

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
Beate Bender und Kilian Gericke	
Literatur	5
Teil I Grundlagen	
2 Grundlagen technischer Systeme	9
Gerhard Pahl, Wolfgang Beitz, Kilian Gericke, Beate Bender, Jörg Feldhusen und Karl-Heinrich Grote	
2.1 System, Anlage, Apparat, Maschine, Gerät, Baugruppe, Einzelteil	9
2.2 Energie-, Stoff- und Signalumsatz	11
2.3 Funktionszusammenhang	14
2.4 Wirkzusammenhang	18
2.5 Bauzusammenhang	22
2.6 Systemzusammenhang	22
Literatur	24
3 Grundlagen methodischen Vorgehens in der Produktentwicklung	27
Kilian Gericke, Beate Bender, Gerhard Pahl, Wolfgang Beitz, Jörg Feldhusen und Karl-Heinrich Grote	
3.1 Grundlagen	27
3.1.1 Produktentwicklung als Problemlöseprozess	28
3.1.2 Produktentwicklung als Informationsumsatz	36
3.1.3 Produktentwicklung als iterativer Prozess	37
3.1.4 Produktentwicklung als Koevolution von Problem und Lösung	39
3.2 Vorgehensstrategien der methodischen Produktentwicklung	39
3.3 Allgemein anwendbare Methoden	49
Literatur	54

4	Der Produktentwicklungsprozess	57
	Kilian Gericke, Beate Bender, Gerhard Pahl, Wolfgang Beitz, Jörg Feldhusen und Karl-Heinrich Grote	
4.1	Produktlebenszyklus und Produktentstehungsprozess	58
4.2	Modelle des physikalischen Produkts	59
4.3	Modell des Produktentwicklungsprozesses	61
4.3.1	Allgemeiner Lösungsprozess	61
4.3.2	Allgemeines Vorgehensmodell der Produktentwicklung	65
4.3.3	Begleitprozesse der Produktentwicklung	73
4.4	Erstellung und Gebrauch von Prozessmodellen	74
4.5	Entwicklung kontextspezifischer Produktentwicklungsprozesse	75
4.6	Alternative Prozessmodelle	80
4.6.1	Klassifizierung	80
4.6.2	Vergleich	82
4.6.3	Historie	82
	Literatur	90

Teil II Klären der Aufgabenstellung

5	Produktplanung	97
	Matthias Kreimeyer, Werner Seidenschwarz und Matthias Rehfeld	
5.1	Abgrenzung der Produktplanung	98
5.2	Vorgehensmodelle zur Produktplanung	99
5.3	Zentrale Grundmethoden in der Produktplanung	102
5.4	Unternehmens- und Produktstrategie	109
5.4.1	Ebenen der Strategie und Einfluss auf das Produkt	111
5.4.2	Einflüsse und Rahmenbedingungen zur Produktstrategie	113
5.5	Portfolioplanung und -management	115
5.5.1	Das Portfolio (Produktportfolio, Technologieportfolio)	116
5.5.2	Planung der Produktroadmap	120
5.6	Planung einzelner Produkte und Produktportfolios	123
5.6.1	Vorgehensmodell für die Projektanbahnung	124
5.6.2	Rolle der Architektur und der Modularisierung	126
5.6.3	Beispiel: Planung eines Produktprojekts im Nutzfahrzeugbereich	127
5.7	Begleitung von Entwicklungsprojekten aus Sicht der Produktplanung	131
	Literatur	132

