

DESIGN FOR HUMANS – DIFFERENZIERUNG UND INTEGRATION VON KONSTRUKTION UND TECHNISHEM DESIGN IN DER PRODUKTENTWICKLUNG

Annika Götz, Thomas Maier

Zusammenfassung

Höhere Anforderungen an Qualität, Sicherheit und Funktionalität führen seit einigen Jahren zu immer komplexeren Produktentwicklungsprozessen, sowohl in der Wissenschaft als auch besonders in der Praxis. Die Beteiligung einer zunehmenden Zahl von Experten aus unterschiedlichen Wissensgebieten am Produktentwicklungsprozess wird benötigt, um alle Anforderungen in einem Produkt umzusetzen.

Dieser Beitrag konzentriert sich auf zwei dieser Disziplinen, die Konstruktion und das Technische Design, und ihre unterschiedlichen und gemeinsamen Aufgaben während der Produktentwicklung. Das Technische Design beschäftigt sich mit allen Anforderungen, die den Menschen betreffen. Diese Anforderungen liegen im Bereich der Wahrnehmung und Erkennung sowie der Betätigung und Benutzung von technischen Produkten und ermöglichen dem Kunden, technische Produkte intuitiv zu bedienen und deren Funktionen komfortabel zu nutzen.

Wozu wird eine Differenzierung zwischen Konstruktion und Technischem Design benötigt? Die Antwort liegt eigentlich klar auf der Hand: Zur Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen Konstrukteuren und Technischen Designern müssen beide Seiten wissen, wo ihre Aufgaben und Zuständigkeiten anfangen und aufhören. Die Kenntnisse über die Aufgaben des anderen Bereiches und die gemeinsamen Schnittstellen können zur Erhöhung des Verständnisses füreinander führen.

1 Die Spezialisten: Konstrukteure und Technische Designer

Der Produktentwicklungsprozess erfordert in der Regel ein Zusammenwirken von verschiedenen, je nach Produktart sehr vielen Spezialisten aus verschiedenen Bereichen. Vom Konstrukteur über den Mikrosystemtechniker bis hin zu Biologen oder Medizinern sind oft sehr unterschiedliche Wissensgebiete vertreten. Der Einsatz solcher Spezialisten muss geplant sowie den Produkthanforderungen und den gewünschten Schwerpunkten im Produktentwicklungsprozess angepasst werden [1]. Da der Konstruktionsprozess ein in hohem Maße informationsverarbeitender und kommunikationsintensiver Prozess [2] ist, stellt die Koordination dieser Spezialisten eine komplexe und sehr umfangreiche Aufgabe dar.

Im Folgenden wird das Augenmerk auf zwei Gruppen dieser Spezialisten gerichtet: Konstrukteure und Technische Designer. Beide sind maßgeblich an der Konstruktion eines Produktes beteiligt. Die Schwierigkeit während der Entwicklung eines neuen Produktes liegt darin, ihre Arbeitsschritte zu koordinieren. Erschwert wird diese Aufgabe dadurch, dass Herangehensweisen und Prioritäten im Produktentwicklungsprozess sehr unterschiedlich sein können.

Bestehende Modelle für Produktentwicklungsprozesse berücksichtigen diese unterschiedlichen Sichtweisen nur unzureichend. Sie sind meist eher auf die technische Funktion [3] eines Produktes ausgerichtet und weniger auf den Aufbau und die Bedienbarkeit. Für eine

Integration beider Bereiche ist es hilfreich, zunächst einmal ihre unterschiedlichen Aufgaben bei der Entwicklung zu betrachten.

1.1 Konstrukteure

Die vornehmliche Aufgabe der Konstrukteure ist es, die technischen Anforderungen an ein Produkt durch dessen Gestaltung bestmöglich zu erfüllen. Je nach Art der Anforderungen und des Produktes können Konstrukteure aus verschiedenen technischen Bereichen, vom Mikrosystemtechniker über den klassischen Maschinenbauer bis hin zum Aerodynamiker, beteiligt sein. Diese, aufgrund ihrer unterschiedlichen Ausbildung, inhomogene Gruppe von Konstrukteuren, muss im Verlauf des Produktentwicklungsprozesses mit einer anderen Gruppe, den Technischen Designern, eng zusammenarbeiten, damit funktionsfähige und bedienbare Produkte entstehen.

