Josef Ponn · Udo Lindemann

Konzeptentwicklung und Gestaltung technischer Produkte

Optimierte Produkte – systematisch von Anforderungen zu Konzepten

Springer

VDI

Konzeptentwicklung und Gestaltung
technischer Produkte

Josef Ponn · Udo Lindemann

Konzeptentwicklung und Gestaltung technischer Produkte

Optimierte Produkte - systematisch von Anforderungen zu Konzepten

Springer

Dr.-Ing. Josef Ponn
Hilti Entwicklungsgesellschaft mbH
Hiltistrasse 6
86916 Kaufering
Deutschland

Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann
Lehrstuhl für Produktentwicklung
TU München
Boltzmannstr. 15
85748 Garching
Deutschland

ISBN 978-3-540-68562-3 e-ISBN 978-3-540-68563-0

DOI 10.1007/978-3-540-68563-0

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.

© 2008 Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften. Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Einbandgestaltung: WMX Design GmbH, Heidelberg

Gedruckt auf säurefreiem Papier

9 8 7 6 5 4 3 2 1

springer.de

Vorwort

Die Entwicklung und Konstruktion erfolgreicher Produkte fängt mit den frühen Vorbereitungen der Entwicklungsarbeit an. Hier werden oft bereits entscheidende Weichenstellungen vorgenommen. Der Konzeptentwicklung technischer Produkte kommt eine hohe Bedeutung zu, da hier Entscheidungen mit weitreichenden Konsequenzen für den Erfolg des Produktes am Markt getroffen werden.

In Forschung, Ausbildung wie auch in der industriellen Praxis ist in den vergangenen Jahrzehnten das Bewusstsein gewachsen, dass mehr Systematik im Vorgehen und bei der Durchführung von Arbeitsschritten erforderlich ist. Ebenso wird aber festgestellt, dass „vorgedachte" Vorgehensmodelle und Arbeitsmethoden an die jeweils spezifischen Randbedingungen der konkreten Entwicklungssituation angepasst werden müssen. Es wird auch in der Industrie zunehmend anerkannt, dass die anstehenden Aufgaben und Problemstellungen nur mit einer hinreichenden Systematik im Vorgehen beherrschbar sind.

In der Forschung beschäftigen wir uns seit vielen Jahren mit der Frage, wie eine Hilfestellung zur Bestimmung der jeweils geeigneten Vorgehensweisen, Methoden und sonstiger Hilfsmittel realisiert werden kann. Eine zentrale Herausforderung ist die verbesserte Unterstützung der Navigation durch die Vielzahl der alternativen Möglichkeiten der nächsten Entwicklungsschritte vor dem Hintergrund des großen Spektrums denkbarer Entwicklungsszenarios. Wir wollen ein zielorientiertes, systematisches Vorgehen fördern, welches den Freiraum für Kreativität und individuell erforderliche Gestaltungsmöglichkeiten offen hält.

Aus Forschungsprojekten, Dissertationen und Erfahrungen in und mit der Industrie sowie zahlreichen Diskussionen mit Mitarbeitern, Industrievertretern, Kollegen in Forschung und Lehre sowie Unternehmensberatern haben wir viele Hinweise gewonnen, die uns zu diesem Buch motiviert haben. Dabei war es unser Bestreben, bewährte Punkte beizubehalten, neue Erkenntnisse zu integrieren sowie strukturelle Aspekte zu überarbeiten.

Das gesamte Team des Lehrstuhls für Produktentwicklung hat uns dabei nachhaltig unterstützt. Besonders nennen möchten wir Andreas Gaag, der durch seine inhaltliche wie auch organisatorische Mitwirkung die Fertigstellung ermöglicht hat. Inhaltlich haben Andreas Gaag (Kapitel 3 und 10), David Hellenbrand (Kapitel 5 und 8), Clemens Hepperle (Kapitel 12), Julia Roelofsen (Kapitel 2 und 9) und Bernd Schröer (Kapitel 6 und 12) in Diskussionen wie bei der Abfassung von Teilkapiteln mitgewirkt. Die Überarbeitung und Realisierung des Bildmaterials übernahm Rainer Hinterberger. Allen Beteiligten, auch allen die sich an Diskus-

sionen beteiligt haben, gilt unser Dank für ihr Engagement und ihre Unterstützung.

Dem Verlag und hier besonders Herrn Thomas Lehnert gilt unser Dank für die stets hervorragende Zusammenarbeit.

