Schürmann 2007)

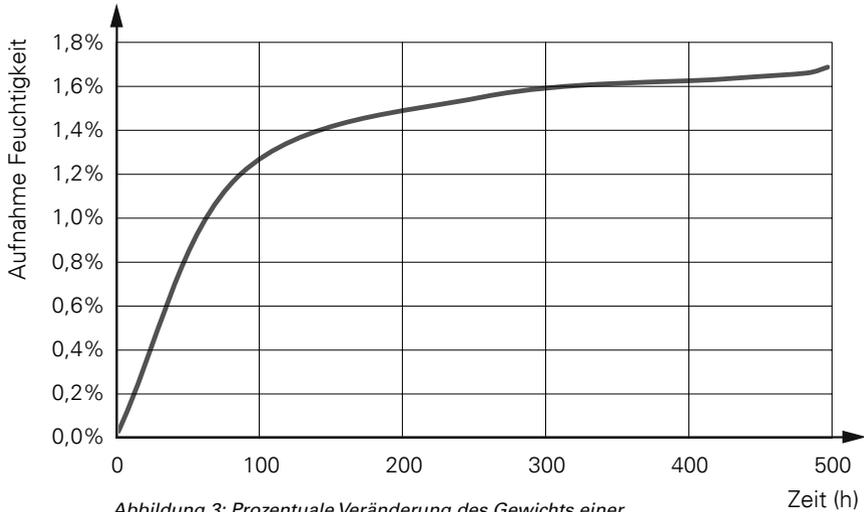


Abbildung 3: Prozentuale Veränderung des Gewichts einer Deckenverkleidung aus dem Jahr 1998 während der Einlagerung in einer Klimakammer bei 35 °C und 85 % rel. Luftfeuchtigkeit

Es ist unter realen Bedingungen somit davon auszugehen, dass die Verbundwerkstoffe, die in der Flugzeugkabine zum Einsatz kommen, durch Feuchtigkeitsaufnahme altern. Die Sättigungsfeuchten stellen sich dabei in Abhängigkeit des Operationszeitraums der Fluggesellschaft ein. Inwieweit sich diese Sättigung eher durch Diffusionsprozesse von Feuchtigkeit in die Kernstruktur der Sandwichbauteile oder in die Decklagen des Werkstoffverbundes einstellt, ist unklar.

### **Künstliche Alterung**

Unter künstlicher Alterung wird in diesem Zusammenhang das Altern von verschiedenen Deckenverkleidungen in einer Klimakammer verstanden. Dabei wird untersucht, inwieweit sich unter extremen Umgebungsbedingungen eine Feuchtigkeitsaufnahme der Deckenverkleidungen einstellt und die mögliche Aufnahme von Feuchtigkeit zu einer Veränderung der Biegesteifigkeit in Form der Durchbiegung und zu einer Veränderung der akustischen Dämmungseigenschaften führt. Die gewählten Umgebungsbedingungen innerhalb der Klimakammer waren dabei eine Temperatur von 35 °C und eine relative Luftfeuchtigkeit von 85 %.

Insgesamt sind drei Deckenverkleidungen untersucht worden. Für jede Deckenverkleidung ist zunächst vor Beginn der Einlagerung in der Klimakammer das Gewicht, die Durchbiegung bei definierten Lasten und das Schalldämmmaß ermittelt und gemessen worden. Nach Ende der Einlagerung der Deckenverkleidungen in der Klimakammer sind das Gewicht, die Durchbiegung und das Schalldämmmaß nochmals ermittelt worden und den gemessenen Ausgangswerten gegenübergestellt worden. Lediglich die Veränderung des Gewichts der Deckenverkleidungen durch eine etwaige Aufnahme von Feuchtigkeit ist während der Einlagerung in der Klimakammer fortlaufend dokumentiert worden. Abbildung 3 beschreibt die prozentuale Veränderung des Gewichts der Deckenverkleidung in der Klimakammer.

Nach der Einlagerung von fast 500 Stunden bei 35 °C und 85 % rel. Luftfeuchtigkeit nimmt neben dem Gewicht auch die Durchbiegung der Deckenverkleidung im Vergleich zur Ausgangsdurchbiegung deutlich zu (vergleiche Abbildung 4).

