

Bernd Schäppi/Mogens M. Andreassen/
Manfred Kirchgeorg/Franz-Josef Radermacher

Handbuch Produktentwicklung

HANSER

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Autorenverzeichnis	XXV
I Systemkonzepte für die Produktentwicklung und das Produktmanagement	1
1 Integrierte Produktentwicklung – Entwicklungsprozesse zielorientiert und effizient gestalten (<i>Bernd Schächli</i>)	3
1.1 Rahmenbedingungen und Erfolgsfaktoren für die Entwicklung erfolgreicher Produkte	5
1.2 Produkt- und Dienstleistungsnutzen aus ganzheitlicher Perspektive	6
1.2.1 Erfolgskriterien für neue Produkte und Dienstleistungen	8
1.2.2 Kriterien aus der Perspektive des Kunden	8
1.2.3 Kriterien aus der Unternehmensperspektive	10
1.2.4 Ganzheitliche Bewertung der Erfolgskriterien	12
1.3 Produkte und Dienstleistungen zielorientiert und effizient realisieren – der integrierte Produktentwicklungsprozess	12
1.3.1 Der Entwicklungsprozess im Überblick	12
1.3.2 Produkte und produktspezifische Prozesse systematisch definieren und planen	14
1.3.2.1 Ideen für neue Produkte und Dienstleistungen	14
1.3.2.2 Produktanforderungen fachübergreifend definieren und bewerten – vom Lastenheft zum Businessplan ...	15
1.3.3 Produkte und produktspezifische Prozesse effizient realisieren	18
1.3.3.1 Simultaneous Engineering im integrierten Produktentwicklungsprozess	18
1.3.3.2 Die Qualität der Produkte frühzeitig testen – Einbeziehung des Kunden in den Entwicklungsprozess	19
1.3.4 Markteinführung, Produktmanagement und integriertes Controlling	20
1.4 Basisvoraussetzungen für die erfolgreiche Produkt- und Dienstleistungsentwicklung	21
1.4.1 Basisressourcen entwickeln – Organisation, Kernkompetenzen und Management	21
1.4.2 Schlüsselinformationen für Innovationsprojekte gewinnen – Marktforschung, Forschung und Technologiemanagement	22
1.4.3 Innovationen strategisch ausrichten – Strategieentwicklung	24
1.5 Vorgehen zur Entwicklung der Ressourcen und Prozesse im Unternehmen	26
1.6 Literatur	27
2 Systemorientiertes Design – ganzheitliche Perspektive in Innovationsprozessen (<i>Markus Schwaninger</i>)	29
2.1 Grundbegriffe des systemorientierten Designs	31
2.1.1 Komplexität und Varietät	31
2.1.2 Systemorientierung	31
2.1.3 Design	32
2.1.4 Design im Kontext von Organisation und Management	33
2.2 Allgemeine systemische Prinzipien und Heuristiken für den Umgang mit komplexen Systemen	35
2.2.1 Ganzheitliche Konzeption	35
2.2.1.1 Von partiell zu integrativ	36
2.2.1.2 Analytisch und synthetisch	36
2.2.1.3 Kompositorisches Design	37
2.2.1.4 Integrales Design	37

2.2.1.5	Zirkuläres Konzept	37
2.2.2	Funktions- und Problemorientierung	38
2.2.3	Strukturalistische Orientierung	41
2.2.4	Dynamische Betrachtungsweise, Modellierung und Simulation	42
2.3	Designprinzipien	45
2.3.1	Fallen im Designprozess	45
2.3.2	Pattern Language: Archetypenbasiertes Design	46
2.3.2.1	Vielfalt: Modulares, simultanes, rekursives und heterarchisches Design	46
2.3.2.2	Modularität	46
2.3.2.3	Simultanität	47
2.3.2.4	Rekursion	47
2.3.2.5	Heterarchie	47
2.3.2.6	Kundennutzen: Empathisches und schöpferisches Design	47
2.3.2.7	Empathisches Design	47
2.3.2.8	Schöpferisches Design	48
2.3.3	„Awareness“: Erkenntnisgetriebenes und synergetisches Design	48
2.3.3.1	Überwindung der Effizienz-Paranoia	49
2.3.3.2	Von der Suboptimierung zum Gesamtoptimum	49
2.3.3.3	Synergetisches Design	50
2.3.4	Lebensfähigkeit: Vom bionischen zum humanen und sozialen Design	50
2.3.4.1	Bionik	50
2.3.4.2	Organisationen als lebensfähige Systeme	50
2.3.5	Entwicklung: Von der Design-Logik zur Design-Meta-Logik	53
2.3.6	Eine Systemmethodik zur Unterstützung von Gestaltungsprozessen – Integrative Systemmethodik	53
2.4	Ausblick	54
2.5	Literatur	55
II	Basisressourcen und Basiskompetenzen für die Produktentwicklung	57
1	Organisationsentwicklung – die Organisation als Erfolgsfaktor für Innovation (Hans Glatz und Roland Steindl)	59
1.1	Wie innovationsfreundlich sind wir?	61
1.2	Innovation als lebendiges Selbstverständnis	61
1.2.1	Innovation in einer „Erfinder Company“	61
1.2.2	Innovationsförderung in einem Konzern	64
1.2.3	Learnings: Wie Innovation zum Selbstverständnis wird	66
1.3	Bewegung statt heilige Ordnung (Hierarchie)	66
1.3.1	DRAFT Organisation bei Alcatel	68
1.3.2	Die Kraft von Start-ups	70
1.3.3	Learnings: Wie Sie Bewegung fördern können	71
1.4	Entwickeln mit Kunden, Lieferanten und Partnern	72
1.4.1	Innovation im Dialog mit Kunden	72
1.4.2	Vernetzung von Kunden und Lieferanten	73
1.4.3	Learnings	74
1.5	Mit-Unternehmer statt Mit-Arbeiter	75
1.5.1	„Innovationsträger“ – Partner im Unternehmen	75
1.5.2	Innovationsförderndes HRM	76
1.6	Führende gestalten Zukunft	77
1.6.1	Führen von Mit-Unternehmern	77