6	Nutzerbedürfnisse	137
	Kristin Paetzold	
6.1	Das Spannungsfeld zwischen Entwickler und Nutzer – eine Einführung.	137
6.1.1	Unterschiedliche Sichtweisen auf das Produkt	137
6.1.2	Verantwortlichkeit der Entwicklung in der Produktgestaltung	139
6.2	Charakterisierung und Klassifizierung von Nutzern	140
6.2.1	Einflussfaktoren auf Wünsche und Bedürfnisse der Nutzer	140
6.2.2	Bestandteile und Interpretation des Produktbegriffes im Kontext.	142
6.2.3	Unterscheidung von Nutzern nach deren Interesse am Produkt.	143
6.3	Systematik der Nutzerintegration	147
6.3.1	Rahmenbedingungen für die Nutzerintegration.	148
6.3.2	Ausdifferenzierung der Einzelaspekte der Nutzerintegration ...	149
6.3.3	Der Untersuchungsprozess im Rahmen der Nutzerpartizipation	155
6.4	Auswahl von Methoden	159
6.4.1	Unterscheidung zwischen qualitativen und quantitativen Untersuchungen	159
6.4.2	Typische Methoden der Datenerhebung	161
6.4.3	Herausforderungen bzw. Fehlerquellen	165
	Literatur	166
7	Entwickeln der Anforderungsbasis: Requirements Engineering	169
	Beate Bender und Kilian Gericke	
7.1	Zielsystem des Entwicklungsvorhabens	171
7.1.1	Produktbezogene Ziele, Terminziele und Kostenziele.	172
7.1.2	Modell für Ziel-, Objekt-, Prozess-, und Handlungssystem	174
7.1.3	Rolle von Zielen und Anforderungen in der Produktentwicklung	176
7.2	Entwickeln der initialen Anforderungsbasis	178
7.2.1	Entwicklungsauftrag	180
7.2.2	Lasten- und Pflichtenheft.	183
7.2.3	Arten von Anforderungen	186
7.3	Methodisches Vorgehen beim Klären der Aufgabe	189
7.3.1	Anforderungen ermitteln	192
7.3.2	Anforderungen spezifizieren	197
7.3.3	Anforderungen strukturieren	200
7.3.4	Anforderungen analysieren	204
	Literatur	207

8	Arbeiten mit Anforderungen: Requirements Management	211
	Dietmar Göhlich und Tu-Anh Fay	
8.1	Requirements Management im Produktentwicklungsprozess	212
8.2	Dokumente und Standards für das Arbeiten mit Anforderungen	216
8.2.1	Anforderungsliste	217
8.2.2	Standards und Richtlinien für Lasten- und Pflichtenhefte	218
8.2.3	Generische Lastenheftstruktur für mechatronische Komponenten	219
8.3	Software für das Arbeiten mit Anforderungen	221
8.3.1	Anforderungen definieren und dokumentieren	222
8.3.2	Anforderungen ändern, versionieren und rückverfolgen	224
8.3.3	Anforderungen kommunizieren und über Schnittstellen austauschen	227
	Literatur	228
 Teil III Konzeptentwicklung		
9	Funktionen und deren Strukturen	233
	Kilian Gericke, Beate Bender, Gerhard Pahl, Wolfgang Beitz, Jörg Feldhusen und Karl-Heinrich Grote	
9.1	Abstrahieren zum Erkennen der wesentlichen Probleme	234
9.1.1	Ziel der Abstraktion	234
9.1.2	Systematische Erweiterung der Problemformulierung	236
9.1.3	Problem erkennen aus der Anforderungsliste	238
9.2	Aufstellen von Funktionsstrukturen	241
9.2.1	Gesamtfunktion	242
9.2.2	Aufgliedern in Teilfunktionen	243
9.2.3	Aufstellen einer Funktionsstruktur anhand eines Beispiels	245
9.2.4	Hinweise zum Erkennen und Bilden von Teilfunktionen	247
9.2.5	Weitere Beispiele	249
9.3	Praxis der Funktionsstruktur	251
	Literatur	254
10	Entwickeln von Wirkstrukturen	255
	Kilian Gericke, Beate Bender, Jörg Feldhusen und Karl-Heinrich Grote	
10.1	Suche nach Wirkprinzipien	257
10.2	Lösungsfindungsmethoden	258
10.2.1	Konventionelle Methoden und Hilfsmittel	259
10.2.2	Intuitiv betonte Methoden	260
10.2.3	Assoziativ betonte Methoden	266
10.2.4	Diskursiv betonte Methoden	278