Eine Erhöhung des Flächengewichts und eine Verringerung der Biegesteifigkeit haben nach den theoretischen akustischen Grundlagen (Hermann Henn et al. 2008) einen positiven Einfluss auf das Schalldämmmaß und den damit verbundenen Koinzidenzeffekt. Demzufolge müssten sich durch die gemessenen Veränderungen hinsichtlich Gewicht und Durchbiegung auch positive Änderungen im Schalldämmmaß einstellen. Das ermittelte Schalldämmmaß der Deckenverkleidung vor und nach Einlagerung in der Klimakammer ist in Abbildung 5 dargestellt.

Aus Abbildung 5 wird deutlich, dass die Einlagerung der Deckenverkleidung in der Klimakammer unter den extremen Umgebungsbedingungen keinen Einfluss auf die Dämmungseigenschaften der Deckenverkleidung hat. Das Schalldämmmaß ist nahezu über den kompletten Frequenzbereich identisch und auch eine durch die Verringerung der Biegesteifigkeit anzunehmende Verschiebung der Koinzidenzfrequenz in Richtung höherer Frequenzen tritt nicht auf. Eine Alterung der Kabinenkomponenten durch die Aufnahme von Feuchtigkeit hat somit keine Einflüsse auf die akustischen Dämmungseigenschaften der betrachteten Kabinenkomponenten.

### **Ökologische Kabinenkonzepte**

Unter ökologischen Kabinenkonzepten wird in diesem Zusammenhang zwischen zwei Arten von Konzepten unterschieden. Auf der einen Seite die reinen Kabinenkonzepte, die durch eine Gewichtsreduktion darauf abzielen die entstehenden Schadstoffemissionen während der Nutzungsphase der Flugzeuge zu reduzieren. Auf der anderen Seite werden neue Werkstoffverbunde betrachtet, die durch neue Werkstoffe und geänderte Architekturen einen Mehrwert innerhalb der Flugzeugkabine erzielen. Dieser Mehrwert soll vorzugsweise durch die Integration von Funktionen geschehen. Darunter ist zu verstehen, dass Funktionen von vorliegenden, in der Kabine genutzten Kabinenkomponenten in die neuen Werkstoffverbunde integriert werden. Durch diese gezielte Integration von Funktionen stellt sich bestenfalls eine Verringerung der in der Flugzeugkabine zu integrierenden Komponenten sowie, damit einhergehend, eine Gewichtsreduktion ein.

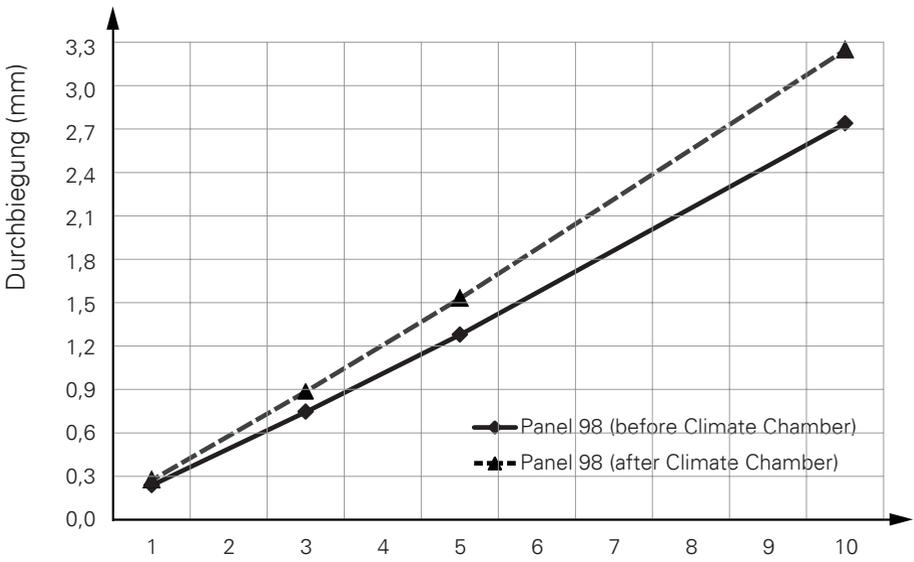


Abbildung 4: Durchbiegung der Deckenverkleidung vor und nach Einlagerung innerhalb der Klimakammer

