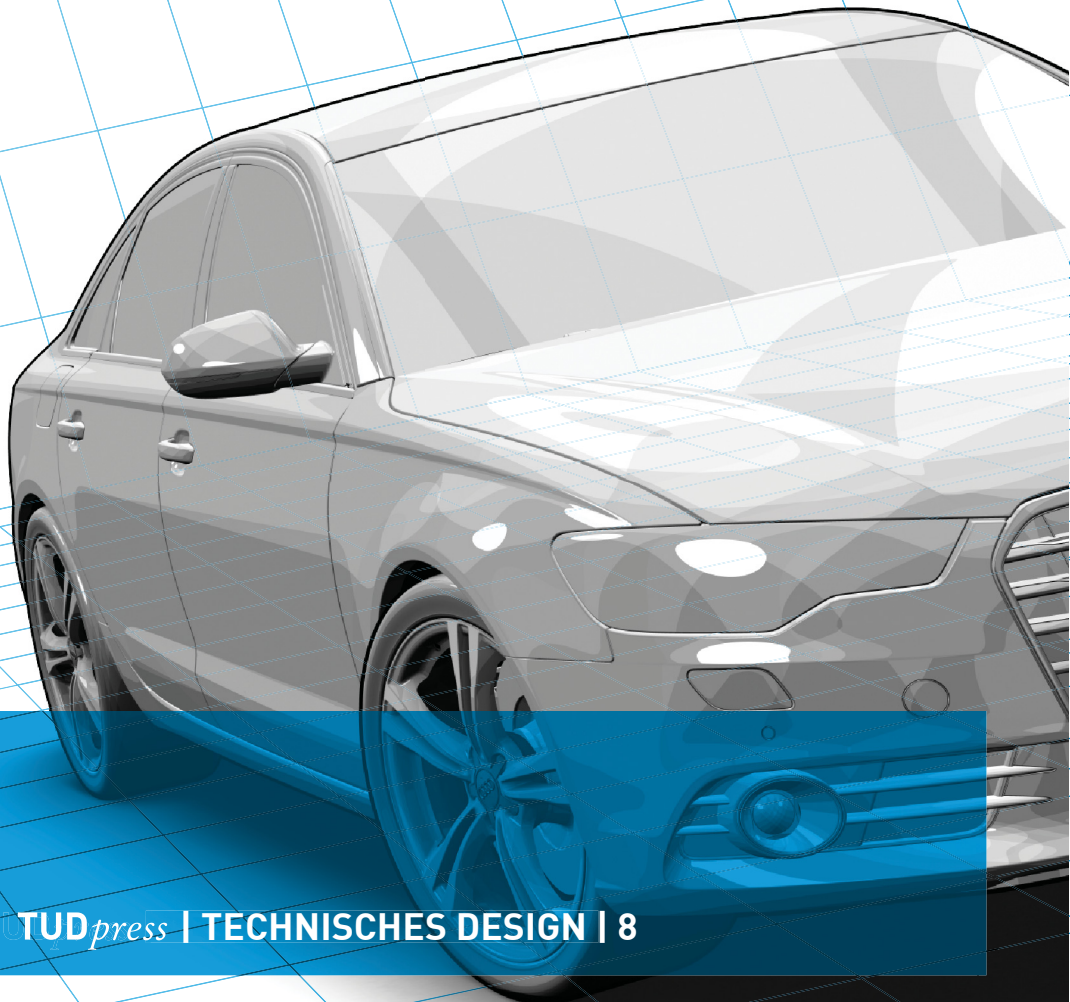


Mario Linke · Günter Kranke · Christian Wölfel · Jens Krzywinski (Hrsg.)

