

# Inhalt

<b>■</b>	<b>Vorwort</b> .....	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Konstruktionslehre und Konstruktion</b> .....	<b>15</b>
1.1	Einführung und Erfahrungen .....	19
1.2	Konstruktion im Betrieb .....	24
1.3	Konstruktionsmethodik .....	29
1.4	Konstruktionsarten .....	31
1.5	Konstruktionsmethodik – Erwartungen .....	36
1.6	Zusammenfassung .....	39
<b>2</b>	<b>Grundlagen des systematischen Konstruierens</b> .....	<b>41</b>
2.1	Technische Systeme .....	42
2.1.1	Grundlagen und Begriffe .....	42
2.1.2	Energie-, Stoff- und Informationsumsatz .....	45
2.1.3	Black-Box-Methode .....	49
2.1.4	Funktionsbeschreibung .....	50
2.1.5	Wirkprinzipien für Teilfunktionen .....	54
2.1.6	Entwicklungsschritte technischer Systeme .....	55
2.2	Grundlegende Arbeitsmethoden .....	58
2.3	Informationsverarbeitung in der Konstruktion .....	63
2.4	Zusammenfassung .....	68
<b>3</b>	<b>Integrierte Produktentwicklung</b> .....	<b>70</b>
3.1	Der Entwicklungsprozess .....	71
3.2	Der Lösungsprozess .....	74
3.3	Bearbeiten von Ingenieuraufgaben .....	77
3.4	Ablauf bei der Lösungssuche .....	78
3.5	Ablauf des Konstruktionsprozesses .....	81
3.6	Interdisziplinäre Zusammenarbeit .....	87
3.7	Grundlagen der Kommunikation .....	90
3.8	Grundlagen der Teamarbeit .....	99
3.9	Ablauf des Designprozesses .....	103

3.10	Ablauf von Ergonomieprozessen .....	107
3.11	Useware – Entwicklungsprozess .....	111
3.12	Kennzahlen Entwicklung und Konstruktion .....	114
3.12.1	Aufgaben und Tätigkeiten .....	114
3.12.2	Konstruktionsarten .....	115
3.12.3	Durchlaufzeiten .....	116
3.12.4	Produktprogramm und zugekaufte Leistungen .....	119
3.12.5	Aufgaben und organisatorische Regelungen .....	121
3.13	Zusammenfassung .....	122
<b>4</b>	<b>Konstruktionsphase Planen .....</b>	<b>124</b>
4.1	Planen der Produkte .....	125
4.2	Klären der Aufgabenstellung .....	127
4.3	Anforderungslisten .....	130
4.3.1	Anforderungsarten .....	131
4.3.2	Anforderungskataloge .....	132
4.3.3	Formblatt für Anforderungslisten .....	138
4.3.4	Aufstellen der Anforderungsliste .....	139
4.3.5	Ergonomische Anforderungen .....	144
4.3.6	Designanforderungen .....	147
4.4	Qualitätssicherung beim Planen .....	149
4.5	Quality Function Deployment (QFD) .....	150
4.6	Zusammenfassung .....	158
<b>5</b>	<b>Konstruktionsphase Konzipieren .....</b>	<b>159</b>
5.1	Abstrahieren und Problem formulieren .....	160
5.2	Funktionsstruktur und Funktionsanalyse .....	161
5.3	Lösungen finden mit merkmalsorientierten Methoden .....	165
5.3.1	Lösungen finden durch Analogien .....	166
5.3.2	Lösungen finden durch Variation .....	167
5.3.3	Lösungen finden durch Kombination .....	167
5.4	Lösungsprinzipien suchen .....	168
5.4.1	Analyse von Veröffentlichungen .....	169
5.4.2	Analyse bekannter technischer Systeme .....	169
5.4.3	Anregungen durch Analogien .....	170
5.4.4	Erkenntnisse aus Versuchen .....	170
5.4.5	Kreativität und Intuition .....	170
5.4.6	Brainstorming .....	173
5.4.7	Brainwriting .....	174
5.4.8	Methode 635 .....	175
5.4.9	Mapping Techniken .....	177
5.4.10	Methode Morphologischer Kasten .....	185
5.4.11	Methode der Ordnenen Gesichtspunkte .....	190
5.4.12	Methode Konstruktionskatalog-Einsatz .....	194
5.4.13	Methode Problemlösungsbaum .....	199