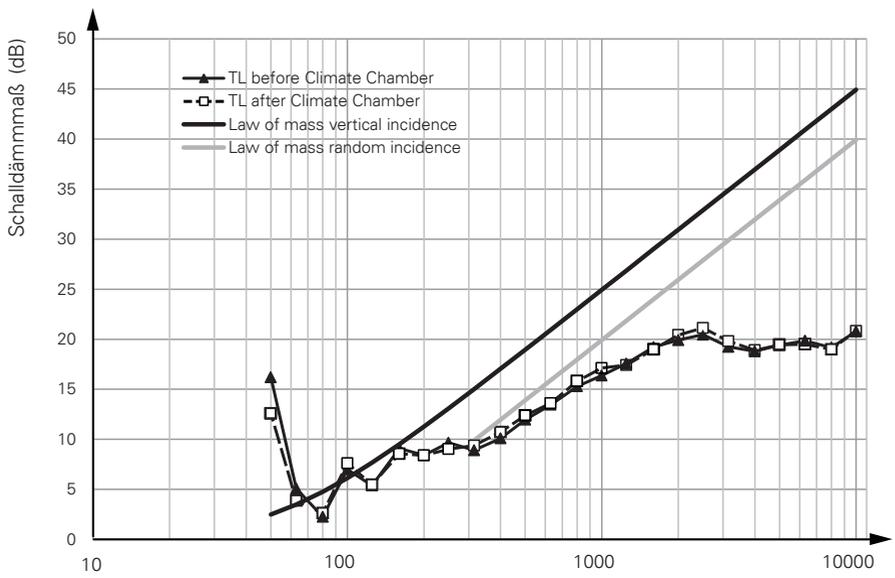


Abbildung 5: Schalldämmmaß einer Deckenverkleidung vor und nach der Einlagerung in einer Klimakammer unter 35°C und 85% Luftfeuchtigkeit

## Flugzeugkabinenkonzepte

Nach dem Advisory Council for Aeronautics in Europe (ACARE) besteht eine Möglichkeit für eine Reduktion der Emissionen während der Nutzungsphase der Flugzeuge in einer allgemeinen Gewichtsreduktion. Innerhalb der Flugzeugkabine sind die verbauten Kabinenkomponenten hinsichtlich des Gewichts jedoch schon so weit optimiert, dass eine weitere Gewichtsreduktion zu einer Verschlechterung der mechanischen, akustischen und auch thermischen Eigenschaften führen kann. Somit ist eine weitere Gewichtsreduktion nicht durch die Optimierung einzelner Komponenten vorstellbar sondern eher durch die Umsetzung neuer Kabinenkonzepte. Bei den Kabinenkonzepten handelt es sich zum Teil um sehr radikale Kabinenkonzepte, die dem Passagier zum Teil deutlich weniger Komfort bieten. Der grundlegende Antritt bei den Konzepten ist es Konzepte zu entwickeln, die eine deutliche Reduktion des Kabinengewichts ermöglichen, auch wenn dadurch dem Passagier weniger Komfort geboten wird. Denn steigende Rohstoffpreise führen zwangsläufig zu höheren Preisen für Flugtickets. Um also dem Passagier in Zukunft weiterhin kostengünstige Flugtickets durch einen verringerten Kerosinverbrauch anbieten zu können, muss dieser zwangsläufig auf Komfort verzichten, so dass eine Reduktion des Kabinengewichts umgesetzt werden kann.

Eine Möglichkeit für eine deutliche Gewichtsreduktion der Flugzeugkabine ist eine Flugzeugkabine ohne Hatracks (Handgepäckstauflächen). Ein Beispiel ist in Abbildung 6 dargestellt.

Eine Flugzeugkabine ohne Handgepäckstauflächen hat den Vorteil einer deutlichen Gewichts- und daraus resultierend auch Emissionsreduktion. Jedoch entstehen für den Passagier deutliche Nachteile, da dieser nicht mehr die Möglichkeit hat sein Handgepäck mit in die Kabine zu nehmen oder nur noch ein deutlich verringertes Volumen an Handgepäck. Sofern bei einer Kabine ohne Handgepäckstauflächen für den Passagier weiterhin die Möglichkeit besteht Handgepäck mitzuführen, gibt es Konzepte, die ein Verstauen des Handgepäckes unter dem eigenen Sitz oder an dem Vordersitz ermöglichen.



