

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| Einführung..... | 1 |
| Welches Ziel verfolgt dieses Buch?..... | 2 |
| An wen richtet sich dieses Buch? | 3 |
| Was waren die wichtigsten Einflüsse auf dieses Buch? | 4 |
| Wie ist dieses Buch aufgebaut? | 5 |
| | |
| 1 Produktentwicklung und Konstruktion | 9 |
| 1.1 Entwicklungssituationen..... | 11 |
| 1.2 Technische Produkte..... | 14 |
| 1.3 Entwicklungsprozesse..... | 16 |
| 1.4 Vorgehensmodelle | 17 |
| 1.5 Produktmodelle..... | 20 |
| 1.6 Methoden und Werkzeuge | 22 |
| 1.7 Das Münchener Produktkonkretisierungsmodell (MKM) | 24 |
| 1.8 Hauptzielsetzungen und Gerechtigkeiten..... | 28 |
| 1.9 Beispielhafte Entwicklungsszenarios..... | 30 |
| 1.10 Zusammenfassung | 32 |
| | |
| <hr/> | |
| Teil A – Systematische Produktkonkretisierung | 33 |
| | |
| 2 Anforderungen | 35 |
| 2.1 Anforderungsklärung für eine medizintechnische Versuchseinrichtung ... | 36 |
| 2.2 Methoden des Anforderungsmanagements..... | 39 |
| 2.2.1 Wie lassen sich Anforderungen ermitteln?..... | 41 |
| 2.2.2 Wie lassen sich Anforderungen strukturieren?..... | 45 |
| 2.2.3 Wie lassen sich Anforderungen analysieren und priorisieren?..... | 48 |
| 2.2.4 Wie lassen sich Anforderungen über den gesamten Entwicklungsprozess pflegen und einsteuern? | 53 |
| 2.3 Anforderungsklärung für eine Schablonenvorrichtung für chirurgische Gelenkkorrekturen | 57 |
| 2.4 Zusammenfassung | 60 |

| | |
|--|------------|
| 3 Funktionen | 61 |
| 3.1 Funktionsmodellierung von hybriden Antriebssträngen für ein Kraftfahrzeug..... | 62 |
| 3.2 Methoden zur Funktionsmodellierung | 65 |
| 3.2.1 Wie lassen sich Funktionen aus Anforderungen ableiten? | 70 |
| 3.2.2 Wie lassen sich Funktionen aus bestehenden Lösungen ermitteln? ... | 74 |
| 3.2.3 Wie lassen sich Funktionen variieren? | 77 |
| 3.2.4 Wie lassen sich Funktionen in den weiteren Entwicklungsprozess einbringen? | 79 |
| 3.3 Funktionsmodellierung für einen Pflanzenölkocher..... | 80 |
| 3.4 Zusammenfassung | 84 |
| 4 Wirkprinzipien | 85 |
| 4.1 Ermittlung von Wirkprinzipien für eine Schaltkupplung..... | 86 |
| 4.2 Methoden zur Ermittlung von Wirkprinzipien..... | 91 |
| 4.2.1 Wie lassen sich Wirkprinzipien für geforderte Funktionen ermitteln?..... | 94 |
| 4.2.2 Wie lassen sich Wirkprinzipien zur Überwindung technischer Widersprüche ermitteln? | 99 |
| 4.2.3 Wie lassen sich Wirkprinzipien aus bestehenden Lösungen ermitteln?..... | 102 |
| 4.2.4 Wie lassen sich Wirkprinzipien bewerten und auswählen?..... | 105 |
| 4.3 Ermittlung von Wirkprinzipien für einen innovativen Nussknacker | 108 |
| 4.4 Zusammenfassung | 110 |
| 5 Wirkkonzepte..... | 111 |
| 5.1 Entwicklung von Konzepten für eine Zitruspresse | 112 |
| 5.2 Methoden zur Erstellung und Auswahl von Konzepten..... | 114 |
| 5.2.1 Wie lässt sich der Lösungsraum strukturieren? | 116 |
| 5.2.2 Wie lässt sich der Lösungsraum reduzieren?..... | 119 |
| 5.2.3 Wie lassen sich Wirkkonzepte erstellen? | 124 |
| 5.2.4 Wie lassen sich Wirkkonzepte bewerten und auswählen?..... | 126 |
| 5.3 Entwicklung von Konzepten für einen Gangschaltungssimulator für Nutzfahrzeuge..... | 129 |
| 5.4 Zusammenfassung | 132 |
| 6 Produktgestalt..... | 133 |
| 6.1 Konkretisierung der Gestalt für eine Staubsaugerdüse | 134 |
| 6.2 Methoden zur Konkretisierung der Gestalt | 136 |
| 6.2.1 Wie lassen sich Ansatzpunkte für die Konkretisierung der Gestalt erarbeiten? | 139 |
| 6.2.2 Wie lässt sich die Gestalt eines Produktes konkretisieren? | 143 |
| 6.2.3 Wie lässt sich das Gestaltlösungsspektrum strukturiert darstellen und ergänzen?..... | 148 |
| 6.2.4 Wie lassen sich Gestalt-Gesamtlösungen zusammenführen? | 152 |