1.2 Technische Designer

Technische Designer gründen ihre Entwicklungsarbeit in der Hauptsache auf wissenschaftlichen Erkenntnissen aus den Technikwissenschaften und den Arbeitswissenschaften. Ihre Hauptaufgabe besteht dabei darin, ergonomische Aspekte in einem Produkt umzusetzen. Ergonomische Aspekte können nach Seeger [4] in vier Hauptgruppen unterteilt werden:

- **Betätigung:**
Manipulation eines Produktes. Hierzu zählen Stellteile und Anzeigen (z. B. Einstellen des Vorschubs, Betätigen des Blinkers) [5] [6]
- **Benutzung:**
Nutzung der technischen Funktion eines Produktes. Hierzu zählen Sitze, Griffe, Leitern, Türen etc. (z. B. Sitz eines Motorrads, Türgriff an einer Autotür)
- **Wahrnehmung:**
Positionierung der Anzeigen und Stellteile nach visuellen, akustischen, haptischen etc. Anforderungen (z. B. Geschwindigkeitsanzeiger im direkten Sehfeld)
- **Erkennung:**
Produkt- oder Interfacegestalt optimiert nach den Erkennungsinhalten (z. B. ein Auto soll als Auto erkennbar sein, ein Drehknopf nicht als Taster)

Diese vier grundsätzlichen Richtungen der Ergonomie können während der Produktlebensdauer verschieden gewichtet sein sowie gleichzeitig oder hintereinander auftauchen. Unter Betätigung kann man das Einrichten einer Werkzeugmaschine verstehen, aber auch das Ändern von Parametern während der Benutzung. Die Betätigung kann auch von anderen Anwendern erfolgen als die eigentliche Benutzung der technischen Funktion eines Produktes (z. B. Servicepersonal).

Die Bereiche der Wahrnehmung und der Erkennung sind ebenfalls sehr eng miteinander verknüpft. Die richtige Interpretation (Erkennung) von Sinneseindrücken (Wahrnehmung) ist bei vielen Produkten entscheidend für die richtige Benutzung oder die Fehlbedienung.

Im Mittelpunkt für jede Produktentwicklung eines technischerorientierten Designers steht der Mensch. Der Hauptfokus liegt auf dem Benutzer, aber auch Servicepersonen oder Montagearbeiter können durch ihn berücksichtigt werden.

2 Das Objekt: Allgemeine Produktstruktur

Die beiden Disziplinen Konstruktion und Technisches Design müssen sich insbesondere aus dem einen Grund miteinander verständigen, ein aus beiden Sichten gutes und verkaufsfähiges Produkt zu erschaffen. Dazu ist es notwendig, den Aufbau des Produktes so zu gestalten dass optimale Funktion und Bedienbarkeit gewährleistet werden können. Es liegt daher nahe, bei der Suche nach Differenzierungs- und Integrierungsmöglichkeiten die Produktstruktur genauer zu betrachten.

Produkte können grundsätzlich in die folgenden Kategorien eingeteilt werden [7]:

- Dienstleistungen (z. B. Finanzdienstleistung)
- Software (z. B. Betriebssystem, Programm)
- Hardware (z. B. Werkzeugmaschine, Fahrrad)
- verfahrenstechnische Produkte (z. B. Schmiermittel)

Im Folgenden werden nur solche Produkte betrachtet, die in den Bereich Hardware fallen. Solche technischen Produkte entstehen in der Regel durch einen Produktionsprozess (z. B. gießen, fräsen, montieren) [9], [10], der auch schon bei der Entwicklung des Produktes beachtet werden muss.

Ein allgemeines technisches Produkt kann unter unterschiedlichen Gesichtspunkten betrachtet bzw. strukturiert werden, so dass z. B.

