

*»Man muß gelehrt sein, um Einfaches  
kompliziert sagen zu können; und weise,  
um Kompliziertes einfach sagen zu können.«*  
– Charles Tschopp –

# INHALTSVERZEICHNIS

---

Vorwort .....	9
<b>Kapitel 1:</b>	
<b>Zukunftssicherung und Beschäftigung durch Innovationskraft.....</b>	<b>11</b>
1.1 Herausforderung Produktinnovation .....	11
1.2 Beispiele für Innovationsfelder.....	13
Literatur zum Kapitel 1 .....	21
<b>Kapitel 2:</b>	
<b>Ein neues Verständnis des Produktinnovationsprozesses.....</b>	<b>23</b>
2.1 Aspekte der Konstruktionsforschung.....	23
2.2 Systeme des integrativen Maschinenbaus .....	27
2.2.1 Prinzipielle Struktur von Produkten des integrativen Maschinenbaus .....	28
2.2.2 Intelligente Systeme des Maschinenbaus .....	33
2.2.3 Systemkomposition mit Lösungselementen .....	36
2.3 Prozeßstrukturen in der Produktentwicklung .....	39
2.3.1 Entwicklungssystematiken.....	40
2.3.2 Die Ordnungsmatrix zur Konstruktionstechnik.....	40
2.3.3 Integrative Planung und Entwicklung innovativer Maschinenbauerzeugnisse .....	43
Literatur zum Kapitel 2 .....	47
<b>Kapitel 3:</b>	
<b>Strategische Produktplanung .....</b>	<b>49</b>
3.1 Potentialfindung.....	49

3.1.1	Analyse der Position der Produkte im heutigen Wettbewerb	52
3.1.1.1	Integriertes Markt-Technologie-Portfolio	52
3.1.1.2	Erfolgsfaktorenanalyse	62
3.1.1.3	Quality Function Deployment (QFD)	65
3.1.1.4	Conjoint-Analyse	69
3.1.2	Die Kunden befragen – Möglichkeiten und Grenzen	74
3.1.3	Szenario-Technik – Vorausdenken der Zukunft	78
3.1.3.1	Grundprinzipien der Szenario-Technik	79
3.1.3.2	Szenarien in der strategischen Führung	82
3.1.3.3	Szenario-Vorbereitung	86
3.1.3.4	Szenariofeld-Analyse	86
3.1.3.5	Szenario-Prognostik	91
3.1.3.6	Szenario-Bildung	96
3.1.3.7	Szenario-Beschreibung	99
3.1.4	Systematisches Erkennen der Erfolgspotentiale von morgen	105
3.1.4.1	Ermittlung strategischer Stoßrichtungen	105
3.1.4.2	Chancen-Gefahren-Matrix	109
3.1.4.3	Auswirkungsanalyse	111
3.2	Produktfindung	117
3.2.1	Prozeß der Produktfindung	117
3.2.2	Kreativität und Wissen	119
3.2.3	Ausgewählte Methoden der Produktfindung	126
3.2.3.1	Lotusblüten-Technik	126
3.2.3.2	Laterales Denken nach de Bono	128
3.2.3.3	Theorie des erfinderischen Problemlösens (TRIZ)	132
3.2.4	Verknüpfung mit der Szenario-Technik	141
3.3	Geschäftsplanung	144
3.3.1	Entwicklung der Geschäftsstrategie	149
3.3.2	Entwicklung der Produktstrategie	164
3.3.3	Investitionsrechnung – Nachweis der Wirtschaftlichkeit	171
3.3.3.1	Kapitalwertmethode	172
3.3.3.2	Berechnung des Return on Investment (RoI)	182
3.3.3.3	Amortisationsrechnung	185
3.3.3.4	Break-Even-Analyse (BEA)	189

3.4	Strategiekontrolle .....	191
3.4.1	Strategische Frühaufklärung .....	192
3.4.1.1	Historische Entwicklung der Frühaufklärung .....	192
3.4.1.2	Operative und strategische Frühaufklärung .....	193
3.4.1.3	Konzept der strategischen Frühaufklärung .....	195
3.4.2	Der Umgang mit Trends .....	197
3.4.3	Methoden und Werkzeuge der strategischen Frühaufklärung .....	201
3.4.3.1	Fledermausprinzip .....	201
3.4.3.2	Bibliometrie .....	203
3.4.3.3	Patentanalysen .....	205
3.4.3.4	Agenten .....	207
	Literatur zum Kapitel 3 .....	209

## **Kapitel 4:**

### **Integrative Produktentwicklung .....**

4.1	Produktentwicklung im Zyklenmodell des Produktinnovationsprozesses .....	215
4.2	Domänenspezifische Entwicklungsmethodiken .....	218
4.2.1	Konstruktionsmethodik Maschinenbau .....	218
4.2.1.1	Planen und Klären der Aufgabe .....	221
4.2.1.2	Konzipieren .....	223
4.2.1.3	Entwerfen .....	229
4.2.1.4	Ausarbeiten .....	238
4.2.2	Entwicklungsmethodik Mikroelektronik .....	240
4.2.2.1	Entwicklungsprinzipien .....	241
4.2.2.2	Entwicklungssystematik (Phasenmodell) .....	244
4.2.2.3	Entwurfsstile .....	255
4.2.3	Entwicklungsmethodik Software .....	260
4.2.3.1	Entwicklungssystematik (Phasenmodell) .....	261
4.2.3.2	Das „V-Modell“ .....	264
4.2.3.3	Objektorientierte Softwareentwicklung .....	269
4.2.3.4	Software-Prototyping .....	282
4.2.3.5	Steuerung technischer Systeme: Eingebettete Software .....	287
4.2.4	Regelungstechnik – Methodik des Reglerentwurfs .....	291
4.2.4.1	Dynamisches Verhalten von Regelkreisen .....	293