10.3	Kombinieren von Wirkprinzipien zu einer Wirkstruktur	299
10.3.1	Systematische Kombination	300
10.3.2	Kombinieren mithilfe mathematischer Methoden	302
10.4	Praxis der Wirkstruktur	303
	Literatur	305
11	Auswahl- und Bewertungsmethoden	307
	Sandro Wartzack	
11.1	Einfache Bewertungsverfahren zur Vorauswahl von Lösungsvarianten	313
11.2	Aufwendige Bewertungsverfahren zur Lösung von Entscheidungsaufgaben	317
11.3	Komplexe Bewertungsverfahren zur Entscheidungsfindung	323
11.4	Rechnerunterstützung	325
11.5	Überprüfung der Bewertungsergebnisse	330
	Literatur	332
12	Produktarchitektur	335
	Dieter Krause, Thomas Vietor, David Inker mann, Michael Hanna, Timo Richter und Nadine Wortmann	
12.1	Definition der Produktarchitektur	336
12.2	Bauweisen technischer Systeme	337
12.2.1	Integral- und Differentialbauweise	338
12.2.2	Modulbauweise	340
12.2.3	Verbundbauweise	342
12.2.4	Integrierende Bauweise	343
12.2.5	Multifunktionalbauweise	343
12.3	Zielstellungen für die Gestaltung der Produktarchitektur	345
12.3.1	Planung und Entwicklung des Produktprogramms	346
12.3.2	Wertschöpfungsprozesse im Unternehmen	347
12.3.3	Produktnutzen für den Kunden	348
12.3.4	Interaktion zwischen Kunden und Unternehmen	348
12.4	Produktstrukturierung unter Berücksichtigung der Variantenvielfalt	349
12.4.1	Herausforderungen der Variantenvielfalt	350
12.4.2	Strategien zur modularen Produktstrukturierung	352
12.4.3	Baureihenstrategie	356
12.5	Ausgewählte Methoden für die Gestaltung der Produktarchitektur	359
12.5.1	Systematisches Vorgehen bei der Funktionsintegration	360
12.5.2	Strategie der einteiligen Maschine	361
12.5.3	Change Mode & Effects Analysis (CMEA)	364
12.5.4	Theory of Modular Design	367

12.5.5	Integration Analysis Methodology auf Grundlage der Design Structure Matrix	368
12.5.6	Vorgehen beim Entwickeln von Baukästen	370
12.5.7	Modular Function Deployment	372
12.5.8	Product Family Master Plan	373
12.5.9	Integrierter PKT-Ansatz zur Entwicklung modularer Produktfamilien	377
12.6	Beispiele	384
12.6.1	Anwendung des PKT-Ansatzes zur Modularisierung von Aufzügen	385
12.6.2	Integrales Bodenmodul für leichte Nutzfahrzeuge	388
	Literatur	390

Teil IV Produktgestaltung

13	Gestaltung – Prozess und Methoden	397
	Sven Matthiesen	
13.1	Einleitung	397
13.2	Die Einordnung der Gestaltung in den Produktentwicklungsprozess nach VDI 2221	398
13.3	Vorgehen in der Gestaltung und wichtige Begriffe	402
13.3.1	Grundlegende Empfehlungen zum Vorgehen in der Gestaltung	415
13.4	Risiken in der Gestaltung abhängig von den zentralen Eingangsgrößen	418
13.5	Contact&Channel-Ansatz – C&C ² -A, ein Modell zur Modellbildung	420
13.5.1	Elemente des C&C ² -Ansatzes	421
13.5.2	Das Contact&Channel-Modell – C&C ² -M, ein Modell zur Beschreibung der Gestalt-Funktion-Zusammenhänge im Produkt	425
13.5.3	Vorgehen bei der Modellbildung mit dem C&C ² -Ansatz	427
13.6	Synthesegetriebene Analyse in der Gestaltung	431
13.6.1	Techniken in der synthesegetriebenen Analyse	432
13.6.2	Erkenntnisgewinn in der Gestaltung durch Hypothesenbildung und -prüfung	446
13.6.3	„Konstruktionshypothesen“ als Hilfsmittel zum Erkenntnisgewinn	451
13.6.4	Gestalt-Funktion-Zusammenhänge erkennen und überprüfen durch Testing	454
13.6.5	Quantifizierung von Gestalt-Funktion-Zusammenhängen durch Entwicklungsprüfständen	457