- baugruppenorientierte
- funktionsorientierte oder
- merkmalsorientierte

Produktstrukturen verwendet werden.

Die ersten beiden Betrachtungsweisen können sehr gut verwendet werden, um die in diesem Beitrag betrachtete Thematik zu verdeutlichen. Die dritte kann zu anderen Zwecken herangezogen werden, wird aber hier nicht weiter behandelt.

2.1 Baugruppenorientierte Produktstruktur

Die allgemeinste Form einer Produktstruktur ist es, das Produkt in Baugruppen und Bauteile zu untergliedern. Hierbei entsteht eine hierarchische Anordnung von übergeordneten Baugruppen und untergeordneten Baugruppen oder Bauteilen [11], (Bild 1).

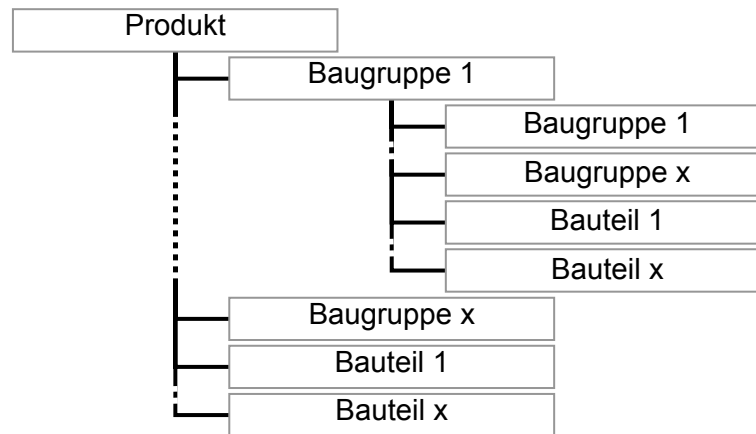


Bild 1: Allgemeine baugruppenorientierte Produktstruktur

2.2 Funktionsorientierte Produktstruktur

Ein Produkt besteht im allgemeinsten Fall aus Elementen, die unterschiedliche Teilfunktionen (Haupt-, Nebenfunktionen) erfüllen müssen. Diese zusammengenommen ergeben wieder die Gesamtfunktion [9].

Diese Funktionen spiegeln sich, je nach Art der Funktion, in drei verschiedene Gestaltarten des Produktes wieder [4], Bild 2:

- **Funktionsgestalt:**
Beinhaltet alle Elemente, die zur Umsetzung der technischen Funktion (z. B. Transport A→B) beitragen (z. B. Räder, Motor, Getriebe)
- **Interfacegestalt:**
Beinhaltet alle Elemente, die technische Funktion eines Produktes dem Benutzer nutzbar machen (z. B. Sitz, Lenkrad, Geschwindigkeitsanzeiger) ; bildet die Mensch-Maschine-Schnittstelle
- **Tragwerksgestalt:**
Beinhaltet alle Elemente, die zur räumlichen Fixierung und zum Schutz der Funktions- und Interfacegestalt benötigt werden (z. B. Chassis, Verkleidung)

