

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 Produktpflege | 97 |
| Matthias Kreimeyer, Werner Seidenschwarz und Matthias Rehfeld | |
| 5.1 Abgrenzung der Produktpflege | 98 |
| 5.2 Vorgehensmodelle zur Produktpflege | 99 |
| 5.3 Zentrale Grundmethoden in der Produktpflege | 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 (Produktporfolio, Technologieportfolio) | 116 |
| 5.5.2 Planung der Produktroadmap | 120 |
| 5.6 Planung einzelner Produkte und Produktporfolios | 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 Produktpflege | 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 Teifunktionen | 243 |
| 9.2.3 Aufstellen einer Funktionsstruktur anhand eines Beispiels | 245 |
| 9.2.4 Hinweise zum Erkennen und Bilden von Teifunktionen | 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 Lösungsfundungsmethoden | 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 Inkermann, 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 Strukturauteilen 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-Möglichkeits-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. Pigozzo | |
| 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 Arbeitnehmererfinderecht | 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 |