13.7	Synthese in der Gestaltung	460
13.7.1	Techniken in der Synthese	461
13.8	Zusammenfassung	462
	Literatur	463
14	Grundregeln der Gestaltung	467
	Eckhard Kirchner und Alfred Neudörfer	
14.1	Grundregeln, Gestaltungsprinzipien und Gestaltungsrichtlinien.	468
14.2	Eindeutig	472
14.2.1	Konstruktive Aspekte der Eindeutigkeit	473
14.2.2	Eindeutigkeit in der Auslegung	477
14.2.3	Die Grundregel Eindeutig im Produktlebenslauf.	479
14.3	Einfach.	482
14.3.1	Konstruktive Aspekte der Einfachheit	483
14.3.2	Einfache Auslegung	484
14.3.3	Die Grundregel Einfach im Produktlebenslauf	485
14.4	Sicher.	488
14.4.1	Rechtliche Grundlagen des sicherheitsgerechten Konstruierens	489
14.4.2	Mit Maschinen verbundene Gefahren und Risiken	495
14.4.3	Konstruktionsmaßnahmen	504
	Literatur	522
15	Gestaltungsprinzipien	525
	Gerhard Pahl und Wolfgang Beitz	
15.1	Prinzip der Kraftleitung	527
15.2	Prinzip der Aufgabenteilung	538
15.3	Prinzip der Selbsthilfe	547
15.4	Prinzip der Stabilität und Bistabilität.	558
15.5	Prinzip der fehlerarmen Gestaltung.	563
16	Gestaltungsrichtlinien	567
	Beate Bender, Kilian Gericke, Jörg Heusel, Thomas Bronnhuber, Olaf Helms, Jens Krzywinski, Christian Wölfel, Fritz Klocke, Klaus Dilger, Rainer Müller, Tobias Ehlers und Roland Lachmayer	
16.1	Zuordnung und Übersicht	567
16.2	Ausdehnungsgerecht	570
16.3	Kriech- und Relaxationsgerecht	583
16.4	Korrosionsgerecht	591
16.5	Verschleißgerecht.	605

16.6	Blechgerecht	607
16.6.1	Blech	607
16.6.2	Die Prozesskette Blech	613
16.6.3	Gestalten mit Blech	613
16.6.4	Einsatzbereiche der Fertigungsverfahren	629
16.6.5	Beispiele	630
16.7	Faserverbundgerecht: Konstruktion von Strukturbauteilen aus Faser-Kunststoff-Verbunden	636
16.7.1	Aufbau und Eigenschaften von Faser-Kunststoff- Verbunden	636
16.7.2	Gründe für den Einsatz von FKV	644
16.7.3	Verfahren zur Herstellung von Faserverbundbauteilen	650
16.7.4	Methodischer Faserverbund-Leichtbau	657
16.7.5	Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit von Faserverbundbauweisen	668
16.8	Ergonomisch	673
16.8.1	Einleitung	673
16.8.2	Ergonomische Grundlagen	674
16.8.3	Tätigkeiten des Menschen und ergonomische Bedingungen	679
16.8.4	Erkennen ergonomischer Anforderungen	681
16.9	Industriedesign und nutzerzentrierte Produktentwicklung	684
16.9.1	Aufgaben und Zielstellung des Industriedesigns in der interdisziplinären Produktentwicklung	684
16.9.2	Merkmale des Industriedesigns	685
16.9.3	Gesamtproportion, Anmutung, Form und Detailgestaltung	689
16.9.4	Methoden und Werkzeuge des Industriedesigns	692
16.9.5	Akademische Einordnung und Entwicklung des Industriedesigns	703
16.10	Fertigungsgerecht	704
16.11	Fügegerecht	718
16.11.1	Schweißgerechte Gestaltung	718
16.11.2	Klebegerechte Gestaltung	719
16.12	Montagegerecht	725
16.12.1	Die Montage und ihre Aufgaben	726
16.12.2	Grundregeln für eine montagegerechte Produktgestaltung	732
16.12.3	Produktgestaltung für eine einfache Montage	742
16.12.4	Diskussion für die montagegerechte Produktgestaltung	751
16.13	Gestaltung für Additive Fertigung	755
16.13.1	Einordnung der Technologie	755
16.13.2	Prozesskette	758
16.13.3	Gestaltungsziele: Potenziale in der Produktentwicklung	764

16.13.4	Konstruktionsmethodik für die Additive Fertigung	765
16.13.5	Fertigungsgerechte Gestaltung	773
16.13.6	Anwendungsbeispiele	790
16.14	Instandhaltungsgerecht	799
16.14.1	Zielsetzung und Begriffe	799
16.14.2	Instandhaltungsgerechte Gestaltung	801
16.15	Recyclinggerecht	803
16.15.1	Zielsetzungen und Begriffe	804
16.15.2	Recyclinggerechte Gestaltung	806
16.16	Risikogerecht	810
	Literatur	811