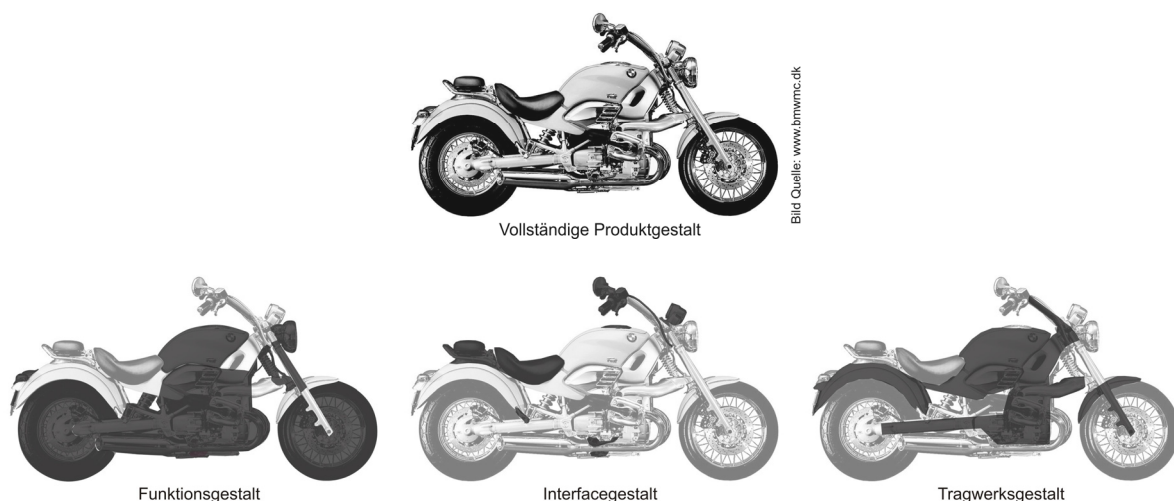


Bild 2: Funktionsorientierte Produktstruktur am Beispiel eines Motorrades

2.3 Kombination beider Betrachtungsweisen

Beide Produktstrukturen bilden zwar das Produkt als vollständiges Ganzes ab, beschreiben aber unterschiedliche Aspekte eines Produktes.

Kombiniert man diese zwei Betrachtungsweisen miteinander, so erhält man eine dritte Produktstruktur, die ebenfalls wieder ein Produkt vollständig beschreibt. Es entsteht eine Darstellungsweise eines Produktes, in der die Funktions-, Interface- und Tragwerksbaugruppen voneinander getrennt dargestellt werden können, Bild 3. Im Unterschied zu den beiden vorangegangenen Strukturen eignet sich diese dritte, kombinierte Struktur, aber sehr gut, um die Tätigkeitsfelder der einzelnen Disziplinen zu identifizieren.

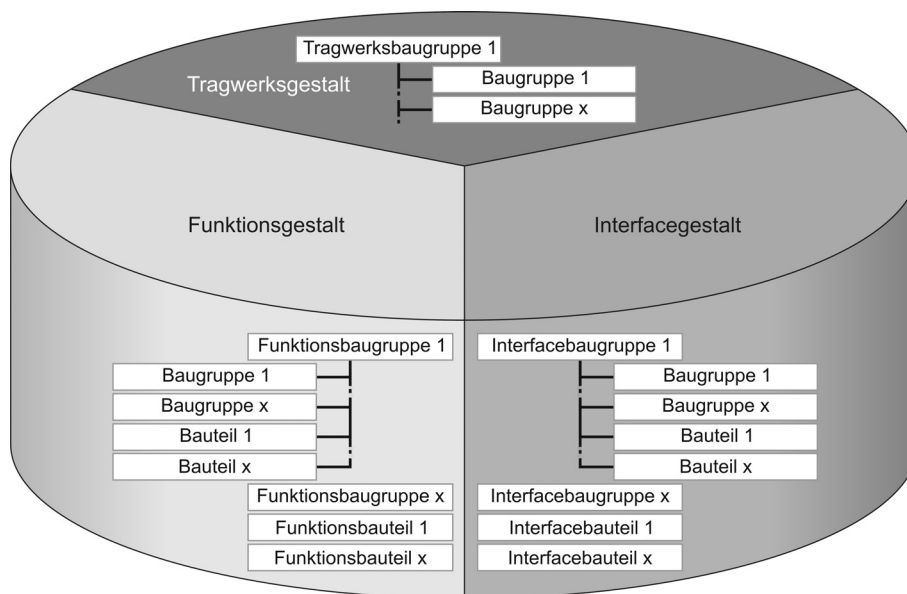


Bild 3: Kombinierte allgemeine Produktstruktur

3 Das Team: Differenzierung und Integration

Im Produktentwicklungsprozess stellt sich die komplexe Aufgabe, die Disziplinen Konstruktion und Technisches Design optimal zusammenzuführen und zu koordinieren. Dazu ist es hilfreich, mit zunehmendem Entwicklungsfortschritt die Produktstruktur genauer zu detaillieren.