Mit dem Ziel der besseren Lesbarkeit wurde im weiteren Verlauf des Buches auf eine Differenzierung zwischen weiblichen und männlichen Formen verzichtet. Auf Abkürzungen wurde weitgehend verzichtet. Begriffe aus dem englischen Wortschatz wurden ebenfalls nur mit Zurückhaltung benutzt, an einigen Stellen erschienen sie uns aber klarer als die jeweiligen deutschen Umschreibungen.

Wir hoffen, dass dieses Buch einen Beitrag leistet, um die systematische und erfolgreiche Entwicklung von technischen Produkten in der Aus- und Weiterbildung in den technischen Disziplinen sowie in der industriellen Praxis noch intensiver zu verankern.

Garching, im Februar 2008

Udo Lindemann und Josef Ponn

Inhaltsverzeichnis

Einführung **1**
Welches Ziel verfolgt dieses Buch? 2
An wen richtet sich dieses Buch? 3
Was waren die wichtigsten Einflüsse auf dieses Buch? 3
Wie ist dieses Buch aufgebaut? 5

1 Produktentwicklung und Konstruktion **7**
1.1 Entwicklungssituationen 9
1.2 Technische Produkte 12
1.3 Prozesse und Vorgehensmodelle 14
1.4 Methoden, Produktmodelle und Werkzeuge 18
1.5 Navigationsmodell der Produktkonkretisierung 21
1.6 Hauptzielsetzungen und Gerechtheiten 25
1.7 Beispielhafte Entwicklungsszenarios 28
1.8 Zusammenfassung 30

2 Anforderungen **31**
2.1 Anforderungsklärung bei der Entwicklung eines medizintechnischen Gerätes 31
2.2 Methoden des Anforderungsmanagements 35
2.2.1 Wie können Anforderungen geklärt werden? 36
2.2.2 Wie können Kundenanforderungen ermittelt werden? 39
2.2.3 Wie können die geklärten Anforderungen strukturiert und priorisiert werden? 44
2.2.4 Wie können Anforderungen über den gesamten Entwicklungsprozess genutzt und erweitert werden? 47
2.3 Entwicklung einer Schablonenvorrichtung für chirurgische Gelenkkorrekturen 49
2.4 Zusammenfassung 52

3 Funktionsmodelle **53**
3.1 Funktionale Betrachtung der Energie- und Informationsflüsse im Kraftfahrzeug 54
3.2 Methoden zur Funktionsmodellierung 56

3.2.1 Wie können die Funktionen eines Systems ermittelt und beschrieben werden? ... 58
3.2.2 Wie können Funktionen dargestellt werden? ... 60
3.2.3 Wie können Stoff-, Energie- und Signalflüsse eines Systems modelliert werden? ... 63
3.2.4 Wie können nützliche und schädliche Funktionen eines Systems ermittelt werden? ... 67
3.3 Beispiele zur Funktionsmodellierung ... 69
3.3.1 Funktionsanalyse und Entwicklung eines kostengünstigen Reinigungskonzepts für einen Pflanzenölkocher ... 69
3.3.2 Funktionsmodellierung und Generierung innovativer Lösungsideen für Bahnübergänge ... 72
3.4 Zusammenfassung ... 74

4 Wirkprinzipien ... 75
4.1 Optimierung des Antriebs einer Seilwinde ... 76
4.2 Methoden zur Entwicklung von Wirkmodellen ... 79
4.2.1 Wie lassen sich Wirkprinzipien für physikalisch orientierte Probleme ermitteln? ... 81
4.2.2 Wie lassen sich Wirkprinzipien für technische Widersprüche ermitteln? ... 86
4.2.3 Wie lassen sich Wirkprinzipien durch Einbezug von Wissen aus anderen Disziplinen ermitteln? ... 88
4.2.4 Wie lassen sich Wirkprinzipien darstellen? ... 91
4.3 Beispiele für die Generierung von Wirkprinzipien ... 92
4.3.1 Konzeptentwicklung für Gelenkbremsen in Industrierobotern ... 92
4.3.2 Entwicklung eines innovativen Konzepts einer Erdbohrmaschine ... 94
4.4 Zusammenfassung ... 96