Teil V Begleitprozesse der Produktentwicklung

17	Projektmanagement	831
	Josef Oehmen	
17.1	Was ist Projektmanagement?	831
17.2	Initiierung von Projekten	834
17.2.1	Projektcharter	834
17.2.2	Identifikation wesentlicher Stakeholder des Projektes und ihrer Rollen	837
17.3	Projektplanung	840
17.3.1	Arbeitspakete und Projektstrukturplan	840
17.3.2	Zeit- und Ablaufplanung	844
17.3.3	Ressourcenplanung	847
17.3.4	Finanzplanung und –management	850
17.3.5	Management von Risiken und Unsicherheiten im Projekt	854
17.4	Projektumsetzung & -controlling	860
17.4.1	Zentrale Führungsprozesse – Project Governance.	860
17.4.2	Visuelle Planung und Führung.	867
17.4.3	Earned Value Management (EVM)	873
17.5	Projektabschluss	876
17.5.1	Aktivitäten während des Projektabschlusses	876
17.5.2	Lessons Learned	877
17.6	Kurzübersicht wichtiger Projektmanagement Standards.	880
	Literatur	881
18	Qualitätssicherung in der Produktentwicklung und Konstruktion	883
	Jörg Feldhusen und Karl-Heinrich Grote	
18.1	Maßnahmen zur Vermeidung produktbezogener Fehler	886
18.1.1	Design Reviews	887
18.1.2	Fehlerbaumanalyse	889

18.1.3	Fehler-Möglichkeiten-Einfluss-Analyse (FMEA)	892
18.1.4	Quality Function Deployment	896
18.2	Designlenkung nach ISO 9000 ff.	899
	Literatur	903
19	Produktdokumentation	905
	Sándor Vajna und Michael Schabacker	
19.1	Interne Technische Produktdokumentation	905
19.2	Externe Technische Produktdokumentation	907
19.3	Anforderungen an die Technische Produktdokumentation	907
19.4	Einflüsse der Technischen Produktdokumentation auf das Unternehmen	909
19.5	Systeme für die interne und die externe Technische Produktdokumentation	911
19.6	Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen bei der Einführung eines Technischen Produktdokumentationssystems	913
19.7	Zusammenfassung	916
	Literatur	916
20	Technisches Änderungsmanagement	919
	Gamal Lashin	
20.1	Grundlagen des technischen Änderungsmanagements	919
20.1.1	Die Rolle des Änderungsmanagements im Produktlebenszyklus	919
20.1.2	Definition von „Produktänderungen“	920
20.1.3	Konfigurations- und Änderungsmanagement – Abgrenzung. ...	921
20.2	Ursachen für technische Produktänderungen	922
20.3	Prozess zum Änderungsmanagement	923
20.3.1	Änderungsmanagement nach DIN 194	924
20.3.2	Änderungsmanagement nach VDA 4965	924
20.3.3	Praxisbeispiel Änderungsmanagement	927
20.3.4	Generischer Prozess zum technischen Änderungsmanagement	933
20.4	Kennzahlen für das Änderungsmanagement	936
20.4.1	Kosten für Produktänderungen	936
20.4.2	Durchlaufzeit bei Produktänderungen	937
20.4.3	Anzahl von Produktänderungen	938
20.5	IT Technologien für das Änderungsmanagement	939
	Literatur	941