3.1 Die grobe Betrachtungsweise eines Produkts

Aufgrund der aufgestellten allgemeinen Produktstruktur können die an der Entwicklung beteiligten Personen je nach ihrer Qualifikation Aufgabenbereichen zugeordnet werden.

So befähigt seine Ausbildung z. B. einen Konstrukteur, die technischen Funktionalitäten eines technischen Produktes zu entwickeln. In der allgemeinen Produktstruktur sind seine Hauptaufgaben damit im Bereich der Funktionsgestalt zu finden. Der Technische Designer, der sich um die Mensch-Produkt-Anforderungen kümmert, ist hingegen hauptsächlich auf dem Gebiet der Interfacegestalt qualifiziert.

Für beide Gestalten sind jedoch auch Anforderungen zu beachten, die aus der jeweils anderen Disziplin stammen. So kann z. B. der technische Aufbau eines handgeführten Produktes Auswirkungen auf seine Schwerpunktlage haben und somit das Handling stark beeinflussen

[8] (Bild 4). Anders herum müssen natürlich auch Bauteile, die in Anzeigen oder Stellteilen verwendet werden, z. B. Festigkeitsansprüchen gerecht werden und montierbar sein.

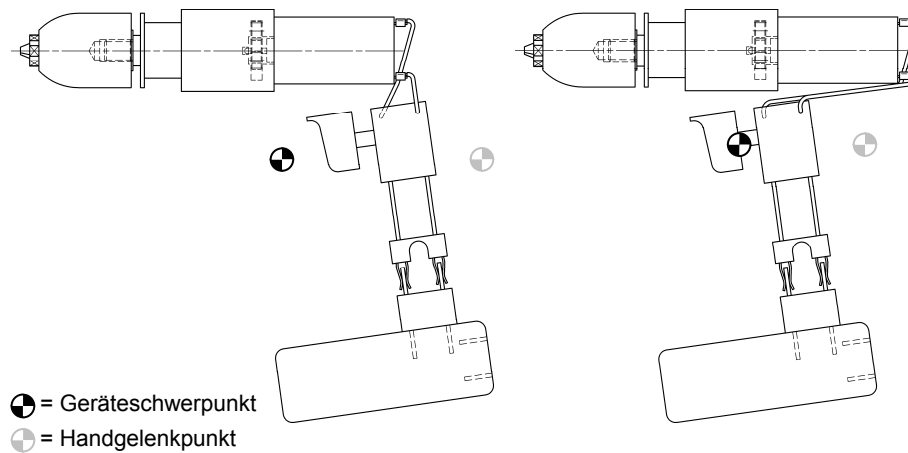


Bild 4: Schwerpunktlagen bei unterschiedlichen Aufbauten eines Akkuboehrschraubers

Da sich bei der Funktionsgestalt ergonomische Anforderungen finden lassen, sollte dem Konstrukteur ein Technischer Designer beratend zu Seite stehen. In der umgekehrten Situation wäre technische Unterstützung eines Konstrukteurs bei der Entwicklung der Interfacegestalt optimal (Bild 5).

Die Tragwerksgestalt beschreibt die dritte Sichtweise auf die Produktgestalt. Sie umfasst Anforderungen an Tragfähigkeit, Stabilität, Schwingfestigkeit, aber auch das Corporate Design eines Unternehmens (z. B. Formensprache in der Verkleidung, Firmenfarben) oder die Zugänglichkeit in das Innere des Produktes (z. B. Türen von Werkzeugmaschinen). Damit kommen Anforderungen an die Tragwerksgestalt sowohl aus dem Bereich der Konstruktion als auch aus dem Technischen Design. Folglich müssen auf dem Gebiet der Tragwerksgestalt beide Disziplinen zusammenarbeiten, um die Umsetzung dieser Anforderungen zu gewährleisten (Bild 5).