5 Wirkkonzepte ... 97
5.1 Entwicklung eines Spenders für Tragetaschen ... 97
5.2 Methoden zur Erstellung und Auswahl von Wirkkonzepten ... 100
5.2.1 Wie lässt sich ein Überblick über das Lösungsfeld gewinnen? ... 102
5.2.2 Wie lassen sich vorhandene Teillösungsideen zu Wirkkonzepten kombinieren? ... 103
5.2.3 Wie lässt sich eine Flut vonWirkkonzeptalternativen beherrschen? 108
5.2.4 Wie lässt sich aus gewählten Teillösungen ein räumliches Wirkkonzept erstellen? ... 111
5.2.5 Wie lässt sich ein optimales Wirkkonzept auswählen? ... 113
5.3 Entwicklung eines Gangschaltungssimulators für Nutzfahrzeuge ... 115
5.4 Zusammenfassung ... 119

6 Produktgestalt ... 121
6.1 Entwicklung einer gestaltoptimierten Staubsaugerdüse ... 121
6.2 Grundlagen und Methoden zum Erarbeiten der Produktgestalt ... 123

6.2.1 Wie kann die konkrete Gestalt eines Produktes erarbeitet werden? . 127
6.2.2 Wie können Gestaltlösungsalternativen systematisch entwickelt werden? ... 128
6.2.3 Wie lässt sich ein Spektrum bestehender Gestaltalternativen darstellen und ergänzen? ... 136
6.3 Erarbeitung der Gestalt eines innovativen Klappradrahmens ... 137
6.4 Zusammenfassung ... 141

7 Baukonzepte ... 143
7.1 Herausforderungen bei der Entwicklung einer Kupplung mit hydraulischer Dämpfung ... 143
7.2 Methoden, Prinzipien und Richtlinien für die Entwicklung von Baukonzepten ... 146
7.2.1 Wie lässt sich eine optimale Baustruktur festlegen? ... 148
7.2.2 Wie lässt sich die Produktgestalt optimieren? ... 151
7.2.3 Wie lassen sich Schnittstellen des Produktes optimieren? ... 155
7.2.4 Wie lassen sich Iterationen bei der Erarbeitung von Baukonzepten handhaben? ... 159
7.2.5 Was ist bei der Ausarbeitung des Produktes zu beachten? ... 161
7.3 Entwicklung eines Baukonzeptes für eine Kupplung mit hydraulischer Dämpfung ... 162
7.4 Zusammenfassung ... 164

8 Sichere und zuverlässige Produkte ... 165
8.1 Sicherheit und Zuverlässigkeit von Windkraftanlagen ... 165
8.2 Grundlagen der Sicherheit und Zuverlässigkeit ... 168
8.2.1 Wie lassen sich die Zuverlässigkeit eines Systems ermitteln sowie Schwachstellen und ihre Auswirkungen analysieren? ... 171
8.2.2 Wie lassen sich Sicherheits- und Zuverlässigkeitsanforderungen ermitteln? ... 176
8.2.3 Wie lässt sich die Sicherheit und Zuverlässigkeit mit Hilfe von Funktionsmodellen erhöhen? ... 179
8.2.4 Wie lassen sich Sicherheit und Zuverlässigkeit bei Wirkmodellen einbeziehen? ... 181
8.2.5 Wie lässt sich die Sicherheit im Baumodell erhöhen? ... 184
8.3 Verminderung des Unfallrisikos einer Ringspinnmaschine ... 187
8.4 Zusammenfassung ... 191

9 Produktgewicht ... 191
9.1 Auswirkungen des Gewichts auf eine Hochgeschwindigkeits-Schleifmaschine ... 192
9.2 Maßnahmen zur Optimierung des Produktgewichts ... 193
9.2.1 Wie können Gewichtsziele ermittelt werden? ... 194
9.2.2 Wie kann das Produktgewicht im Funktionsmodell berücksichtigt werden? ... 195

9.2.3 Wie können gewichtsparende Wirkprinzipien bestimmt werden? ... 197
9.2.4 Wie können gestalterische Maßnahmen zur Gewichtsoptimierung eingesetzt werden? ... 198
9.3 Gewichtsoptimierung in der Luftfahrtindustrie ... 201
9.4 Zusammenfassung ... 204