1.6.2	Transformationsprozesse gestalten	80
1.7	Zusammenfassung	82
1.8	Literatur	83
2	Teamarbeit und Teamführung – Teams als Schlüssel zum effizienten Entwicklungsprojekt <i>(Josef M. Weber)</i>	85
2.1	Teams und Organisationen – ein Widerspruch!	87
2.1.1	Das Denkmodell der Hierarchie	87
2.1.2	Vom Verständnis von Teamarbeit	87
2.1.3	Wozu Teams in Organisationen?	89
2.1.4	Zukunft von Teamarbeit?	90
2.2	Führung und Steuerung von Teams	90
2.2.1	Teamführungs-Verständnis	90
2.2.2	Entscheidung zur Führung	91
2.2.3	Entwicklung von Leadership	91
2.3	Zusammenarbeit im Team	94
2.3.1	Ziele und Spielregeln entwickeln	94
2.3.2	Selbstorganisation wagen	94
2.3.3	Querdenken	95
2.3.4	Achtsamkeit entwickeln und Intuition wahrnehmen	97
2.3.5	Reflexion einführen	97
2.3.6	Miteinander denken – Dialog lehren und lernen	98
2.3.7	Konflikte als Impulse zur Entwicklung verstehen	98
2.4	Kreativität und Innovation	99
2.5	Und schließlich	100
2.6	Literatur	101
3	Wissensmanagement – Nutzung und Management von Kernkompetenzen <i>(Thomas Rose)</i>	103
3.1	Motivation zum Wissensmanagement	105
3.2	Wissensmanagementkonzepte	106
3.2.1	Wissen als Produkt	106
3.2.2	Wissen als Prozess	107
3.3	Der Wissensmanagement-Prozess	108
3.3.1	Die synchrone Transformation	109
3.3.2	Der geregelte Prozess	109
3.3.3	Barrieren und Erfolgsfaktoren	110
3.4	Indikatorsysteme und Metriken zur Leistungsmessung	111
3.5	Informations- und Kommunikationstechnologien zur Unterstützung des Wissensmanagements	112
3.5.1	Portalkonzepte	113
3.5.2	Dokumentenmanagement	114
3.5.3	Informationsrecherche und Exploration	115
3.6	Einführung von Wissensmanagement im Unternehmen	117
3.7	Ausblick	118
3.8	Literatur	118
4	Projektmanagement – Produktentwicklungsprojekte zielorientiert und effizient gestalten <i>(Steven Eppinger)</i>	121
4.1	Projektaufgaben verstehen und transparent darstellen	123
4.1.1	Sequenzielle, parallele und verknüpfte Aufgaben	123
4.1.2	Die Design-Struktur-Matrix	124

4.1.3	Gantt-Diagramme	125
4.1.4	PERT-Diagramme	125
4.2	Projektplanung	126
4.2.1	Die Aufgabenliste des Projektes	127
4.2.2	Personalressourcen für das Projektteam und Projektorganisation	128
4.2.3	Zeitplan, Budget und Projektrisiken	129
4.3	Beschleunigung von Projekten	130
4.4	Projektdurchführung	133
4.4.1	Koordinationsmechanismen	133
4.4.2	Bewertung des Projektstatus und korrigierende Maßnahmen	135
4.5	Projektevaluation	136
4.6	Zusammenfassung	136
4.7	Literatur	137
III	Basisprozesse für die Produktentwicklung	139
1	Marktforschung, Kunden- und Konkurrenzanalyse – Gewinnung der marktorientierten Basisinformationen für den Innovationsprozess (Manfred Kirchgeorg)	141
1.1	Welche Marktparameter bestimmen den Produkterfolg? Ziele und Aufgaben der Marketingforschung	143
1.2	Besonderheiten der Marketingforschung im Innovationsprozess	144
1.3	Notwendige Informationsgrundlagen für die Produktentwicklung	144
1.4	Analyse der Makro-Umwelt	144
1.5	Marktbezogene Analyse	145
1.5.1	Die Grundsatzfrage nach der Abgrenzung des relevanten Marktes	146
1.5.2	Generelle Analyse der Marktentwicklung	147
1.5.3	Aufteilung des Gesamtmarktes in Marktsegmente	149
1.5.4	Kundenbezogene Analysen	151
1.5.4.1	Ökonomische und psychografische Kundenanalysen	151
1.5.4.2	Lead-User-Konzept zur Erfassung von Kundeninformationen für den Produktentwicklungsprozess	155
1.5.5	Konkurrenzbezogene Analysen	156
1.5.6	Handelsbezogene Analysen	158
1.6	Methoden der Informationsgewinnung	159
1.6.1	Überblick über wichtige Informationsgewinnungsverfahren	159
1.6.2	Einsatz von Befragungsmethoden	160
1.6.3	Einsatz der Means-End-Methode als spezifische Form der Nutzerbefragung	162
1.7	Ausgewählte Methoden der Informationsauswertung	165
1.7.1	Überblick über Verfahren der Informationsauswertung	165
1.7.2	Einsatz von Positionierungsmodellen	165
1.8	Literatur	167
2	Technologiemanagement – Technologiefrüherkennung und Technikbewertung (Axel Zweck)	169
2.1	Technologiemanagement	171
2.2	Elemente des Technologiemanagements	171
2.3	Technologiefrüherkennung oder Technologiefrühaufklärung	173
2.3.1	Ziele der Technologiefrüherkennung	173
2.3.2	Erster Schritt der Technologiefrüherkennung: Identifikation	175
2.3.3	Zweiter Schritt der Technologiefrüherkennung: Bewertung	177
2.3.4	Dritter Schritt der Technologiefrüherkennung: Umsetzung	180
2.4	Technikbewertung oder Technikfolgenabschätzung	182