5.5	Konstruieren mit Zulieferkomponenten .....	200
5.5.1	Zulieferkomponenten und Eigenentwicklungen im Vergleich .....	201
5.5.2	Produktentwicklung mit Zulieferkomponenten .....	203
5.5.3	Zulieferorientiertes Konstruieren .....	205
5.6	Lösungen entwickeln mit Bionik .....	207
5.6.1	Technische Biologie und Bionik .....	208
5.6.2	Bionischer Denk- und Handlungsprozess .....	210
5.6.3	Ausblick und Hinweise .....	211
5.7	Lösungen entwickeln mit Mechatronik .....	213
5.7.1	Übersicht und Einführung .....	214
5.7.2	Grundlagen mechatronischer Systeme .....	215
5.7.3	Aktoren .....	216
5.7.4	Sensoren .....	217
5.7.5	Ausblick und Hinweise .....	217
5.8	Bewerten von Lösungsvarianten .....	218
5.8.1	Grundlagen der Bewertung .....	219
5.8.2	Vorteil-Nachteil-Vergleich .....	219
5.8.3	Dominanzmatrix .....	220
5.8.4	Paarweiser Vergleich .....	220
5.8.5	Erkennen von Bewertungskriterien .....	221
5.8.6	Bewertung mit Punkten .....	222
5.8.7	Bewertungspraxis in der Konzeptphase .....	224
5.9	Qualitätssicherung beim Konzipieren .....	228
5.10	Konzept und Konzeption .....	229
5.11	Zusammenfassung .....	230
<b>6</b>	<b>Konstruktionsphase Entwerfen .....</b>	<b>233</b>
6.1	Allgemeine Forderungen an technische Produkte .....	233
6.2	Arbeitsschritte beim Entwerfen .....	234
6.3	Anwendung der Arbeitsschritte beim Entwerfen .....	236
6.3.1	Gelenkige Aufhängung entwerfen und gestalten .....	236
6.3.2	Entwerfen mit 3D-CAD/CAM-Systemen .....	244
6.4	Grundsätze für das Entwerfen .....	245
6.5	Gestaltungsgrundregeln .....	247
6.5.1	Grundregel „Eindeutig“ .....	248
6.5.2	Grundregel „Einfach“ .....	249
6.5.3	Grundregel „Sicher“ .....	250
6.6	Gestaltungsprinzipien .....	253
6.6.1	Prinzipien der Kraftleitung .....	256
6.6.2	Regeln zur kraftflussgerechten Gestaltung .....	258
6.7	Gestaltungsrichtlinien .....	260
6.7.1	Fertigungsgerechte Gestaltung .....	263
6.7.2	Montagegerechte Gestaltung .....	274
6.7.3	Lärmarm konstruieren .....	282
6.7.4	Recyclinggerechte Gestaltung .....	287
6.7.5	Konstruktionsablauf mit Recyclingorientierung .....	297
6.7.6	Entsorgungsgerechte Gestaltung .....	312

---

6.8	Bewerten von Entwürfen .....	316
6.9	Qualitätssicherung beim Entwerfen .....	321
6.10	Fehler-Möglichkeits- und Einfluss-Analyse (FMEA) .....	322
6.11	Zusammenfassung .....	328
<b>7</b>	<b>Konstruktionsphase Ausarbeiten .....</b>	<b>331</b>
7.1	Erzeugnisgliederung .....	333
7.2	Zeichnungen .....	337
7.3	Stücklisten .....	340
7.3.1	Stücklistenaufbau .....	342
7.3.2	Stücklistenarten .....	345
7.3.3	Gliederung der Stücklistenarten .....	351
7.3.4	Verwendung von Stücklisten .....	352
7.4	Nummernsysteme .....	354
7.4.1	Nummerungstechnik - Grundlagen .....	354
7.4.2	Arten und Eigenschaften von Nummern .....	355
7.4.3	Ziele der Nummerung .....	356
7.4.4	Identnummern .....	357
7.4.5	Klassifizierungsnummern .....	357
7.4.6	Nummernsysteme .....	360
7.4.7	Sachnummern .....	363
7.4.8	Sachnummernsystem .....	363
7.5	Sachmerkmale .....	366
7.5.1	Sachmerkmalleisten .....	368
7.5.2	Anzahl und Wertigkeit der Sachmerkmale .....	370
7.5.3	Sachnummernsystem durch Klassifizierung über Sachmerkmale .....	371
7.5.4	Methode zum Erarbeiten von Sachmerkmalen .....	378
7.6	Qualitätssicherung beim Ausarbeiten .....	381
7.7	Qualitätsdenken .....	382
7.8	Zusammenfassung .....	383
<b>8</b>	<b>Konstruktion und Kosten .....</b>	<b>385</b>
8.1	Kostenbegriffe .....	386
8.2	Kosteneigenschaften .....	388
8.3	Einflussgrößen auf die Herstellkosten .....	389
8.3.1	Anforderungen .....	390
8.3.2	Lösungsprinzip .....	390
8.3.3	Baugröße .....	392
8.3.4	Stückzahl .....	392
8.4	Kostengünstig Konstruieren .....	392
8.5	Kostenermittlungsverfahren .....	395
8.6	Relativkosten .....	396
8.6.1	Vorteile und Nachteile .....	396
8.6.2	Erarbeiten und Aktualisieren .....	397
8.6.3	Darstellung und Beispiel .....	398