21 Kostenmanagement	943
Florian Kauf	
21.1 Einleitung	943
21.2 Produktkosten	944
21.3 Einflussfaktoren auf die Produktkosten	955
21.4 Produktkosten im Entwicklungsprozess	962
21.5 Zusammenfassung	972
Literatur	972
22 Ökodesign	975
Tim C. McAloone und Daniela C. A. Pigosso	
22.1 Motivation für die Umsetzung des Ökodesigns	975
22.1.1 Ursprung und Kontext des Ökodesigns	976
22.1.2 „Nachhaltigkeit ist nicht mein Geschäft“: ein passiver Ansatz	976
22.1.3 „Wir müssen anfangen, etwas zu tun“: der reaktive Ansatz	977
22.1.4 „Nachhaltigkeit ist wirtschaftlich sinnvoll“: auf dem Weg zu einem präventiven Ansatz	977
22.1.5 „Nachhaltigkeit als Motor für Innovationen“: der proaktive Ansatz	978
22.1.6 „Nachhaltigkeit als Geschäftsmethode“: der integrative Ansatz	981
22.1.7 Unser Schwerpunkt in diesem Kapitel	982
22.1.8 Aber was ist ein Umweltproblem und wie hilft Ökodesign dabei?	982
22.2 Umsetzung von Ökodesign in der Industrie	985
22.2.1 Fokus auf Produktentwicklung	986
22.2.2 Denken in Multiprodukten und Multi-Lebenszyklen	988
22.2.3 Voraussetzungen für die Umsetzung des Ökodesigns	990
22.3 Vorbereitung und Implementierung	991
22.3.1 Annäherung an das Ökodesign aus der Perspektive des Entwicklungsprozesses (top-down)	992
22.3.2 Annäherung an das Ökodesign aus der Perspektive des ökologischen Lebenszyklus (Bottom-Up)	1006
22.4 Zusammenfassung	1016
Literatur	1018

23 Umgang mit Normen und Normung	1023
Albert Hövel und Mario Schacht	
23.1 Normen-Management	1027
23.2 Normung und Normen	1035
23.2.1 Normungsorganisation DIN e. V.	1035
23.2.2 Finanzierung	1037
23.2.3 Verschiedene Aspekte von Normen im Überblick	1037
23.2.4 Der Normungsprozess	1038
23.2.5 Normen und Spezifikationen	1042
23.2.6 Normung von Managementsystemen	1044
23.3 Nutzen der Normung	1046
23.3.1 Volkswirtschaftlicher Nutzen der Normung	1046
23.3.2 Betriebswirtschaftlicher Nutzen der Normung	1049
23.3.3 Normung und Recht.	1051
23.4 Normung im Innovationsprozess	1054
23.4.1 Integration von Normung und Innovation	1054
23.4.2 Normen in Unternehmens- und Innovationsprozessen	1055
23.4.3 Innovation mit Normen und Standards	1056
23.4.4 Entwicklungsbegleitende Normung.	1057
23.5 Normen und Patente.	1057
23.6 Normung als strategisches Instrument.	1060
23.6.1 National – Deutsche Normungsstrategie	1062
23.6.2 Europäisch – Gemeinsame Normungsinitiative.	1063
23.6.3 International – ISO-Strategie 2016–2020	1063
Literatur	1064
24 Patente und gewerbliche Schutzrechte	1067
Patrick Erk	
24.1 Einleitung.	1067
24.2 Grundlagen	1068
24.3 Überblick über den Gewerblichen Rechtsschutz	1068
24.3.1 Grundprinzipien der gewerblichen Schutzrechte.	1070
24.3.2 Übersicht über die gewerblichen Schutzrechte	1071
24.3.3 Arbeitnehmererfinderrecht.	1080
24.3.4 Entwicklungskooperationen	1081
24.3.5 Gewerbliche Schutzrechte und Schutzstrategien.	1082
24.3.6 Aufbau eines eigenen Patentportfolios	1086
24.3.7 Die Rolle von Patenten im Produktentwicklungsprozess	1089
Literatur	1093

25 Virtuelle Produktentwicklung	1097
Gamal Lashin und Rainer Stark	
25.1 Einführung in die virtuelle Produktentwicklung	1097
25.1.1 Definition und Motivation der virtuellen Produktentwicklung	1097
25.1.2 Wandel der Produktentstehung in Richtung zunehmender Digitalisierung und Virtualisierung	1099
25.2 Themengebiete der virtuellen Produktentwicklung (Lashin)	1101
25.2.1 3D-CAD-Technik	1101
25.2.2 Rapid Prototyping and Rapid Tooling	1119
25.2.3 Systeme für die Datenvisualisierung	1119
25.2.4 Systeme für Produktdatenmanagement (PDM)	1124
25.2.5 Enterprise Resource Planning (ERP)	1130
25.2.6 Product Lifecycle Management (PLM)	1135
25.2.7 Wissensmanagement	1139
25.2.8 Systeme für Berechnung und Simulation (CAE)	1144
Literatur	1151
Stichwortverzeichnis	1155