2.4.1	Erste Phase: Definition und Strukturierung des Problems	183
2.4.2	Zweite Phase: Folgenabschätzung	184
2.4.3	Dritte Phase: Bewertung	186
2.4.4	Vierte Phase: Entscheidung	186
2.4.5	Methoden der Technikbewertung	187
2.5	Zusammenfassung	191
2.6	Literatur	192
3	Strategieentwicklung – Marktstrategie als Basis für zielorientierte Innovationsprojekte <i>(Klaus-Ulrich Remmerbach)</i>	195
3.1	Der Strategieentwicklungsprozess im Überblick	197
3.2	Identifikation von Zielmärkten	200
3.2.1	Auswahl von Zielmärkten	201
3.2.2	Bewertung der Marktattraktivität	201
3.2.3	Ableitung von Marktrealstrategien	205
3.3	Wahl der Markteintrittsstrategie	206
3.3.1	Eintritt in bestehende oder neue Märkte?	206
3.3.2	Festlegung des Eintrittszeitpunktes	208
3.3.2.1	Pionierstrategie	208
3.3.2.2	Früher-Folger-Strategie	209
3.3.2.3	Später-Folger-Strategie	209
3.4	Ausgestaltung der Marktbearbeitungsstrategie	211
3.4.1	Das „strategische Dreieck“ als Ausgangspunkt der Marktbearbeitungsstrategie	211
3.4.2	Komparative Marktbearbeitungsstrategien	212
3.5	Abschließende zusammenfassende Tipps zur Strategieumsetzung	218
3.6	Literatur	220
4	Produkt-Portfoliomanagement – die richtigen Entwicklungsprojekte auswählen <i>(Elko J. Kleinschmidt, Robert G. Cooper und Scott J. Edgett)</i>	221
4.1	Was ist Produkt-Portfoliomanagement?	223
4.2	Weshalb ist Portfoliomanagement entscheidend?	223
4.3	Die vier zentralen Ziele des Portfoliomanagements	224
4.3.1	Ziel 1 – Maximierung des Portfoliowertes	225
4.3.1.1	Kapitalwert	225
4.3.1.2	Erwarteter kommerzieller Wert	225
4.3.1.3	Produktivitätsindex	226
4.3.1.4	Punktebewertungsmethoden als Portfoliowerkzeuge	227
4.3.2	Ziel 2 – Ein ausgewogenes Portfolio	228
4.3.2.1	„Risiko-Ertrag“-Bubble-Diagramm	228
4.3.2.2	Varianten des „Risiko-Ertrag“-Bubble-Diagramms: Umgang mit Unsicherheiten	230
4.3.3	Ziel 3 – Die Strategie in das Portfolio einbinden	232
4.3.3.1	Verbinden von Strategie und Portfolio: Ansätze	232
4.3.3.2	„Bottom Up“-Ansatz: strategische Kriterien in die Methoden zur Projektauswahl integrieren	232
4.3.3.3	„Top Down“-Ansatz: das Modell der strategischen „Buckets“	232
4.3.4	Ziel 4 – Die richtige Anzahl von Projekten	234
4.4	Popularität und Leistungsfähigkeit von Portfoliomethoden	236
4.5	Der Einsatz der Portfoliowerkzeuge	238
4.5.1	Ansatz 1: „Die Gates dominieren“	239
4.5.2	Ansatz 2: „Portfolioreviews dominieren“	240
4.5.3	Vorteile und Nachteile von Ansatz 2 gegenüber Ansatz 1	243

4.6	Abschließende Bemerkung	243
4.7	Literatur	243
IV	Vorgehensmodelle, Produktplanung, Concurrent und Simultaneous Engineering	245
1	Vorgehensmodelle und Prozesse für die Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen (<i>Mogens M. Andreassen</i>)	247
1.1	Arten und Nutzen von Vorgehensmodellen	249
1.1.1	Problemlösungsmodelle	251
1.1.2	Engineering-Modelle	253
1.1.2.1	Entwicklung mechanischer Produkte	253
1.1.2.2	Softwareentwicklung	255
1.1.2.3	Mechatronikentwicklung	255
1.1.2.4	Dienstleistungsentwicklung	256
1.1.3	Produktentwicklungsmodelle	256
1.1.4	Produktplanung	257
1.2	Praxisorientierte Anpassung von Vorgehensmodellen	257
1.2.1	Integration	257
1.2.2	Projektmanagement	258
1.3	Die Verwendung von Vorgehensmodellen in der Praxis	261
1.3.1	Gestaltung eines unternehmensspezifischen Prozesses	261
1.3.2	Einhaltung des Entwicklungsprozesses und Anpassung des Prozesses an das spezifische Projekt	262
1.4	Zukünftige Herausforderungen	263
1.5	Abschließende Empfehlung	263
1.6	Literatur	263
2	Produktplanung – von der Produktidee bis zum Projekt-Businessplan (<i>Bernd Schächli</i>)	265
2.1	Eine gute Produktplanung ist erfolgsentscheidend	267
2.2	Erfolg versprechende Ideen für neue Produkte und Dienstleistungen	267
2.2.1	Analyse der Wertschöpfungskette und Wertschöpfungsprozesse der Kunden	269
2.2.2	Analyse der Konkurrenz und Kooperation mit Lieferanten	270
2.2.3	Konzepte zur Unterstützung der Ideenfindung im Unternehmen	270
2.3	Grobbewertung von Produktideen bzw. Entwicklungsprojekten	273
2.3.1	Unterschiedliche Projekte stellen unterschiedliche Anforderungen	273
2.3.2	Der Prozess der Produkt- oder Projektbewertung im Überblick	274
2.3.3	Die einzelnen Schritte der Grobbewertung	276
2.3.3.1	Konkretisierung der Produktidee	276
2.3.3.2	Allgemeines Vorgehen in der Grobbewertung	276
2.3.3.3	Marktorientierte, technische und wirtschaftliche Grobbewertung	277
2.3.3.4	Einfache Methoden für eine quantitative Grobbewertung	278
2.4	Detaillbewertung der Produktideen oder Entwicklungsprojekte und Ausarbeitung eines Projekt-Businessplans	280
2.4.1	Marktsituation, Kundenanforderungen, Konkurrenzsituation und technologischer Standard	280
2.4.1.1	Bewertung der Marktsituation und der Kundenanforderungen	280
2.4.1.2	Konkurrenzsituation und technologischer Standard	284
2.4.2	Technische Anforderungen an das Produkt und die produktbegleitenden Prozesse	285
2.4.3	Kosten- und Erfolgsplanung	286
2.4.3.1	Kapitalwert und weitere Erfolgskennzahlen	286
2.4.3.2	Sensitivitäts- und Trade-off-Analysen	288