10 Montagegerechte Produkte ... 205
10.1 Montagegerechte Gestaltung eines Reihenschalters ... 206
10.2 Methoden zur Analyse und Gestaltung montagegerechter Produkte ... 208
10.2.1 Wie können Anforderungen und Ziele für montagegerechte Produkte ermittelt und festgelegt werden? ... 212
10.2.2 Wie kann die Produktstruktur montagegerecht gestaltet werden? .. 213
10.2.3 Wie können Verbindungen und Fügestellen montagegerecht gestaltet werden? ... 216
10.2.4 Wie können Bauteile montagegerecht gestaltet werden? ... 217
10.2.5 Wie lassen sich Produkte bezüglich ihrer Eignung zur Montage bewerten? ... 219
10.3 Montagegerechte Gestaltung eines Pneumatikventils ... 222
10.4 Zusammenfassung ... 225

11 Variantenreiche Produkte ... 227
11.1 Variantenvielfalt im Automobilbereich ... 227
11.2 Methoden zur Entwicklung variantenreicher Produkte ... 228
11.2.1 Wie lässt sich die Variantenvielfalt analysieren? ... 232
11.2.2 Wie lassen sich Anforderungen bei variantenreichen Produkten handhaben? ... 235
11.2.3 Wie lassen sich Funktionen bei variantenreichen Produkten modellieren? ... 238
11.2.4 Wie lassen sich Wirkprinzipien und -konzepte für variantenreiche Produkte ermitteln? ... 240
11.2.5 Wie lassen sich Gestaltlösungen und Baukonzepte für variantenreiche Produkte ermitteln? ... 244
11.3 Entwicklung eines variantenreichen Produktprogrammes für Automobilsitze ... 247
11.4 Zusammenfassung ... 252

12 Nachhaltige Produkte ... 253
12.1 Entwicklung eines verwertungsgerechten Toasters ... 254
12.2 Methoden zur Entwicklung nachhaltiger Produkte ... 255
12.2.1 Wie lassen sich Umweltbeeinträchtigungen eines Produktes möglichst umfassend erkennen und bewerten? ... 257
12.2.2 Wie können umweltbeeinflussende Produktaspekte auf Anforderungsebene einfließen? ... 259
12.2.3 Wie lassen sich Funktionsmodelle in der umweltgerechten Produktentwicklung nutzen? ... 260

12.2.4 Wie können auf Wirkmodellebene umweltbeeinflussende Produktaspekte berücksichtigt werden? ... 263
12.2.5 Wie können Aspekte der Umweltverträglichkeit auf Baumodellebene berücksichtigt werden? ... 265
12.3 Entwicklung eines umweltgerechten PET-Flake-Wäschers ... 267
12.4 Zusammenfassung ... 272

13 Optimierte Produkte – systematisch von Anforderungen zu Konzepten 273

Literatur ... 277

Bildnachweis ... 289

Anhang A Checklisten und Hilfsmittel ... 291
A1 Anforderungsmodell ... 293
A1-1 Checkliste zur Anforderungsklärung ... 293
A1-2 Suchmatrix zur Anforderungsklärung ... 294
A2 Funktionsmodell ... 296
A2-1 Umsatzorientierte Funktionsmodellierung ... 296
A2-2 Checkliste zur Variation der Funktion ... 300
A2-3 Relationsorientierte Funktionsmodellierung ... 301
A2-4 Problemformulierungen ... 303
A2-5 Nutzerorientierte Funktionsmodellierung ... 304
A3 Wirkmodell ... 305
A3-1 Lösungssuche mit physikalischen Effekten ... 305
A3-2 Physikalische Effektesammlung ... 306
A3-3 Widerspruchsorientierte Lösungssuche ... 326
A3-4 Prinzipien zur Überwindung technischer Widersprüche ... 327
A3-5 Bionik ... 347
A3-6 Assoziationsliste ... 348
A4 Baumodell ... 357
A4-1 Systematische Variation ... 357
A4-2 Checkliste mit Gestaltparametern ... 358
A4-3 Prinzipien optimaler Systeme ... 374

Anhang B Glossar ... 385

Sachverzeichnis ... 409

Einführung

Wie kam es zu diesem Buch und was ist dessen Ziel? Die Entwicklung und Konstruktion erfolgreicher Produkte beginnt mit der richtigen Vision oder Zielsetzung. Die darauf aufsetzende zielgerichtete und schrittweise ablaufende Konkretisierung und Verfeinerung der Lösungsbeschreibung erfolgt vor dem Hintergrund einer schier unüberschaubaren Menge an Anforderungen und Randbedingungen.