| | |
|--|------------|
| 6.2.5 Wie lassen sich Gestaltlösungsalternativen bewerten und auswählen? | 154 |
| 6.3 Erarbeitung von Gestaltlösungen für ein Klappfahrrad | 155 |
| 6.4 Zusammenfassung | 158 |
| 7 Baumodelle..... | 159 |
| 7.1 Erstellung von Baumodellen für ein Diamant-Trenngerät (1) | 160 |
| 7.2 Methoden zur Erstellung von Baumodellen..... | 163 |
| 7.2.1 Wie lassen sich Baumodelle detaillieren? | 165 |
| 7.2.2 Wie lassen sich Schnittstellen detaillieren?..... | 167 |
| 7.2.3 Wie lassen sich die Produkteigenschaften ermitteln und absichern?..... | 172 |
| 7.2.4 Wie lässt sich die Produktdokumentation erstellen? | 176 |
| 7.3 Erstellung von Baumodellen für ein Diamant-Trenngerät (2) | 177 |
| 7.4 Zusammenfassung | 180 |
| <hr/> | |
| Teil B – Produktgestaltung mit Fokus auf Hauptzielsetzungen (Design for X)..... | 181 |
| 8 Sichere und zuverlässige Produkte | 183 |
| 8.1 Sicherheit und Zuverlässigkeit von Windkraftanlagen | 183 |
| 8.2 Maßnahmen zur Gestaltung sicherer und zuverlässiger Produkte | 186 |
| 8.2.1 Wie lassen sich die Sicherheit und Zuverlässigkeit eines Systems analysieren und bewerten? | 189 |
| 8.2.2 Wie lassen sich Sicherheits- und Zuverlässigkeitssanforderungen ermitteln? | 194 |
| 8.2.3 Wie lassen sich Sicherheit und Zuverlässigkeit im Funktionsmodell berücksichtigen?..... | 197 |
| 8.2.4 Wie lassen sich Sicherheit und Zuverlässigkeit im Wirkmodell einbeziehen? | 198 |
| 8.2.5 Wie lassen sich Sicherheit und Zuverlässigkeit im Baumodell berücksichtigen?..... | 202 |
| 8.3 Verminderung des Unfallrisikos einer Ringspinnmaschine..... | 205 |
| 8.4 Zusammenfassung | 208 |
| 9 Gewichtsoptimierte Produkte..... | 209 |
| 9.1 Auswirkungen des Gewichts auf eine Verzahnungsschleifmaschine | 210 |
| 9.2 Maßnahmen zur Optimierung des Produktgewichts..... | 211 |
| 9.2.1 Wie lässt sich das Produktgewicht analysieren und bewerten?..... | 212 |
| 9.2.2 Wie lassen sich Anforderungen in Bezug auf das Produktgewicht ermitteln? | 212 |