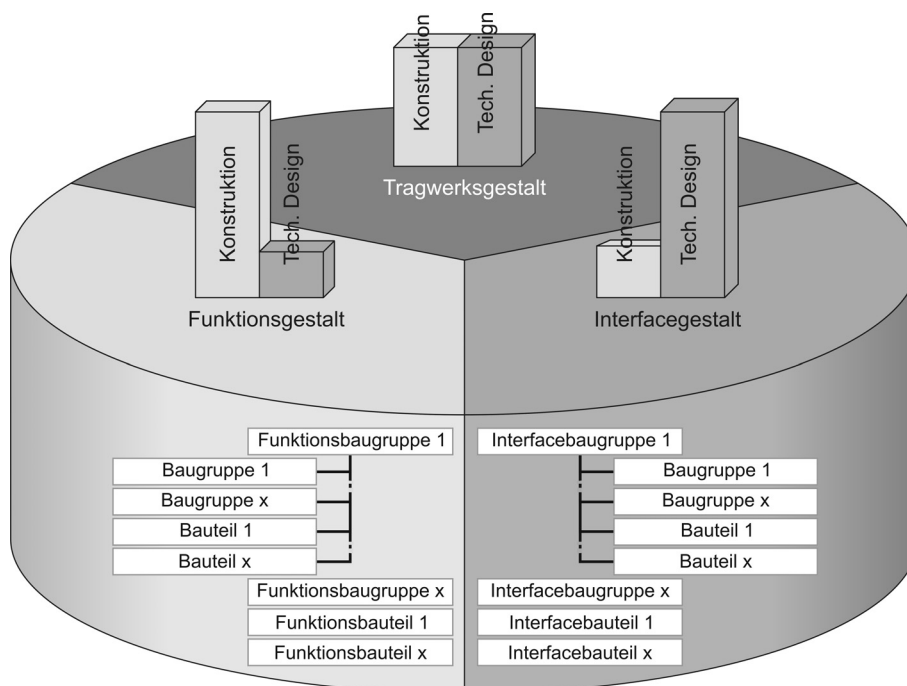


Bild 5: Qualitative Verteilung der Aufgabenbereiche

3.2 Die detaillierte Betrachtungsweise eines Produktes

Bei weiterer Detaillierung der Produktstruktur werden Baugruppen betrachtet, die der Funktionsgestalt, der Interfacegestalt und der Tragwerksgestalt zugeordnet werden können. Diese Baugruppen (z. B. Motor in einem Pkw) können ein selbst eigenständiges Produkt darstellen oder als Komponente getrennt entwickelt werden, um später in die Gesamtkonstruktion integriert zu werden.

Nach der vorhergehenden Betrachtung würde ein Motor für einen Pkw klar in die Funktionsgestalt eingeordnet werden und somit in der Hauptsache eine Entwicklungsaufgabe für Konstrukteure darstellen. Bei genauerer Betrachtung des Motors kann man auch ihn wieder in Funktionsgestalt (z. B. Kolben, Zündkerzen etc.), Interfacegestalt (z. B. Ölmesstab) und Tragwerksgestalt (Gehäuseteile) unterteilen. Er kann damit also analog zu der vorangegangenen Betrachtungsweise als komplettes Produkt behandelt werden, dessen Entwicklung ebenfalls die Zusammenarbeit von Konstrukteuren und Technischen Designern erfordert.

4 Der Weg: Teamarbeit

Die dargestellte Betrachtung der Aufteilung der Aufgaben bei der Produktentwicklung hat gezeigt, dass sich Aufgaben des Konstrukteurs und des Technischen Designers nicht leicht voneinander trennen lassen. Daher kommen auch die meisten Probleme, die sich bei der Zusammenarbeit von Konstrukteuren und Designern beobachten lassen. Die Antwort auf die Frage nach dem richtigen Zeitpunkt für die Integration des Technischen Designers in den Produktentwicklungsprozess steht dabei an erster Stelle. Hier lassen sich zwei Extreme beobachten:

- **Sehr frühe Integration:**
Der Designer erstellt sehr früh, oft noch bevor die Konstruktion begonnen wurde, einen vollständigen Entwurf für das Produkt. Dieser Entwurf wird dazu verwendet, das Entwicklungsprojekt intern im Unternehmen vorzustellen und zu verkaufen. Darauf folgt ein so genanntes „Designfreeze“, eine Festlegung der Gestalt, die Änderungen am Aussehen aus funktional bedingten Gründen sehr erschwert.
- **Sehr späte Integration:**
Der Designer wird ganz am Ende in den Produktentwicklungsprozess integriert. Meist kann in dieser Phase nur noch eine „Hülle“ um die bereits entwickelten Funktionsbaugruppen gelegt werden. Die Beeinflussung von grundsätzlich ergonomisch wichtigen Aspekten im Aufbau des Produktes ist so nahezu unmöglich.

Die Lösung des Problems liegt darin, klar zu erkennen, wo funktionale und wo ergonomische Aspekte berücksichtigt werden sollen. Analog zur vorangegangenen Betrachtungsweise sollte geklärt werden, welche generelle Ausrichtung angestrebt wird. Die Betrachtung der übergeordneten Baugruppen führt ebenfalls zu einer Einordnung, an welchen Stellen Funktion und Ergonomie wichtig oder unwichtig sein sollen. Entsprechend diesen Überlegungen sollte die Teamarbeit im Produktentwicklungsprozess gestaltet werden.

Dem Autorenteam ist die Vielschichtigkeit dieses Themas bewusst und es würde sich über Anregungen und eine wissenschaftliche Diskussion dazu freuen.

5 Literatur

- [1] Conrad, K.: Taschenbuch der Konstruktionstechnik. München: Carl Hanser Verlag, 2004
- [2] Hubka, V.: Theorie der Konstruktionsprozesse. Analyse der Konstruktionstätigkeit. Berlin: Springer-Verlag, 1976
- [3] Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J.: Konstruktionslehre. Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung, Methoden und Anwendung. 7. Aufl.. Berlin: Springer, 2006
- [4] Seeger, H.: Design technischer Produkte, Produktprogramme und –systeme. Berlin: Springer, 2005
- [5] Maier, T.; Schmid, M.: Usability-Faktor zur objektiven Bewertung von Interfacekonzepten, in [12] S. 255-258, 2005
- [6] Schmid, M.: Benutzergerechte Gestaltung mechanischer Anzeiger mit Drehrichtungsinkompatibilität zwischen Stell- und Wirkteil. Dissertation Universität Stuttgart. Stuttgart, 2003
- [7] Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.): DIN EN ISO 9000: Qualitätsmanagementsysteme - Grundlagen und Begriffe. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2005
- [8] Tjalve, E.: Systematische Formgebung für Industrieprodukte. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1978
- [9] Verein deutscher Ingenieure (Hrsg.): VDI 2221: Methodik zum Entwickeln technisches Systeme und Produkte. Düsseldorf: VDI-Verlag GmbH, 1993
- [10] Verein deutscher Ingenieure (Hrsg.): VDI 2223: Methodisches Entwerfen technischer Produkte. Düsseldorf: VDI-Verlag GmbH, 2004
- [11] Conrad, K.: Grundlagen der Konstruktionslehre. 2. Aufl.. München: Carl Hanser Verlag, 2003
- [12] Urbas, L.; Steffens, C. (Hrsg.): Zustandserkennung und Systemgestaltung. 6. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme, Fortschritt-Berichte VDI Reihe 22 Nr. 22.. Düsseldorf: VDI Verlag, 2005

Dipl.-Ing. Annika Götz
Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design
Universität Stuttgart
Pfaffenwaldring 9, D-70569 Stuttgart
Tel: +49-711-685-66047
Fax: +49-711-685-66219
Email: annika.goetz@iktd.uni-stuttgart.de
URL: <http://www.iktd.uni-stuttgart.de>

Prof. Dr.-Ing. Thomas Maier
Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design
Universität Stuttgart
Pfaffenwaldring 9, D-70569 Stuttgart
Tel: +49-711-685-66060
Fax: +49-711-685-66219
Email: thomas.maier@iktd.uni-stuttgart.de
URL: <http://www.iktd.uni-stuttgart.de>