8.6.4	Gültigkeit der Relativkosten .....	399
8.6.5	Einsatz der Methode .....	400
8.7	ABC-Analyse .....	403
8.8	Wertanalyse .....	408
8.8.1	Entwicklung der Wertanalyse .....	410
8.8.2	Grundbegriffe der Wertanalyse .....	411
8.8.3	Auswahlkriterien für Wertanalyseprojekte .....	415
8.8.4	System Wertanalyse .....	416
8.9	Methode zur Kostenanalyse .....	418
8.10	Herstellkostenermittlung durch Kalkulation .....	420
8.11	Zusammenfassung .....	426
<b>9</b>	<b>Rechnerunterstütztes Konstruieren .....</b>	<b>427</b>
9.1	CAD/CAM - Begriffe und Systeme .....	427
9.1.1	CAD - Computer Aided Design .....	428
9.1.2	CAP - Computer Aided Planning .....	429
9.1.3	CAM - Computer Aided Manufacturing .....	429
9.1.4	CAQ - Computer Aided Quality Assurance .....	430
9.1.5	PPS - Produktionsplanung und -steuerung .....	430
9.1.6	CAD/CAM .....	430
9.1.7	CAID - Computer Aided Industrial Design .....	431
9.2	Konstruieren mit 3D-CAD/CAM-Systemen .....	432
9.3	Informationstechnik und Konstruktionsprozess .....	440
9.4	Zusammenfassung .....	445
<b>10</b>	<b>Übungsaufgaben .....</b>	<b>446</b>
10.1	Aufgabenstellungen .....	446
10.1.1	Aufgabenstellungen zu Kapitel 1 .....	446
10.1.2	Aufgabenstellungen zu Kapitel 2 .....	447
10.1.3	Aufgabenstellungen zu Kapitel 3 .....	450
10.1.4	Aufgabenstellungen zu Kapitel 4 .....	451
10.1.5	Aufgabenstellungen zu Kapitel 5 .....	454
10.1.6	Aufgabenstellungen zu Kapitel 6 .....	462
10.1.7	Aufgabenstellungen zu Kapitel 7 .....	464
10.1.8	Aufgabenstellungen zu Kapitel 8 .....	470
10.1.9	Aufgabenstellungen zu Kapitel 9 .....	473
10.2	Lösungen .....	474
10.2.1	Lösungen zu Kapitel 1 .....	474
10.2.2	Lösungen zu Kapitel 2 .....	475
10.2.3	Lösungen zu Kapitel 3 .....	480
10.2.4	Lösungen zu Kapitel 4 .....	483
10.2.5	Lösungen zu Kapitel 5 .....	492
10.2.6	Lösungen zu Kapitel 6 .....	508
10.2.7	Lösungen zu Kapitel 7 .....	513
10.2.8	Lösungen zu Kapitel 8 .....	519
10.2.9	Lösungen zu Kapitel 9 .....	521