2.4.3.3	Projektfinanzierung	290
2.4.4	Ressourcen- und Projektrahmenplanung	290
2.5	Zusammenfassung und Ausblick	290
2.6	Literatur	291
3	Concurrent Engineering – effiziente Integration der Aufgaben im Entwicklungsprozess <i>(Mogens Myrup Andreassen)</i>	293
3.1	Integration auf mehreren Ebenen	296
3.1.1	Vertikale Integration erleichtert die Kontrolle in der Organisation	296
3.1.2	Horizontale Integration führt zu Effektivität und Optimierung	296
3.2	Dynamik von Entwicklungsprojekten	298
3.3	Dispositionen	299
3.3.1	Die Bedeutung von Dispositionen	300
3.3.2	Die Dynamik von Dispositionen	300
3.3.3	Design for X oder Dispositionsregeln	302
3.4	Die DFX-Matrix	304
3.4.1	Das Partitur-Modell	304
3.4.2	Visuelle Hilfsmittel für die Darstellung von Dispositionen	306
3.5	Gleichzeitigkeit in Projektaktivitäten	307
3.5.1	Schaffen von Concurrency durch die Spezifikation der Aufgaben	307
3.5.2	Generelle Ziele der Produktentwicklung	308
3.5.3	Concurrency durch Bewertung von Effizienz	309
3.5.4	Verwendung von Produkt- und Business-Spezifikationen	309
3.5.5	Integration von Konzepten	311
3.5.6	Planung für Concurrency	312
3.5.7	Management von Meilensteinen	312
3.5.8	Die Verwendung von DFX-Instrumenten	313
3.6	Die Managementherausforderungen	314
3.6.1	Spannungsfelder in der Organisation der Produktentwicklung	314
3.7	Literatur	315
4	Multi-Produkt-Entwicklung – praxisorientierte Werkzeuge und praktische Erfahrungen <i>(Niels Henrik Mortensen und Ulf Harlou)</i>	317
4.1	Erfolgreiche Multi-Produkt-Entwicklung	319
4.2	Erfahrungen mit Multi-Produkt-Entwicklung der dänischen Industrie	320
4.3	Ansätze zur Modularisierung und Plattform-Entwicklung	322
4.3.1	Produktplattformen	323
4.3.2	Ebenen der Plattform-Formalisierung	324
4.3.3	Anwendung des Beurteilungsrasters	324
4.4	Terminologie für Multi-Produkt-Entwicklung	325
4.4.1	Standard-Design	326
4.4.2	Referenzarchitektur	326
4.4.3	Produktplattform und Produktarchitektur	327
4.5	Modellierung von Produktfamilien	327
4.6	Modellierung von Referenzarchitekturen	328
4.6.1	Referenzarchitektur-Diagramm	329
4.6.2	Roadmap für Referenzarchitekturen	330
4.7	Die Modellierung von Standard-Designs	331
4.7.1	Standard-Design-Diagramm	331
4.7.2	Standard-Design Dokument	332

4.8	Die Anwendung von Plattformen bei Bang & Olufsen	333
4.8.1	Stufenweise Erstellung von Standard-Designs	335
4.8.2	Die aktuelle Situation bei Bang & Olufsen	336
4.9	Benchmarking mit Philips Consumer Electronics	336
4.10	Benchmarking in der dänischen Industrie	338
4.11	Zusammenfassung	338
4.12	Literatur	339
5	Interne und externe Kooperation in der Produktentwicklung – Praxiserfahrungen <i>(Margareta Norell, Sofia Ritzén, Niklas Adamsson, Matti Kaulio, Per Sundström und Lars Uppvall)</i>	341
5.1	Interne Kooperation in Innovationsprojekten – das AMS-Projekt	343
5.1.1	Der Fall	343
5.1.2	Das Produkt	343
5.1.3	Erfahrungen aus dem Projekt	343
5.2	Kooperation mit dem Kunden – das Madonna-Projekt	346
5.2.1	Der Fall	346
5.2.2	Das Produkt	346
5.2.3	Erfahrungen aus dem Projekt	347
5.2.4	Lessons learned	349
5.3	Interne fachübergreifende Kooperation – Kompetenzintegration in der Entwicklung mechatronischer Produkte	349
5.3.1	Der Fall	349
5.3.2	Erfahrungen aus dem Projekt	350
5.3.3	Lessons learned	350
5.4	Kooperation zwischen Unternehmen – das Airtech-Projekt	351
5.4.1	Der Fall	351
5.4.2	Herausforderungen in unternehmensübergreifenden F&E-Kooperationen	351
5.4.3	Lessons Learned	352
5.5	Zusammenfassung und Ausblick	352
V	Integrierende Entwicklungs- und Managementmethoden	355
1	Nutzen- und Qualitätsmanagement im Entwicklungsprozess – Kundenanforderungen systematisch umsetzen und Risiken minimieren <i>(Jutta Saatweber)</i>	357
1.1	Quality Function Deployment – systematisches Qualitätsmanagement im Entwicklungsprozess	359
1.1.1	Voraussetzungen für QFD – Firmenkultur und Einstellungen	360
1.1.2	Der QFD-Prozess	362
1.1.2.1	Das House of Quality (HoQ)	362
1.1.2.2	Übersicht zu den QFD-Phasen 0 bis IV	364
1.1.2.3	Phase 0: Informationsbeschaffung für QFD	366
1.1.2.4	Wie erfasst man die „Stimme des Kunden“?	366
1.1.2.5	Methoden der Informationsbeschaffung	368
1.1.3	Der QFD-Prozess in der Praxis – Beispiel Leuchtdiode (LED)	370
1.1.3.1	Phase I: Kundenforderungen „übersetzen“	371
1.1.3.2	Phase II: Komponenten und Bauteile	373
1.1.3.3	Phase III: Prozessplanung	374
1.1.3.4	Phase IV: Produktions- bzw. Verfahrensplanung	376
1.1.4	Einführung und Anwendung von QFD im Unternehmen	376
1.1.5	Anwender-Erfahrungen und Probleme, die sich vermeiden lassen	377