Da Produkte nach wie vor von handelnden Personen entwickelt werden, sind hier die Aspekte der Fähigkeiten und Grenzen menschlich bestimmter Handlungen zu berücksichtigen. Das komplexe Umfeld, in welchem sich die Handelnden bewegen, und gewisse historische Prägungen spielen dabei eine große Rolle. Wir alle kennen den sogenannten „Scheuklappeneffekt“, das Haften an den bekannten und vertrauten Lösungsmustern. Dann und wann kommt eine Lösung auf den Markt, die viele Wettbewerber, Kunden und unter Umständen auch uns selbst überrascht. In solchen Fällen ist die Not oft groß, sind doch unter Umständen Chancen nicht erkannt und „verschlafen“ worden. Es stellt sich die Frage: „Warum sind wir nicht selbst auf diese Lösung gekommen?“

Das schrittweise Vorgehen bei der Konkretisierung des zu entwickelnden Produkts verlangt vom Konstrukteur und Entwickler Systematik. Ein „Verweilen“ im abstrakten Raum ist dabei nicht immer beliebt, aber doch oft erfolgreich. Wesentlich ist hierbei die Schaffung von alternativen Lösungsideen zur Verhinderung des gedanklichen Verharrens in alten Lösungen oder in Sackgassen.

Der Produktentwicklungsprozess und dessen Ergebnis bilden den Gegenstand dieses Buches. Dabei steht nicht alleine das Endergebnis im Fokus, vielmehr sind auch die vielen Zwischenergebnisse von Interesse, die auf dem Weg zum finalen Produkt entstehen. Die Ausführungen orientieren sich an der Frage, welches Vorgehen im Entwicklungsprozess in Abhängigkeit der aktuellen Entwicklungssituation sinnvoll und zielführend ist. Ebenso von Bedeutung ist die Fragestellung, welche Methoden, Werkzeuge und sonstigen Hilfsmittel zur Unterstützung der auszuführenden Aktivitäten herangezogen werden können und wie sie gewinnbringend einzusetzen sind.

Diese und viele weitere Fragen wurden in den vergangenen Jahren in einer Vielzahl von Forschungsprojekten behandelt und im Verbund mit Industrieunternehmen beleuchtet. Dadurch wurden teilweise neue Begriffe und Modellvorstellungen generiert beziehungsweise bekannte Begriffe und Modelle modifiziert, um mehr Systematik und Klarheit zu erhalten.

Welches Ziel verfolgt dieses Buch?

Dieses Buch soll dazu beitragen, die Effektivität und Effizienz in Produktentwicklungsprozessen zu erhöhen. Es soll das Bewusstsein für den Situationsbezug und die Systematik in der Entwicklung und Konstruktion technischer Produkte gefördert werden. Um dies zu erreichen, wurde ein Rahmen geschaffen, in dem sowohl die Aktivitäten als auch die Ergebnisse der Produktentwicklung eingeordnet werden können. Diesen Rahmen bildet das „Münchener Produktkonkretisierungsmodell“ (MKM). Es orientiert sich am Konkretisierungsgrad der erarbeiteten Produktmodelle und umfasst die Ebenen des Anforderungs-, Funktions-, Wirk- und Baumodells.

An diesem Modell soll die Bedeutung von Produktmodellen und ihrer Vernetzung verdeutlicht werden. Produktmodelle werden auf allen Konkretisierungsebenen für unterschiedliche Zwecke aufgestellt: zur Erfassung und Strukturierung der Ziele, zur Durchdringung der Problemstellung zur Spezifikation der Lösung oder zur Ermittlung relevanter Produkteigenschaften.

Außerdem soll die Bedeutung einer zielgerichteten Navigation durch den Entwicklungsprozess in Abhängigkeit der spezifischen Situation aufgezeigt werden. Grundsätzlich hat sich das Vorgehen der handelnden Personen an Zielen zu orientieren. Das „Delta“ zwischen der aktuellen Situation und der Zielsetzung bestimmt demnach die erforderlichen Aktivitäten im Entwicklungsprozess. Das Handeln kann sich dabei an bestimmten Grundprinzipien orientieren. Deren Beachtung erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass ein Entwicklungsprozess erfolgreich durchlaufen wird. Solche Grundprinzipien sind unter anderem die Problemzerlegung, das Denken in Alternativen sowie der Wechsel zwischen Ganzem und Details.