4.2.4.2	Methodik des Entwurfs von Mehrgrößenregelungen .....	296
4.2.4.3	Realisierbarkeit von Regelkreisen .....	304
4.3	Integrative Spezifikation neuer Produktkonzeptionen .....	306
4.3.1	Funktionale Spezifikation .....	307
4.3.2	Konzeptionelle Spezifikation .....	309
4.3.2.1	Basiskonstrukte .....	309
4.3.2.2	Spezifikation von Beziehungen .....	311
4.3.2.3	Spezifikation von Verhalten .....	324
4.3.2.4	Spezifikation von Gestalt .....	326
4.3.2.5	Spezifikationsstatus .....	329
4.3.3	Anwendungsbeispiel .....	336
4.3.3.1	Spezifikation der Funktionalität .....	337
4.3.3.2	Mechanik-Sicht .....	338
4.3.3.3	Verhaltensspezifikation Mechanik .....	343
4.3.3.4	Regelungstechnik-Sicht .....	346
4.3.3.5	Verhaltensspezifikation Regelungstechnik.....	351
4.3.3.6	Software-Sicht .....	355
4.3.3.7	Verhaltensspezifikation Software.....	357
4.3.3.8	Elektronik-Sicht .....	364
4.3.3.9	Verhaltensspezifikation Elektronik .....	365
4.3.3.10	Frühzeitige Spezifikation der Gestalt .....	369
	Literatur zum Kapitel 4 .....	373

## **Kapitel 5:**

	<b>Virtuelle Prototypen – Produkte aus dem Computer .....</b>	<b>377</b>
5.1	Die Abkehr von der technischen Zeichnung.....	377
5.1.1	Die Anfänge: Computergraphik und CAD.....	377
5.1.2	Von 3D-CAD zu virtuellen Prototypen.....	383
5.2	3D-CAD-Systeme .....	387
5.2.1	Computergraphik.....	387
5.2.1.1	Graphikmodell .....	388
5.2.1.2	Beleuchtung.....	389
5.2.1.3	Material und Texturen.....	389
5.2.1.4	Schattierte Darstellung .....	392
5.2.1.5	Projektion und Rasterung .....	393
5.2.1.6	Bildausschnitt und Sichtbarkeitsprüfung.....	394

5.2.1.7	Szenengraph und effiziente Behandlung großer Modelle.....	396
5.2.1.8	Graphik-Pipeline .....	400
5.2.2	3D-CAD-Modelle.....	400
5.2.2.1	Grundtypen von Volumenmodellen .....	403
5.2.2.2	Erweiterte Volumenmodelle .....	407
5.2.2.3	Variantentechnik.....	409
5.2.2.4	Weitere Aspekte .....	411
5.3	Digitaler Mock-Up .....	413
5.4	Modellbildung und Modellanalyse.....	419
5.4.1	Grundlagen der Modellbildung.....	422
5.4.2	Simulation von Mehrkörpersystemen (MKS) .....	425
5.4.2.1	Kinematik .....	427
5.4.2.2	Dynamik .....	432
5.4.2.3	Durchführung einer MKS-Simulation.....	435
5.4.3	Strukturanalyse mit FEM .....	439
5.4.3.1	FEM-Anwendungen in der Strukturmechanik .....	440
5.4.3.2	Lineare Statik .....	442
5.4.3.3	Nichtlineare Statik und Strukturdynamik.....	448
5.4.3.4	Durchführung einer FEM-Analyse.....	452
5.4.4	Strömungsberechnung (CFD).....	456
5.4.4.1	Grundlagen der CFD-Analyse .....	457
5.4.4.2	Durchführung einer CFD-Analyse.....	461
5.4.5	Weitere Analysen.....	463
5.4.5.1	Temperaturfelder.....	463
5.4.5.2	Elektromagnetische Felder .....	464
5.4.5.3	Akustik .....	467
5.4.5.4	Fertigungsprozesse .....	467
5.5	Fertigungsplanung .....	469
5.6	Virtual Reality (VR) .....	477
5.6.1	VR in der Entwicklung technischer Systeme .....	482
5.6.1.1	Design.....	483
5.6.1.2	Analysen .....	484
5.6.1.3	Anlagenplanung.....	486
5.6.2	VR-Hardware-Systeme.....	489
5.6.2.1	Desktop VR .....	490
5.6.2.2	Highend VR.....	492

5.6.2.3	VR-Rechner .....	494
5.6.2.4	Visuelle Präsentation .....	496
5.6.2.5	Akustik und Haptik.....	502
5.6.2.6	Weitere VR Peripherie.....	503
5.6.3	VR-Software und VR-Prozesse .....	505
5.6.3.1	VR-Laufzeitumgebung.....	506
5.6.3.2	VR-Preprocessing .....	510
5.7	Produktdatentechnologie.....	513
5.7.1	STEP: Standard for the Exchange of Product Model Data ...	515
5.7.1.1	STEP Kernmodelle.....	518
5.7.1.2	STEP Anwendungsprotokolle .....	520
5.7.2	Produktdatenmanagement-Systeme .....	525
5.7.2.1	Verwaltung von Produktdaten.....	527
5.7.2.2	Prozeßmanagement.....	532
5.7.2.3	Aufbau von PDM-Systemen.....	533
Literatur zum Kapitel 5 .....		537
<b>Stichworte .....</b>		<b>543</b>