1.1.6	Verkürzung der Entwicklungszeit durch QFD	378
1.1.7	Zusammenfassung	379
1.2	FMEA – Fehler-Möglichkeiten- und Einfluss-Analyse	380
1.2.1	Einführung	380
1.2.2	Zusammenhang zwischen QFD und FMEA	381
1.2.3	Herkunft und Nutzen der FMEA	381
1.2.4	Anwendungsgebiete für die FMEA	382
1.2.5	Die FMEA im QM-System	383
1.2.6	Die FMEA-Arten und ihr Zusammenhang	384
1.2.7	Das Vorgehen in der FMEA nach VDA '86 und '96	386
1.2.7.1	Das Vorgehen nach VDA '86	386
1.2.7.2	Die Schritte im FMEA-Prozess	386
1.2.7.3	Die Bewertung – Das Errechnen der Risikoprioritätszahl	387
1.2.7.4	Das Vorgehen nach VDA '96	387
1.2.8	Einführung und Anwendung von FMEA im Unternehmen	391
1.2.9	Praxisbeispiel	391
1.3	Literatur	396
2	Kostenmanagement im Entwicklungsprozess – marktgerechte Kosten durch Target Costing (Udo Lindemann und Alfons Kiewert)	397
2.1	Einhaltung von Kostenzielen durch Target Costing	399
2.2	In der Entwicklung müssen alle Eigenschaften eines Produktes betrachtet werden	400
2.3	Fachübergreifende Zusammenarbeit – eine Voraussetzung für effizientes Kostenmanagement	405
2.4	Zielkostengesteuerte Entwicklung mit Target Costing	407
2.5	Kostenverfolgung während der Entwicklung	412
2.5.1	Kostenverfolgung für das gesamte Produkt während der Entwicklung	412
2.5.2	Kalkulation für einzelne Baugruppen bzw. Teile des Produkts	414
2.6	Anpassung des Kostenmanagements	415
2.6.1	Anpassung an unterschiedliche Produkte	415
2.6.2	Anpassung an unterschiedliche Unternehmen und Fertigungsarten	416
2.7	Zusammenfassung	416
2.8	Literatur	417
3	Informationsmanagement – Management der produkt- und prozessbezogenen Information in der integrierten Produktentwicklung (Sándor Vajna)	419
3.1	Informationsmanagement in der integrierten Produktentwicklung	421
3.2	Voraussetzungen	423
3.2.1	Grundlegende Struktur von IT-Systemen	423
3.2.2	Erforderliche Leistungsfähigkeiten der Hardware	425
3.2.3	Systemmanagement	425
3.2.4	Datensicherung	426
3.3	EDM/PDM-Anwendungen	428
3.3.1	Aufbau eines EDM/PDM-Systems	429
3.3.2	Einführung und Betrieb	431
3.3.2.1	Anpassung (Customizing)	432
3.3.2.2	Integration des EDM/PDM-Systems in eine vorhandene IT-Landschaft	432
3.3.3	Nutzen einer EDM/PDM-Anwendung	433
3.4	Anwendung von CAX-Systemen	433
3.4.1	Einführung und Betrieb	435
3.4.2	CAD-Systeme	437

3.4.3	CAE-Systeme und Optimierung	438
3.4.4	CAP-Systeme	440
3.5	Archivierung	441
3.6	Bestimmen der Wirtschaftlichkeit von IT-Anwendungen	443
3.7	Wissensbasierte IPE	447
3.8	Literatur	447
4	Life Cycle Engineering – Produkte lebenszyklusorientiert entwickeln <i>(Rolf Steinhilper und Mathias Dunkel)</i>	449
4.1	Heutige Rahmenbedingungen und Voraussetzungen für Life Cycle Engineering	451
4.1.1	Innovationsbedarf bei Produktion, Produktgebrauch und Entsorgung	451
4.1.2	Lösungen erfordern ein interdisziplinäres Vorgehen	451
4.1.3	Etappenziele einer mittel- und langfristig nachhaltigen Entwicklung	452
4.1.4	Informations- und Handlungsbedarf in der Praxis	452
4.1.5	Produktzyklen „von der Wiege bis zur Wiege“ sind ökologischer und ökonomischer	453
4.1.6	Marktkräfte wirken gegen die Wegwerfmentalität stärker als Verordnungen	453
4.2	In fünf Arbeitsschritten zum ganzheitlichen Life Cycle Engineering	454
4.2.1	Erster Arbeitsschritt: Analyse der Produkte und Life-Cycle-Engineering-Aufgaben	454
4.2.2	Zweiter Arbeitsschritt: Präzisierung der Ziele und des Handlungsbedarfs	455
4.2.3	Dritter Arbeitsschritt: Life-Cycle-Engineering-orientierte Produktentwicklung	455
4.2.4	Vierter Arbeitsschritt: Service Engineering und Nutzung von Remanufacturing-Optionen	455
4.2.5	Fünfter Arbeitsschritt: Entwicklung der Rückführlogistik und der Recycling-Technologien für aus den Märkten zurückkehrende Produkte	456
4.2.6	Harmonisierung der Einzellösungen zu einem Gesamtkonzept	456
4.3	Life Cycle Engineering für Produktentwicklung und Produktion	457
4.3.1	Die Produktverantwortung des Konstrukteurs – Bürde und Innovationschance zugleich	457
4.3.2	Lösung von Zielkonflikten durch Innovation	457
4.3.3	Vermeidung von Zielkonflikten durch Prioritätenbildung	458
4.3.4	Life Cycle Engineering zur Energieeinsparung	459
4.3.5	Life Cycle Engineering zur Ressourceneinsparung und Emissionsminderung in der Produktion	460
4.3.5.1	Grundsätzliche Regeln	461
4.3.5.2	Checkliste	461
4.3.6	Beispiele	461
4.4	Life Cycle Engineering für Service und Ersatzteilversorgung	463
4.4.1	Neue Optionen bei charakteristischen Servicefällen während der Gebrauchsdauer technischer Produkte ..	463
4.4.2	Instandhaltungsgerechtes Konstruieren	467
4.4.2.1	Instandhaltungsaufwand gering halten	467
4.4.2.2	Grundsätzliche Regeln	468
4.4.2.3	Handlungsfeld „Optimieren der Zuverlässigkeit“	468
4.4.2.4	Handlungsfeld „Verringern des Instandhaltungsaufwands“	470
4.4.2.5	Handlungsfeld „Erleichtern der Instandhaltungsmaßnahmen“	471
4.5	Life Cycle Engineering für Remanufacturing und Recycling	471
4.5.1	Dimensionen eines neuen Wirkungsfelds des Konstrukteurs	471
4.5.2	Neues Denken aufgrund der Internalisierung bisher externer Kosten	472
4.5.3	Life Cycle Engineering für das Remanufacturing der Produktfunktion	473
4.5.3.1	Grundsätzliche Regeln	473
4.5.3.2	Handlungsfeld „Fertigungsschritte beim Remanufacturing“	474
4.5.3.3	Handlungsfeld „Wiederverwendung von Bauteilen“	475
4.5.4	Life Cycle Engineering für das Recycling der Produktwerkstoffe	476
4.5.4.1	Grundsätzliche Regeln	476