| | |
|---|------------|
| 9.2.3 Wie lässt sich das Produktgewicht im Funktionsmodell berücksichtigen?..... | 214 |
| 9.2.4 Wie lässt sich das Produktgewicht im Wirkmodell beeinflussen? | 216 |
| 9.2.5 Wie lässt sich das Produktgewicht im Baumodell beeinflussen? | 217 |
| 9.3 Gewichtsoptimierung in der Luftfahrtindustrie | 220 |
| 9.4 Zusammenfassung | 224 |
| 10 Montagegerechte Produkte..... | 225 |
| 10.1 Montagegerechte Gestaltung eines Hochvoltsteckers für Elektrofahrzeuge..... | 226 |
| 10.2 Methoden zur Analyse und Gestaltung der Montageeignung von Produkten..... | 228 |
| 10.2.1 Wie lassen sich Produkte hinsichtlich ihrer Montageeignung analysieren und bewerten? | 231 |
| 10.2.2 Wie lassen sich montagerelevante Anforderungen ermitteln?..... | 234 |
| 10.2.3 Wie lassen sich Montageaspekte im Funktionsmodell berücksichtigen?..... | 235 |
| 10.2.4 Wie lassen sich Montageaspekte im Wirkmodell und bei der Konzepterstellung berücksichtigen?..... | 236 |
| 10.2.5 Wie lassen sich Montageaspekte im Baumodell und bei der Produktgestaltung berücksichtigen? | 237 |
| 10.3 Montagegerechte Gestaltung eines Pneumatikventils..... | 242 |
| 10.4 Zusammenfassung | 245 |
| 11 Variantengerechte Produkte | 247 |
| 11.1 Variantenvielfalt bei pneumatischen Ventilen | 247 |
| 11.2 Methoden zur Entwicklung variantengerechter Produkte | 249 |
| 11.2.1 Wie lässt sich die Variantenvielfalt analysieren? | 252 |
| 11.2.2 Wie lassen sich Anforderungen bei variantenreichen Produkten handhaben?..... | 255 |
| 11.2.3 Wie lassen sich Funktionen bei variantenreichen Produkten modellieren? | 258 |
| 11.2.4 Wie lassen sich Wirkprinzipien und Lösungskonzepte für variantenreiche Produkte ermitteln? | 260 |
| 11.2.5 Wie lassen sich Gestaltlösungen und Baumodelle für variantenreiche Produkte ermitteln? | 264 |
| 11.3 Entwicklung eines variantenreichen Produktprogrammes für Automobilsitze..... | 268 |
| 11.4 Zusammenfassung | 272 |
| 12 Nachhaltige Produkte..... | 273 |
| 12.1 Entwicklung eines verwertungsgerechten Toasters | 274 |
| 12.2 Maßnahmen zur Entwicklung nachhaltiger Produkte | 275 |
| 12.2.1 Wie lassen sich Umweltbeeinträchtigungen eines Produktes analysieren und bewerten? | 278 |

| | |
|--|------------|
| 12.2.2 Wie lassen sich Anforderungen mit Bezug zur Nachhaltigkeit handhaben?..... | 280 |
| 12.2.3 Wie lassen sich Aspekte der Nachhaltigkeit auf Funktionsebene berücksichtigen?..... | 281 |
| 12.2.4 Wie lassen sich Aspekte der Nachhaltigkeit auf Wirkebene berücksichtigen?..... | 284 |
| 12.2.5 Wie lassen sich Aspekte der Nachhaltigkeit auf Bauebene berücksichtigen?..... | 285 |
| 12.3 Entwicklung eines umweltgerechten PET-Flake-Wäschers | 288 |
| 12.4 Zusammenfassung | 292 |
| <hr/> | |
| 13 Systematisch von Anforderungen zu Konzepten und Gestaltlösungen ... | 293 |
| 13.1 Entwicklung eines Elektro-Gokarts | 294 |
| 13.2 Beispielhafte Betrachtung der Entwicklung des Lenksystems | 296 |
| 13.2.1 Anforderungen | 297 |
| 13.2.2 Funktionen..... | 299 |
| 13.2.3 Wirkprinzipien und Wirkkonzepte | 301 |
| 13.2.4 Produktgestalt und Baumodelle..... | 303 |
| 13.3 Entwicklungsergebnis und Zusammenfassung | 306 |
| <hr/> | |
| Literatur..... | 309 |
| Bildnachweis | 325 |
| <hr/> | |
| Anhang A Checklisten und Hilfsmittel..... | 327 |
| A1 Anforderungsraum | 329 |
| A1-1 Checkliste zur Anforderungsklärung | 329 |
| A1-2 Suchmatrix zur Anforderungsklärung..... | 330 |
| A2 Funktionsebene..... | 333 |
| A2-1 Umsatzaorientierte Funktionsmodellierung | 333 |
| A2-2 Checkliste zur Variation der Funktion | 337 |
| A2-3 Relationsorientierte Funktionsmodellierung | 338 |
| A2-4 Problemformulierungen | 340 |
| A2-5 Nutzerorientierte Funktionsmodellierung | 341 |
| A3 Wirkebene..... | 343 |
| A3-1 Lösungssuche mit physikalischen Effekten | 343 |
| A3-2 Sammlung physikalischer Effekte..... | 344 |
| A3-3 Widerspruchsortientierte Lösungssuche..... | 365 |
| A3-4 Prinzipien zur Überwindung technischer Widersprüche..... | 366 |

XIV Inhalt

| | |
|--|------------|
| A3-5 Lösungssuche auf Basis biologischer Vorbilder | 386 |
| A3-6 Assoziationsliste..... | 387 |
| A4 Bauebene..... | 397 |
| A4-1 Systematische Variation..... | 397 |
| A4-2 Checkliste mit Gestaltparametern | 399 |
| A4-3 Gestaltungsprinzipien..... | 414 |
| Glossar..... | 427 |
| Sachverzeichnis..... | 461 |