Ferner sollen Möglichkeiten der Unterstützung bei der Festlegung des Anforderungs-, Funktions-, Wirk- und Baumodells aufgezeigt werden. Zum einen sind es Arbeitsmethoden, die in Abhängigkeit der Problemstellung auszuwählen, anzupassen und zum Teil in Kombination anzuwenden sind. Darüber hinaus steht Entwicklern und Konstrukteuren ein großes Spektrum an Gestaltungsrichtlinien, Gestaltungsprinzipien und Informationssammlungen zur Verfügung. Aus dieser Vielfalt wurden zahlreiche Methoden und Hilfsmittel für dieses Buch ausgewählt und den hier betrachteten Konkretisierungsebenen zugeordnet. Die Beschreibung der Anwendung im Kontext verschiedener Entwicklungsszenarios soll Verständnis für Zweck und Wirkung der jeweiligen Methoden und Hilfsmittel erzeugen. Darüber hinaus enthält der Anhang zahlreiche Checklisten und Informationssammlungen, die einen gezielten Zugriff auf relevante Aspekte ermöglichen und durch die sich Entwicklungsprozesse operativ unterstützen lassen.

Schließlich werden Ansätze für das X-gerechte Entwickeln und Konstruieren diskutiert. Anhand fünf ausgewählter Hauptzielsetzungen im Sinne eines „Design for X“ beziehungsweise „Design to X“ wird gezeigt, dass sich der durch das „Münchener Produktkonkretisierungsmodell“ aufgespannte Rahmen auch hier anwenden lässt. Die spezifische Zielsetzung stellt dabei eine Konkretisierung der Entwicklungssituation dar und erfordert daher ein angepasstes Vorgehen.

Aufgrund der Vielfalt an Themen, die die Produktentwicklung umfasst, und der Notwendigkeit, einen klaren Fokus zu schaffen, konnte auf einige Aspekte nicht oder nur am Rande eingegangen werden. Zu diesen Themen zählt die Rechnerunterstützung der Produktentwicklung (zum Beispiel Computer Aided Engineering, Virtual Reality, Product Data Management und so weiter). Außerdem wird die Produktentwicklung in erster Linie aus dem Blickwinkel des Maschinenbaus betrachtet. Die Bedeutung der Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Disziplinen im Zeitalter von mechatronischen Produkten wird betont. Die Spezifika und Herausforderungen beispielsweise bei der Entwicklung von Elektronik- oder Software-Komponenten werden jedoch nicht vertieft.

An wen richtet sich dieses Buch?

Als Buch für die industrielle Praxis werden den Entwicklern und Konstrukteuren wertvolle Anregungen und Anleitungen gegeben, ihr Vorgehen flexibler und an die spezielle Situation anzupassen. Besonders für die frühen Entwicklungsphasen, für die Erarbeitung und Ausgestaltung von Konzepten für technische Produkte, werden konkrete Arbeitsunterlagen angeboten. Damit soll ein Beitrag zum Erkenntnistransfer geleistet werden, der die erheblichen Potenziale bezüglich Leistung wie auch Qualität in der Produktentwicklung nutzbar machen soll.

Als Lehrbuch richtet es sich an Studierende des Maschinenwesens, die sich für Fragen der Produktentwicklung interessieren. Da überwiegend grundsätzliche Fragen des Vorgehens diskutiert werden, ist der Inhalt auch für andere Disziplinen der Technikwissenschaften von Bedeutung. Darüber hinaus kann es auch für die technisch ausgerichteten Gebiete der Naturwissenschaften, Informatik, Mathematik oder Betriebswirtschaft eine wertvolle Hilfe sein.

Wissenschaftlern sollen durch die Diskussion in diesem Buch Ansätze für weitere Forschungsarbeiten gegeben werden. Die hier behandelten Themen bieten die Grundlage für eine weitere Vertiefung noch offener Fragen, zum Beispiel zu der situativen Gestaltung von Entwicklungsprozessen, dem gezielten Einsatz von Produktmodellen, der Entwicklung von unterstützenden Softwarewerkzeugen oder der Entwicklungsarbeit in Abhängigkeit verschiedener Hauptzielsetzungen.

Was waren die wichtigsten Einflüsse auf dieses Buch?

In der Literatur ist das Thema der Produktentwicklung und Konstruktion seit vielen Jahren intensiv behandelt worden. Darüber hinaus haben zahlreiche intensive Diskussionen mit einzelnen Forschern hinsichtlich der in diesem Buch vorgestellten Ansätze Anregungen gegeben und die Inhalte damit beeinflusst.