4.5.4.2	Innovationspotenziale nutzen	478
4.6	Literatur	478
VI	Produktkonzeption und Produktdetaillierung	479
1	Entwicklung mechanischer Systeme (Johannes Steinschaden)	481
1.1	Maschinenbauliche Spezifika methodischen Vorgehens	483
1.2	Erfolgreiche Konstruktionsprojekte	483
1.2.1	Allgemeine Problemlösung	484
1.2.2	Konstruktionsmethodik	484
1.2.3	Systeme	484
1.3	Der Konstruktionsprozess im Überblick	485
1.4	Erkennen der Aufgabenstellung	485
1.4.1	Kommunikation	486
1.4.2	Abstraktion	486
1.4.3	Teilaufgaben	486
1.4.4	Anforderungen	487
1.4.5	Finden der Anforderungen	489
1.5	Konzeption	489
1.5.1	Hauptfunktionen und Funktionsstruktur	489
1.5.2	Wirkprinzipien und Wirkstruktur	490
1.5.3	Methoden zur Ideenfindung	491
1.5.3.1	Recherchierende Methoden	491
1.5.3.2	Intuitive Methoden	492
1.5.3.3	Diskursive Methoden	494
1.5.3.4	Entwicklung von Lösungen anhand von scheinbaren Widersprüchen	494
1.5.4	Bewertung und Auswahl von Lösungen	497
1.5.4.1	Binärer Vergleich	498
1.5.4.2	Technisch-wirtschaftliche Bewertung	498
1.5.4.3	Bewertungsunsicherheiten	498
1.5.4.4	Interpretation	499
1.6	Gestaltung und Entwurf	499
1.6.1	Grundregeln	499
1.6.2	Gestaltungsprinzipien	500
1.6.2.1	Prinzipien der Kraftleitung	500
1.6.2.2	Prinzip der Aufgabenteilung	501
1.6.2.3	Das Prinzip der Selbsthilfe	501
1.6.2.4	Prinzip der Stabilität und Bistabilität	502
1.6.2.5	Prinzip der fehlerarmen Gestaltung	502
1.6.3	Gestaltungsrichtlinien	502
1.6.3.1	Ausdehnung	502
1.6.3.2	Kriechen und Relaxation	502
1.6.3.3	Korrosion	503
1.6.3.4	Ergonomie	503
1.6.3.5	Formgebung	503
1.6.3.6	Fertigung	503
1.6.3.7	Montage	504
1.6.3.8	Normgerechte Gestaltung	504
1.6.3.9	Instandhaltung	504

1.6.3.10	Recycling	504
1.6.3.11	Risiko	504
1.6.3.12	Verschleiß	505
1.7	Ausarbeitung	505
1.8	Zusammenfassung	505
1.9	Literatur	505
2	Elektronikentwicklung – Elektronische Systeme in der ersten Dekade nach 2000 <i>(Otto Manck und Marko Liem)</i>	507
2.1	Stückzahlen und Preise als Determinanten der modernen Elektronikentwicklung	509
2.2	The World is going digital	509
2.3	Kostenstruktur der Silizium-Einchip-Lösungen	510
2.3.1	Chippreis	510
2.3.2	Einmalkosten	512
2.3.3	Alte und neue Technologien	513
2.3.4	„World is going firmware“	514
2.3.5	Massenprodukte	515
2.4	Aufbau- und Verbindungstechnik	515
2.4.1	Gehäusetechnologien	515
2.4.2	Stacked Chip Scale Package (SCSP)	516
2.4.3	Aufbautechnik im Modul oder Gehäuse	517
2.5	Probleme der Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit	517
2.5.1	Lebensdauer	517
2.5.2	Elektrische Leistung	517
2.5.3	EMV	517
2.5.4	Verfügbarkeit eines Bauelementes	518
2.5.5	Lebensdauer einer Technologielinie	518
2.5.6	Zuverlässigkeit von Software	518
2.6	Deutschland und China	518
2.7	Zukünftige Entwicklungen	519
2.8	Literatur	519
3	Software-Entwicklung <i>(Anette Weisbecker)</i>	521
3.1	Aspekte des Software-Managements	524
3.2	Prozessmodelle	525
3.2.1	Unified Software Development Process	526
3.2.2	Rational Unified Process	527
3.2.3	Catalysis	527
3.2.4	V-Modell 1997	528
3.2.5	Eignung der Prozessmodelle für die komponentenbasierte Software-Entwicklung	529
3.3	Komponentenbasierte Software-Entwicklung	531
3.3.1	Komponententechnologien	532
3.3.2	Designprinzipien	533
3.3.2.1	Entwicklung von Komponenten – Design for Component	534
3.3.2.2	Entwicklung mit Komponenten – Design from Component	535
3.3.2.3	Migration von bestehenden Anwendungen in komponentenbasierte Lösungen – Design to Component ...	536
3.3.3	Architekturen	538
3.4	Wiederverwendung von Komponenten	539
3.4.1	Spezifikation von Komponenten	540
3.4.2	Komponentenrepository	541

