

# Design for X

Beiträge zum 26. DfX-Symposium  
Oktober 2015

Dieter Krause  
Kristin Paetzold  
Sandro Wartzack  
(Hrsg.)



The Design Society is a charitable body,  
registered in Scotland, number SC 031694

---

## Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://www.dnb.de/kataloge> abrufbar.

## Impressum

TuTech Verlag  
TuTech Innovation GmbH  
Harburger Schloßstr. 6-12  
21079 Hamburg  
Tel.: +49 40 76629-0  
E-Mail: [verlag@tutech.de](mailto:verlag@tutech.de)  
[www.tutechverlag.de](http://www.tutechverlag.de)

Nachdruck, Vervielfältigung, Speicherung oder Übertragung in elektronische, optische, chemische oder mechanische Datenhaltungs- oder -verwertungssysteme sind -auch auszugsweise- ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung von TuTech Innovation GmbH verboten.

Die Verwertung von Informationen aus *Design for X | Beiträge zum 26. DfX-Symposium* zum Zweck der gewerblichen Informationsvermittlung ist nicht zulässig.

Alle Rechte vorbehalten.  
© TuTech Innovation GmbH, Hamburg, 2015

ISBN 978-3-941492-93-6

---

## Vorwort

Unsere Zielstellung für das DfX-Symposium, jungen Wissenschaftlern die Möglichkeit zu geben, ihre Ideen und Forschungsergebnisse zu präsentieren, bewährt sich. Dies ist nicht zuletzt an der steigenden Anzahl von Beitragseinsendungen erkennbar. Inzwischen dürfen wir auf unserer Veranstaltung auch eine Reihe von Kollegen begrüßen, die den wissenschaftlichen Diskurs befeuern und unterstützen. Wir erwarten daher auch für dieses Jahr viele neue Impulse und Anregungen für die Forschung im Bereich der Produktentwicklung.

Eine der Themenstellungen des Symposiums ist die **menschzentrierte Produktentwicklung**. Eine systemische Mensch-Maschine-Integration erscheint zunehmend von Bedeutung, um den Menschen besser in einer aktiven und motivierten Lebensführung zu unterstützen. Ein weiterer Schwerpunkt sind **Methoden zur Verifikation und Validierung**. Im Zusammenhang mit „Industrie 4.0“ stellt sich auch für die Produktentwicklung die Frage, wie wir effizienter mit der Vielzahl von Daten und Informationen in der Entwicklung umgehen resp. diese für den Entwicklungsprozess nutzbar machen können. Entsprechend wird diese Thematik auch in unterschiedlichster Art und Weise in den Beiträgen zum Thema **DfX** aufgegriffen.

Um das DfX-Symposium genießen und produktive Diskussionen führen zu können, bedarf es intensiver Vorbereitungen. An dieser Stelle geht daher der Dank an die Mitveranstalter Sandro Wartzack und Dieter Krause für die konstruktive Zusammenarbeit. Ein besonderes Dankeschön gilt meinen Mitarbeitern, allen voran Johannes Kößler, der die Koordination und Organisation übernommen hat sowie Abdo Chahin und Julian Schönwald, die ihn dabei tatkräftig unterstützen. Nicht zuletzt natürlich Danke an alle, die Paper und Vorträge erarbeitet haben und die Diskussion zu den Beiträgen anregen. In diesem Sinne freue ich mich, Sie in Herrsching am Ammersee auf dem DfX-Symposium begrüßen zu dürfen.



Kristin Paetzold

München, August 2015



---

# Inhaltsverzeichnis

## 1 Session

Robuste, verkürzte Prozesskette durch DfX-Workbenches: Praxisbeispiel  
Gussgerechtheit  
*Stefan Wittmann, Alexander Koch*  
*Knorr-Bremse Systeme für Nutzfahrzeuge GmbH*..... 1

## 2 Session: Menschzentrierung in der Produktentwicklung

Kritische Würdigung eines Werkzeugs zur Messung von Nutzerexklusion im  
Produktdesign  
*Susan Gretchen Kett, Alexander Ringler, Stefan Kamin, Frieder Lang, Sandro  
Wartzack*  
*FAU Erlangen-Nürnberg* ..... 13

Kundenspezifische Analyse des Fahrzeugnutzungsverhaltens zur Ableitung  
funktionaler Anforderungen  
*Lisa-Magdalena Schmid, Simon Schäfer, Maximilian Amereller, Udo Lindemann*  
*TU München*..... 27

Use case detailing levels – Anwendungsfallmodellierung zur Unterstützung der  
Entwicklung handgehaltener Geräte  
*Sebastian Schmidt, Kevin Hölz, Sven Matthiesen*  
*Karlsruher Institut für Technologie (KIT)*..... 39

Beschreibung der Nutzer von technischen Systemen für Ältere – eine interdis-  
ziplinäre Herausforderung  
*Johanna Walter, Petra Schweiger, Thomas Birken, Kristin Paetzold, Helga  
Pelizäus-Hoffmeister*  
*Universität der Bundeswehr München*..... 51

---

### 3 Session: Design for X

Validierung eines Ansatzes zur Simulation kurzfaserverstärkter Thermoplaste in frühen Entwurfsphasen

*Christian Witzgall, Sandro Wartzack*

*FAU Erlangen-Nürnberg..... 63*

Reifegradmodellbasierte Entwicklung von Strukturbauteilen

*Paul Christoph Gembarski, Gerhard Steber, Roland Lachmayer*

*Leibniz Universität Hannover..... 75*

Konzept für ein wissensbasiertes FEA-Assistenzsystem zur Unterstützung konstruktionsbegleitender Simulationen