Wichtige Quellen waren die Werke von Pahl und Beitz [Pahl et al. 1997] und Ehrlenspiel [Ehrlenspiel 2007]. Sie haben das Lehr- und Forschungsgebiet der

Entwicklung/Konstruktion maßgeblich geprägt. Daher wird auch an vielen Stellen in diesem Buch auf diese Werke referenziert. Allerdings wurde die Notwendigkeit gesehen, einen klareren Fokus und eine deutlichere Struktur zu schaffen. Außerdem wurde dem Fortschritt und neuen Erkenntnissen im Bereich der Produktentwicklung Rechnung getragen, was sich unter anderem in der verwendeten Terminologie widerspiegelt. Die Begriffe „Entwerfen“ und „Ausarbeiten“ werden daher zum Beispiel weitgehend vermieden, da sie in einer Zeit geprägt wurden, als die Konstruktion noch am Reißbrett stattfand. Im Zuge der Entwicklung moderner 3D-CAD-Systeme hat sich die Vorgehensweise grundlegend geändert. Noch stärker als in der bestehenden Literatur der Entwicklungs- und Konstruktionsmethodik soll ein Bewusstsein für die Entwicklungssituation und die Notwendigkeit eines flexiblen, an die Situation angepassten Vorgehens geschaffen werden.

Die Arbeiten von Grabowski [Grabowski et al. 1993] und Rude [Rude 1998] gaben wertvolle Hinweise hinsichtlich der Bedeutung von Produktmodellen und den Ebenen im Konkretisierungsgrad. Weitere Denkanstöße gaben die Arbeiten von Gausemeier und seinen Mitarbeitern [Gausemeier et al. 2006b], vor allem hinsichtlich der Betrachtung von Entwicklungsprozessen als vernetzte Zyklen.

Die in den einzelnen Kapiteln behandelten Themen sind ebenfalls von einer Reihe von Vorarbeiten geprägt, beispielsweise hinsichtlich der Morphologie bei der Erstellung von Gesamtkonzepten [Birkhofer 1980], der Sicherheitstechnik bei der Entwicklung und Konstruktion [Neudörfer 2005] sowie dem Montagegerechten Konstruieren [Andreasen et al. 1988].

Die Arbeiten von Altschuller [Altschuller 1984] haben zunächst einige Kraft gekostet, da seine blumige Sprache durchaus gewöhnungsbedürftig und ein Teil der Folgeliteratur zu seinen Ansätzen durch die Aura des „unfehlbaren Meisters“ geprägt ist. Das oft als starr-präskriptiv beschriebene Vorgehen der TRIZ-Methodik, durch das Lösungen nahezu deterministisch erzwungen werden sollen, widerspricht der Grundhaltung dieses Buchs, dass in Abhängigkeit der Entwicklungssituation das Vorgehen flexibel zu gestalten ist. Dennoch muss die wesentliche Bereicherung der Entwicklungsmethodik durch die Arbeiten von Altschuller unbedingt berücksichtigt werden, auch deshalb, weil viele Parallelen zur klassischen Entwicklungs- und Konstruktionsmethodik existieren.

Schließlich wurde im Buchprojekt „Methodische Entwicklung technischer Produkte“ [Lindemann 2007] gewissermaßen auch ein Grundstein für dieses Buch gelegt. Während dort das Hauptaugenmerk auf die Produktentwicklung als Problemlösung und zugehörige Arbeitsmethoden gerichtet wird, steht hier die zunehmende Konkretisierung der Produktmodelle im Vordergrund. Letztendlich sind es aber zwei unterschiedliche Sichten auf denselben Betrachtungsgegenstand: den Entwicklungsprozess. Daher sind beide Bücher als gute Ergänzung zueinander zu verstehen. Ein wesentliches Merkmal des Methodenbuchs, das auch hier beibehalten wurde, ist die klare Strukturierung und Form der Vermittlung der Inhalte, durch welche die Ziel- und Handlungsorientierung gefördert werden soll.

Arbeiten in und mit der Industrie sowie die Auswertung von Forschungsprojekten haben grundsätzliche Probleme immer wieder deutlich aufgezeigt. Zu diesen gehören der sofortige Übergang von der Aufgabenstellung in die Lösungssuche,