3.4.2.1	Basisdienste	542
3.4.2.2	Suchfunktionalitäten	542
3.4.2.3	Mehrwertdienste	543
3.4.2.4	Technische Anforderungen	544
3.5	Zusammenfassung	544
3.6	Literatur	545
4	Entwicklung mechatronischer Systeme (Jürgen Gausemeier und Alexander Redenius)	547
4.1	Charakterisierung des Begriffs	549
4.2	Aufbau mechatronischer Systeme	550
4.3	Erfolgspotenziale und Anwendungsbeispiele	553
4.4	Entwicklungsmethodiken	556
4.4.1	Referenzmodell des Produktentstehungsprozesses	556
4.4.2	Entwurfsschritte nach Isermann	557
4.4.3	Vorgehen nach Lückel	561
4.4.4	VDI-Richtlinie 2206	562
4.4.5	Lösungselement-basierter Entwurf	566
4.5	Entwicklungs-Benchmark Mechatronik	570
4.6	Weiterbildung	573
4.7	Literatur	574
5	Modellbildung und Simulation mechatronischer Systeme (Oliver Zirn)	577
5.1	Einleitung	579
5.2	Komponentenübergreifende Modellbildung	580
5.3	Simulationswerkzeug MATLAB/Simulink	583
5.4	Subsystemoptimierung am Beispiel eines Linearmotors	584
5.4.1	Aufgabenstellung	585
5.4.2	Modellbildung	585
5.4.3	Implementierung	588
5.4.4	Simulationsresultate und Validierung	590
5.5	Systemoptimierung am Beispiel einer Werkzeugmaschine	591
5.5.1	Aufgabenstellung	591
5.5.2	Modellbildung	592
5.5.3	Implementierung	598
5.5.4	Simulationsresultate und Schlussfolgerungen	600
5.6	Zusammenfassung und Ausblick	601
5.7	Literatur	601
6	Prototyping und Produktmodellierung (Jürgen Gausemeier, Peter Ebbesmeyer und Michael Grafe)	603
6.1	Prototyping: Vom Versuch zur Simulation	605
6.2	Repräsentation der Produktgestalt	607
6.2.1	3D-CAD-Modelle	607
6.2.2	Digitaler Mock-Up	609
6.3	Modellbildung und Modellanalyse	610
6.3.1	Mehrkörpersysteme	611
6.3.2	Strukturmechanik	611
6.3.3	Fluidmechanik	613
6.3.4	Weitere Aspekte	614
6.4	Produktdatentechnologie	615
6.5	Virtual Reality	617

6.5.1	Echtzeit 3D-Grafik	618
6.5.2	Visuelle immersive Präsentation	619
6.5.3	VR-Anwendungen in der Produktentstehung	620
6.6	Augmented Reality	621
6.6.1	Technologische Grundlagen	621
6.6.2	AR-Anwendungen in der Produktentstehung	622
6.7	Literatur	623
VII	Entwicklung der produktbegleitenden Prozesse	625
1	Entwicklung von Produktionsprozessen und Produktionsplanung (Günther Seliger und Sebastian Kernbaum)	627
1.1	Produktionsstrategie – Grundlagen einer bedarfs- und marktgerechten Produktion	629
1.2	Produktionssysteme	631
1.2.1	Kapazität als Eigenschaft von Produktionssystemen	631
1.2.2	Flexibilität als Eigenschaft von Produktionssystemen	633
1.3	Produktionsplanung und -steuerung (PPS)	634
1.3.1	Konzept und Ziele	634
1.3.2	Inhalt der Produktionsplanung und -steuerung	636
1.3.2.1	Produktionsprogrammplanung	637
1.3.2.2	Mengenplanung	637
1.3.2.3	Termin- und Kapazitätsplanung	637
1.3.2.4	Produktionssteuerung – Auftragsveranlassung und -überwachung	641
1.4	Verfahren der Produktionsplanung und -steuerung	641
1.4.1	Bedarfsorientierte Verfahren	641
1.4.2	„Work-in-Process“-orientierte Verfahren	644
1.4.3	„Supply Chain“-orientierte Verfahren	646
1.4.4	Sonstige Verfahren der Produktionsplanung und -steuerung	647
1.5	Mathematische und visuelle Planungsunterstützung	648
1.5.1	Grundlagen	648
1.5.2	Lineare Optimierung	649
1.5.3	Simulation	650
1.5.3.1	Anwendungspotenzial	650
1.5.3.2	Grafische 3D-Simulation	652
1.5.3.3	Ablaufsimulation	653
1.6	Literatur	654
2	Entwicklung von Logistikprozessen (Peter Kurlang und Kurt Matyas)	657
2.1	Logistik als Querschnittsfunktion im Unternehmen	659
2.1.1	Logistikkosten	660
2.1.1.1	Berücksichtigung der Gesamtkosten in der Logistik	660
2.1.1.2	Zielkonflikt	661
2.1.2	Planungsaufgaben der Logistik	661
2.1.3	Supply Chain Management	662
2.1.4	Bereichs- und unternehmensübergreifende Prozessgestaltung in der Logistik	663
2.1.5	Efficient Consumer Response	665
2.1.6	Der Beitrag der Logistik zu den Unternehmenszielen	666
2.2	Entwicklung der Logistikprozesse	666
2.2.1	Prozessentwicklung anhand von Referenzmodellen am Beispiel des SCOR-Modells	666

2.2.1.1	Aufbau des SCOR-Modells	667
2.2.1.2	Prozesstypen	667
2.2.1.3	Prozessebenen	668
2.2.2	Prozessmanagement	670
2.2.3	Beispiel: Entwicklung eines logistischen Prozesses	672
2.2.4	Zeitermittlung durch Systeme vorbestimmter Zeiten	672
2.2.4.1	Das MTM-Verfahren	672
2.2.4.2	Zeitdatenbank für Logistiktätigkeiten	674
2.3	Schlussbetrachtung	676
2.4	Literatur	676
3	Entwicklung von Dienstleistungen (Klaus-Peter Fähnrich und Thomas Meiren)	677
3.1	Wettbewerbsfaktor Dienstleistungen	679
3.1.1	Wirtschaftliche Bedeutung von Dienstleistungen	679
3.1.2	Wettbewerbsdifferenzierung durch innovative Dienstleistungen	680
3.2	Organisation der Dienstleistungsentwicklung	682
3.2.1	Grundsätzliche organisatorische Alternativen	682
3.2.2	Verbreitung der verschiedenen Organisationsformen in der Praxis	682
3.3	Von der Idee bis zur Markteinführung	684
3.3.1	Modelle und Vorgehensweisen in der Dienstleistungsentwicklung	684
3.3.2	Vorgehensweise zur Dienstleistungsentwicklung	685
3.3.2.1	Phase 1: Ideenfindung und -bewertung	686
3.3.2.2	Phase 2: Anforderungsanalyse	687
3.3.2.3	Phase 3: Dienstleistungskonzeption	688
3.3.2.4	Phase 4: Dienstleistungsimplementierung	693
3.3.2.5	Phase 5: Markteinführung	694
3.3.3	Methoden- und Werkzeugeinsatz	695
3.4	Schlussbetrachtung	696
3.5	Literatur	697
4	Marketingprozesse (Manfred Kirchgeorg)	699
4.1	Stellenwert von Marketingprozessen für die Entwicklung und Einführung von Neuprodukten	701
4.2	Ziele und Arten von Marketingprozessen	702
4.3	Kennzeichnung zentraler Prozesse im Marketingmanagement	702
4.3.1	Marketingzielplanungsprozess	703
4.3.2	Produkt- und Kundendienstprogramm	706
4.3.3	Markenführungsprozess	709
4.3.4	Preisgestaltungsprozess	713
4.3.5	Vertriebsprozesse	716
4.3.6	Kommunikationsprozess	720
4.3.7	Marketing-Controllingprozess	723
4.4	Literatur	723
4.5	Marketingrelevante Internetseiten	723
5	Gestaltung von Kooperationsprozessen (Thomas Friedli und Michael A. Kurr)	725
5.1	Nutzen und Herausforderungen bei Kooperationen	727
5.2	Das Vorgehensmodell im Überblick	729
5.2.1	Ableitung strategischer Kooperationspotenziale – Die Frage nach dem WO?	729
5.2.1.1	Erhebung umfeldbezogener Daten	729
5.2.1.2	Erhebung unternehmensbezogener Daten	733