<b>11</b>	<b>Menschenorientierte Konstruktion</b>	<b>522</b>
11.1	Menschenorientierung	522
11.1.1	Konstruktionsorientierung auf Menschen	524
11.1.2	Kompetenz der Konstrukteure	524
11.1.3	Ethik - Grundlagen und Begriffe	526
11.1.4	Technikbewertung und Ethik	528
11.1.5	Die Ethische Maschine	529
11.1.6	Ingenieurpsychologie	531
11.2	Konstruktionsstrategie für Gerontik-Produkte	535
11.2.1	Begriff Gerontik®	535
11.2.2	Zukunft-Technologien	536
11.2.3	Erfahrung und Alter	537
11.2.4	Demografischer Wandel	539
11.2.5	Bedürfnisse der Menschen	539
11.2.6	Bedeutung der Gerontik®	541
11.2.7	Fachgebiete mit dem Wortbildungselement Geronto	544
11.2.8	Anforderungen an Produkte der Gerontik®	549
11.2.9	Lösungen entwickeln mit Gerontik®	552
11.2.10	Nutzung von Prinzipien	552
11.2.11	Anzahl der Prinzipien	554
11.2.12	Sieben Prinzipien der Gerontik®	555
11.2.13	Grundbegriffe des Design	558
11.2.14	Prinzipien des Universal Design	560
11.2.15	Grundbegriffe der Ergonomie	562
11.2.16	Entwicklung eines Sattelstuhls	564
11.2.17	Strategie für Gerontikprodukte	566
11.2.18	Zusammenfassung	567
11.3	Strategie für frugale Produkte	567
11.3.1	Frugale Produkte	568
11.3.2	Frugale Innovation	569
11.3.3	Geplantes Vorgehen	570
11.4	Strategien gegen Obsoleszenz	571
11.4.1	Geplante Obsoleszenz	571
11.4.2	Optimale Lebens- oder Nutzungsdauer von Produkten	572
11.4.3	Kernempfehlungen und Handlungsempfehlungen	573
11.5	Reparatureignung von Produkten	574
11.5.1	Instandhaltung	574
11.5.2	Instandsetzungsgerechtes Konstruieren	576
11.5.3	Reparatur-Nutzen und Aufwand	577
11.6	Agile Produktenwicklung	580
11.6.1	Agil - Begriffsklärung	581
11.6.2	Agile Managementmethoden	581
11.6.3	Scrum - Methode	583
11.6.4	User Story Mapping	589
11.6.5	Zusammenfassung	590

---

<b>12</b>	<b>Maschinenelemente</b> .....	<b>592</b>
12.1	Systematik und Einteilung .....	592
12.2	Informationsblätter Maschinenelemente .....	593
<b>13</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>611</b>
Quellen und weiterführende Literatur .....		611
Konstruktionslehre und Konstruktionsmethodik .....		611
Integrierte Produktentwicklung .....		612
Interdisziplinäre Zusammenarbeit .....		612
Kommunikation .....		612
Grundlagen der Teamarbeit .....		612
Ablauf Designprozesse .....		613
Ablauf Ergonomieprozesse .....		613
Ueware-Entwicklungsprozess .....		613
Kennzahlen .....		613
Konstruktionsphase Planen .....		614
Qualität in der Konstruktion .....		614
Konstruktionsphase Konzipieren .....		615
Ideenfindung .....		615
Mapping Techniken .....		615
Konstruktionskataloge .....		616
Bionik .....		617
Mechatronik .....		618
Konstruktionsphase Entwerfen .....		618
Sicherheit .....		619
Fertigung und Montage .....		619
Lärmarm konstruieren .....		620
Recycling und Entsorgung .....		620
Konstruktionphase Ausarbeiten .....		621
Technisches Zeichnen .....		621
Stücklisten .....		622
Nummernsysteme .....		622
Konstruktion und Kosten .....		622
Rechnerunterstütztes Konstruieren .....		623
Menschenorientierte Konstruktion .....		624
Menschenorientierung .....		624
Ethik .....		624
Ingenieurpsychologie .....		625
Konstruktionsstrategie für Gerontik-Produkte .....		625
Gerontik® - Einordnung und Begriff .....		625
Anforderungen an Produkte der Gerontik® .....		626
Prinzipien der Gerontik® .....		627
Grundlagen Design .....		627
Design und Ergonomie .....		628
Grundlagen Ergonomie .....		628

Arbeitsgestaltung .....	629
Strategie für frugale Produkte .....	630
Frugale Produkte .....	630
Frugale Innovation .....	630
Strategien gegen Obsoleszenz .....	630
Reparatureignung von Produkten .....	631
Agile Produktentwicklung .....	631
Maschinenelemente .....	632

<b>■ Sachwortverzeichnis .....</b>	<b>633</b>
------------------------------------	------------