*Abbildung 6: Konzeptionelle Darstellung einer Flugzeugkabine ohne Hatracks in einem Twin-Aisle*

## **Neue Materialien**

Neben einer Gewichtseinsparung durch zum Teil radikale Kabinenkonzepte besteht eine weitere Möglichkeit in der Integration neuer Materialien für entsprechende Kabinenkomponenten. Die neuen Werkstoffe bieten bestenfalls bessere physikalische und mechanische Eigenschaften als die bisherigen Werkstoffe oder bessere Möglichkeiten hinsichtlich der Funktionsintegration. Das Fraunhofer Institut für Polymermaterialien und Composite (PYCO) hat neuartige Kernstrukturen weiterführend untersucht. Dabei handelt es sich um eine Noppenwaabe. »Noppenwaaben sind ein leichtes, kostengünstiges Kernmaterial für Sandwichpaneele. Das Material weist eine drei-dimensionale Noppenstruktur in einem mit Reaktivharz fixiertem Textil auf. Durch Variation des Materials (Textil und Reaktivharz), der Noppengeometrie (Höhe, Durchmesser, Anordnung) und der Sandwich-Decklagen lassen sich die Eigenschaften (insbesondere mechanische und Brandeigenschaften) des Paneels für jede Anwendung individuell einstellen. Ein Noppenwaabensandwich erzielt im Vergleich mit einem Aramidpapier-Honeycomb-Paneel

bei analoger Konfiguration ähnlich gute Sandwicheigenschaften« (Bauer 2006). Aus ökologischen Gesichtspunkten besteht ein weiterer Vorteil darin, dass die Noppenwaabe drainierbar ist und somit im Vergleich zu Honeycomb-Kernstrukturen mit einer geringeren Gewichtszunahme durch eine etwaige Feuchtigkeitsaufnahme zu rechnen ist. Weiterführende Untersuchungen an Materialproben mit Noppenwaabekern haben gezeigt, dass diese im Vergleich zu Kernstrukturen aus Honeycomb akustisch bessere Eigenschaften aufweisen. Dieses wird aus Abbildung 7 deutlich. In der Abbildung ist das Schalldämmmaß eines Sandwichverbundes mit Noppenwaabekern dem Schalldämmmaß eines Sandwichverbundes mit Honeycombkern gegenübergestellt. Die verwendeten Materialproben weisen dabei gleiche Deckschichten und Festigkeitswerte auf, lediglich die Kernstruktur unterscheidet sich voneinander.

Die Dämmungseigenschaften eines Sandwichverbundes mit Noppenwaabekern sind vor allem im hochfrequenten Bereich einem Sandwichverbund mit Honeycombkern überlegen. Selbst beim anzunehmenden Koinzidenzeinbruch des Sandwichverbundes mit Noppenwaabekern bei ca. 8000 Hz liegt das Schalldämmmaß weiterhin über dem Schalldämmmaß des Sandwichverbundes mit Honeycombkern.

Aus ökologischer Sicht können die deutlich besseren Dämmeigenschaften eines Sandwichverbundes mit Noppenwaabekern in der Flugzeugkabine dazu beitragen, dass weniger Sekundärsolierung als akustische Dämmung benötigt wird. Dieses würde zwangsläufig zu einer Reduktion des Kabinengewichts führen.

### **Zusammenfassung**

Kabinenkomponenten nehmen im realen Flugbetrieb Feuchtigkeit auf. Aufgrund der Fertigungstoleranzen der Kabinenkomponenten wie Deckenverkleidungen ist es jedoch sehr schwer eine Aussage über eine etwaige Feuchtigkeitsaufnahme zu treffen, wenn das Gewicht der entsprechenden Kabinenkomponenten nach der Fertigung nicht bekannt ist.