5.2.2	Ermittlung von Nutzen- und Kooperationspotenzialen mittels Leistungsumfängen	736
5.2.3	Bewertung von Kooperationspotenzialen – Die Frage nach dem WIE?	740
5.2.3.1	Ziele und Zielkonstellationen	741
5.2.3.2	Kooperationsneigung	744
5.2.3.3	Informationsasymmetrien	748
5.2.3.4	Abhängigkeitsverhältnis	749
5.2.3.5	Das operative Design	751
5.2.3.6	Der Kooperationsrahmen	754
5.3	Der Unternehmensprozess „Kooperationsanbahnung“	757
5.4	Fazit	759
5.5	Literatur	759
6	Entwicklung von Recycling- und Remanufacturing-Prozessen <i>(Rolf Steinhilper und Mathias Dunkel)</i>	761
6.1	Know-how-Bedarf bei Recycling-Technologien im Gleichschritt mit Produktionszuwächsen	763
6.2	Begriffliche Gliederung in der Theorie für strukturiertes Arbeiten in der Praxis	763
6.3	Vermarkten und Entmarkten – durch Rückführlogistik Kreisläufe schließen	766
6.3.1	Recycling bedeutet mehr als „Produktion rückwärts“	766
6.3.2	Planung von Material- und Informationsflüssen zum Recycling	766
6.4	Beherrschung von Qualität und Kosten des stofflichen Recyclings	767
6.4.1	„Make or Buy“	767
6.4.2	Technologien zum Materialrecycling aus High-Tech-Produkten	768
6.4.3	Das „Rohmaterial“ für Remanufacturing: Beschaffung von Altteilen	772
6.4.4	Know-how und Entwicklungsbedarf bei den fünf Fertigungsschritten des Remanufacturings	774
6.4.5	Anwendungen in und außerhalb des Automobilsektors	776
6.4.6	Entdeckung und Erschließung des Geschäftsfeldes Remanufacturing	778
6.5	Literatur	780
VIII	Rahmenbedingungen und Perspektiven für die Entwicklung erfolgreicher Produkte und Dienstleistungen	781
1	Produkthaftung und Produktsicherheit – Risiken und Verantwortung in der Produktentwicklung <i>(Thomas Klindt und Christian Thomas Stempfle)</i>	783
1.1	Grundlagen der deutschen Produzentenhaftung	785
1.1.1	Materiellrechtliche Grundlagen der Produkthaftung	785
1.1.1.1	Vertragliche Haftung	785
1.1.1.2	Gesetzliche Haftung	785
1.1.2	Wer haftet neben dem Hersteller?	790
1.1.3	Wann ist ein Produkt fehlerhaft?	790
1.2	Fragen bei der Produktentwicklung	792
1.2.1	Die Produktbeschreibung / Gebrauchsanweisung	793
1.2.2	Marketing und Produkthaftung	795
1.3	Produktbeobachtung	796
1.4	Herstellung und Zukauf	797
1.5	Produkthaftung und Strafrecht	801
1.6	Staatliche und behördliche Vorgaben an die Produktsicherheit	802
1.6.1	Das Geräte- und Produktsicherheitsgesetz	803
1.6.1.1	Technische Arbeitsmittel	804
1.6.1.2	Verbraucherprodukte	804

1.6.1.3	Rechtmäßige und unrechtmäßige Produkte	805
1.6.1.4	Europäisch harmonisierte Produkte	805
1.6.1.5	Europäisch nicht-harmonisierte Produkte	805
1.6.2	Vorhersehbare Fehlanwendung	806
1.6.3	Spezielle Rechtsvorschriften für Verbraucherprodukte (§ 5 GPSG)	806
1.6.4	Behördliche Marktüberwachung	807
1.7	Produkthaftung und US-Risiko	808
2	Neue Zeiten – neue Produkte? Rahmenbedingungen für die Produktentwicklung von morgen (Franz J. Radermacher)	811
2.1	Weltweite Problemlagen	813
2.1.1	Bekannte Probleme und neue Probleme	813
2.1.2	Business as usual	813
2.1.3	Ökodiktatorische (ressourcendiktatorische) Sicherheitsregime	814
2.1.4	Ökosoziale Marktwirtschaft	814
2.1.5	Was steht an?	815
2.2	Wer wird die Produkte von morgen für Europa entwickeln?	815
2.2.1	Demografie	817
2.2.2	Ausbildung	817
2.2.3	Gesundheit	818
2.2.4	Öffentlicher Sektor	818
2.2.5	Neue Arbeit	818
2.2.6	Regelwerke und Innovation	819
2.3	Die Sicht der Wirtschaft, insbesondere der kleinen und mittelständischen Unternehmen: Lokale Produkte für globale Märkte?	819
2.3.1	Technik und technischen Fortschritt noch besser nutzen	820
2.3.2	Für sich die richtige Wettbewerbsnische identifizieren	820
2.3.3	Nutzung der Informations- und Kommunikationstechnik	820
2.3.4	Selber globalisieren/geschickter Umgang mit Transparenzanforderungen	821
2.3.5	Psychologie	821
2.3.6	Die Bedeutung der „relativen Performance“	821
2.4	Literatur	822
Index		823