# **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.

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)

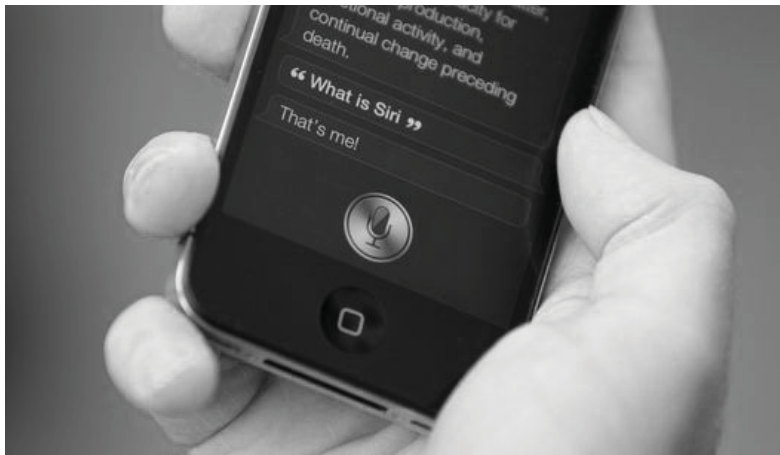


Abbildung 2: Ein Beispiel für ein gegenstandslose Interaktion: Siri Sprachsteuerung (Oli Scarff/Getty Images)

## 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



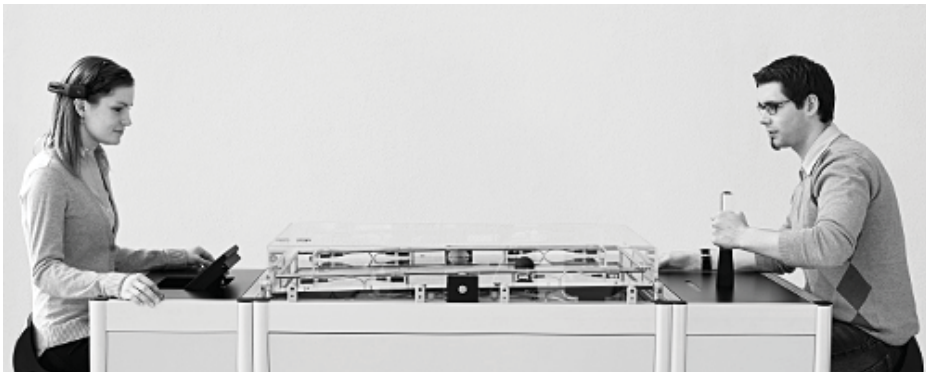
Abbildung 7 (unten): Dresden Design  
Hub-Projekt Ideenwettbewerb 2050

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

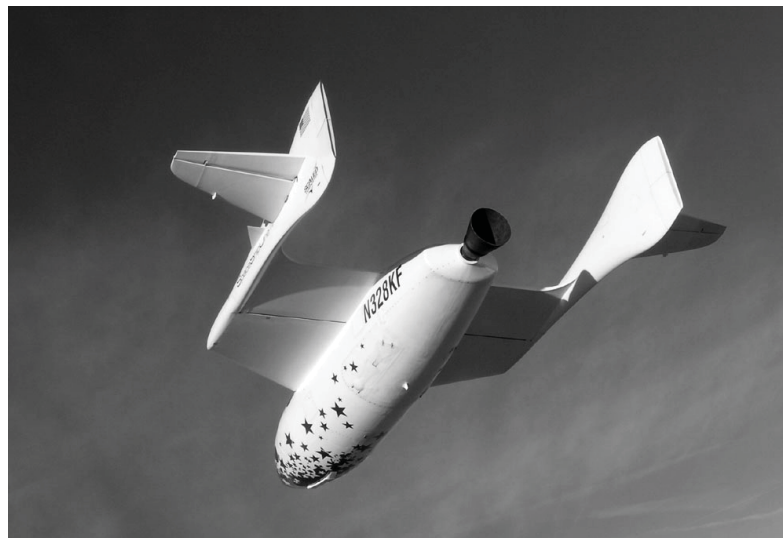


Abbildung 10: Gewinner des X-Price: Spaceship One

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*