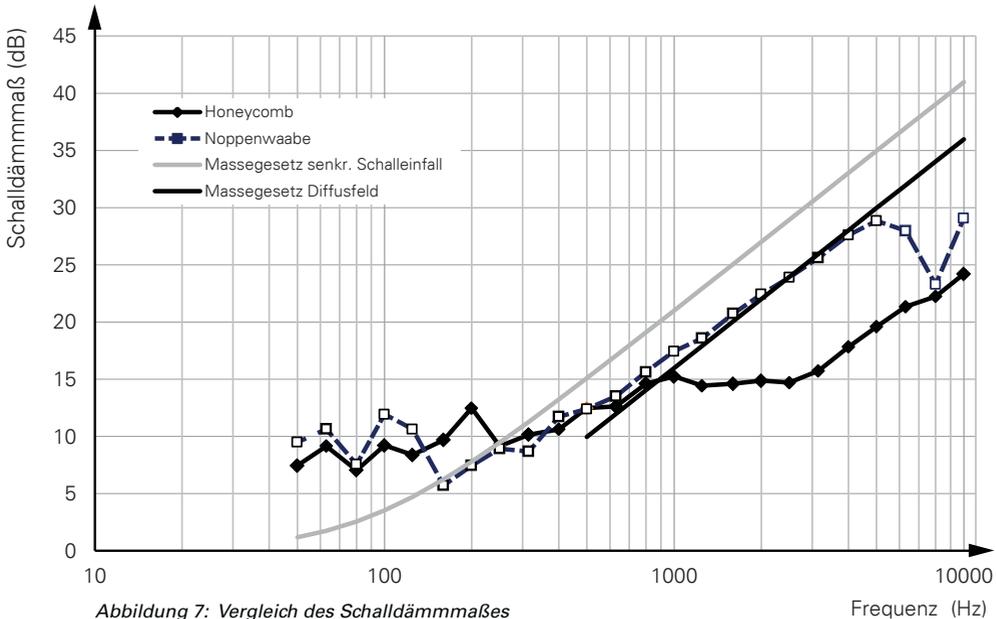


Abbildung 7: Vergleich des Schalldämmmaßes zwischen Honeycomb und Noppenwaabe

Eine künstliche Alterung von Deckenverkleidungen in einer Klimakammer unter extremen Umgebungsbedingungen zeigt, dass diese Feuchtigkeit aufnehmen. Des Weiteren ändert die Feuchtigkeitsaufnahme die mechanischen Eigenschaften der entsprechenden Kabinenkomponenten in der Form, dass diese biegeweicher werden.

Betrachtet man die Feuchtigkeitsaufnahme aus ökologischer Sicht, so ist diese negativ zu bewerten, da die Flugzeugkabine im Gewicht zunimmt. Aus Sicht des Passagierkomforts hat die Feuchtigkeitsaufnahme an einer einfachen Deckenverkleidung keine negativen Auswirkungen, da die Dämmungseigenschaften der untersuchten Deckenverkleidung trotz Feuchtigkeitsaufnahme unverändert bleiben und sich somit auch der Schallpegel in der Flugzeugkabine nicht verändern sollte.

Radikale Kabinenkonzepte wie eine Flugzeugkabine ohne Hatracks weisen durch eine Gewichtsreduktion ein deutliches ökologisches Potential auf. Kritisch zu betrachten ist dabei jedoch immer, inwieweit solche radikalen Kabinenkonzepte auf Akzeptanz beim Passagier stoßen.

Weiterhin können neuartige Werkstoffe durch ihre deutlich besseren akustischen Eigenschaften dazu beitragen, dass eine weitere Gewichtseinsparung erzielt wird, indem die bisherigen Komponenten in der Kabine zur akustischen Dämmung komplett wegfallen oder reduziert ausgeführt werden können.

### Literaturverzeichnis

- ACARE. 2002. Strategic Research Agenda Volume 1 & Volume 2. Brüssel: s.n. 2002.
- Airbus Operations GmbH. 2008. PAMELA-Life: Main Results of the project. 2008.
- Airbus Operations GmbH. 2009. Streamlined Life Cycles Assessment. Hamburg : s.n.
- Bauer, Prof. Dr. Sc. Nat. Monika. 2006. Fraunhofer PYCO. [Online] 8 2006. [Zitat vom: 5. 3 2012.] <http://www.pyco.fraunhofer.de/de/publikationen/institutsflyer.html>.
- Effects of Moisture and Thermal Ageing on Structural Stability of Sandwich Panels.  
F. Morganti, M. Marchetti, G. Reibaldi. 1983. Budapest : s.n., 1983. 34. Congress of the International Astronautical Federation (IAF).
- Hermann Henn, Gh. Reza Sinambari, Manfred Fallen. 2008. Ingenieurakustik - Physikalische Grundlagen und Anwendungen. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.
- Manfred Neitzel, Peter Mitschang. 2004. Handbuch Verbundwerkstoffe - Werkstoffe, Verarbeitung, Anwendung. München: Carl Hanser Verlag 2004.
- P.M. Welt des Wissens. [Online] [Zitat vom: 02. 04 2012.] <http://www.pm-magazin.de/a/vom-schrottplatz-auf-die-startbahn>.
- Schürmann, Helmut. 2007. Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden, 2. bearbeitete und erweiterte Auflage. Darmstadt : Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007.

## **Kontakt**

Dipl.-Ing. Patrick Rollfink  
Patrick.rollfink@eads.net

Nils Ischdonat, M. Sc.  
Nils.ischdonat@eads.net

EADS Deutschland GmbH  
Nesspiel 1  
21129 Hamburg