*Philipp Kestel, Sandro Wartzack*

*FAU Erlangen-Nürnberg ..... 87*

### 4 Session: Design for X

Erstellung von Verhaltensmodellen mithilfe einfacher Dimensionierungsrechnungen

*Johannes Köbler, Kristin Paetzold*

*Universität der Bundeswehr München..... 99*

Die Veränderung organisationaler Kompetenzen im Rahmen der Produktgenerationsentwicklung von Fahrzeugen

*A. Albers, L. Krämer, N. Heitger, K. Schlennstedt, N. Bursac*

*Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Universität Kassel..... 109*

Methoden der Anforderungsstrukturierung zur Steuerung von Produktentwicklungsprozessen

*Philipp Scholle, Young-Woo Song, Michael Herzog, Beate Bender, Iris Gräßler*

*Universität Paderborn, Ruhr Universität Bochum..... 121*

---

## 5 Session: Design for X

An Adjustable Impedance Element – System Requirements and Design Approach

*Tim Bruchmüller, Sebastian Mangold, Sven Matthiesen, Jan Oltmann, Olaf Rasmussen, Dieter Krause, Marius Stücheli, Mirko Meboldt*

*Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Technische Universität Hamburg-Harburg, ETH Zürich..... 133*

## 6 Session: Methodisches Vorgehen zur Validierung und Verifikation

Methodische Vorgehensweise zur Verifikation und Validierung komplexer Systeme

*Christian Forsteneichner, Kristin Paetzold, Matthias Metschkoll*

*BMW Group, Universität der Bundeswehr München..... 145*

Modellunterstützte Reduktion von Störgrößen in einem Messsystem zur Erfassung der Geräte-Werkstück-Wechselwirkungen

*Sven Matthiesen, Tim Bruchmüller, Patric Grauberger, Andreas Wettstein*

*Karlsruher Institut für Technologie (KIT)..... 157*

Eine Methode zur kontinuierlichen Validierung in Produktentstehungsprozessen

*Albert Albers, Simon Klingler, Tobias Pinner, Matthias Behrendt, Anant Vikram*

*Karlsruher Institut für Technologie (KIT)..... 169*

Validierung von prozessgerecht strukturoptimierten Bauteilentwürfen mittels integrierter FEM-Realgeometrieanalyse

*Stefan Hautsch, Sebastian Katona, Tobias Sprügel, Michael Koch, Frank Rieg, Sandro Wartzack*

*Universität Bayreuth, Technische Hochschule Nürnberg, FAU Erlangen-Nürnberg..... 181*

---

## 7 Session: Design for X

- Kopplungsstrategien zur Ermittlung korrigierter Grenzlagenaussagen  
*M. Ehlert, R. Hofmann, A. Stockinger, S. Wartzack*  
*BMW Group, FAU Erlangen-Nürnberg.....* 193
- Systematisches Toleranz Design unter Berücksichtigung von Funktions- und Kostenaspekten nach der robusten Zuverlässigkeitsmethode SMAR<sup>2</sup>T  
*S. Kemmler, A. Fuchs, T. Leopold, B. Bertsche*  
*Universität Stuttgart, Knorr-Bremse Systeme für Nutzfahrzeuge GmbH.....* 209
- Modellbasierte Funktions-Gestalt-Synthese: Unterstützung der Entwickler bei der Definition der Produktgestalt  
*Georg Moeser, Albert Albers, Simon Klingler*  
*Karlsruher Institut für Technologie (KIT).....* 221

## 8 Poster Session

- Initiales Zielsystem eines Batteriekonfigurators zur Konzeptionierung von Batteriesystemen in mobilen Anwendungen  
*Martin Eisele, Aline Radimersky, Jürgen Remmlinger, Sascha Ott*  
*Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Schaeffler Technologies AG & Co. KG.....* 233
- Lebenszyklusgerechte Umfeldmodellierung  
*Julian Hentze, Iris Graessler*  
*Universität Paderborn.....* 245
- Vorstellung einer Methodik zur Identifikation von Bauteilen mit Potential zur Gestaltung in Hybridbauweise  
*Anja Cudok, Jan Hasenpusch, David Inkermann, Thomas Vietor*  
*Technische Universität Braunschweig, Volkswagen AG.....* 255
- Die Rolle der Festlegung der Produktarchitektur in der Produktentwicklung  
*Timo Richter, David Inkermann, Thomas Vietor*  
*TU Braunschweig.....* 267

---

Methodik zur Validierung, Verifikation und Auswahl mathematischer Metamodelle im Rahmen der virtuellen Produktentwicklung <i>Tobias C. Spruegel, Sandro Wartzack</i> <i>FAU Erlangen-Nürnberg</i> .....	279
Ressourceneffizientes Produktdesign durch PLM-integrierte Generierung und Auswahl von Produktvarianten <i>Tom Buchert, Marcus Kim, Roberta Graf, Nathanael Ko, Kai Lindow, Rainer Stark</i> <i>TU Berlin, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik</i> .....	289
Analyse des Produktentwicklungsprozesses mit Methoden der komplexen Netzwerktheorie <i>Abdo Chahin, Kristin Paetzold</i> <i>Universität der Bundeswehr München</i> .....	301
Entwicklung eines Referenzarchitekturmodells im Maschinen- und Anlagenbaubereich <i>Yousef Hooshmand, Peter Köhler, Andrea Korff-Krumm</i> <i>Universität Duisburg-Essen, Siemens AG</i> .....	311
Implizites Wissen und Sinneswahrnehmungen als Potentiale des „Faktor Mensch“ <i>M. Bader, H. Lang</i> <i>Technische Universität Graz</i> .....	323

