

Konstruktionsgrundlagen

Inhaltsverzeichnis	7
1 Konstruktionslehre und Konstruktion	15
2 Grundlagen des systematischen Konstruierens	41
3 Integrierte Produktentwicklung	71
4 Konstruktionsphase Planen	121
5 Konstruktionsphase Konzipieren	157
6 Konstruktionsphase Entwerfen	231
7 Konstruktionsphase Ausarbeiten	331
8 Konstruktion und Kosten	393
9 Rechnerunterstütztes Konstruieren und Digitalisierung	437

Anwendungsübungen

10 Übungsaufgaben	475
Aufgabenstellungen	475
Lösungen	503

Orientierung auf Menschen

11 Menschenorientierte Konstruktion	551
---	-----

Grundlagenkenntnisse

12 Maschinenelemente	633
----------------------------	-----

Literaturverzeichnis

13 Quellen und weiterführende Literatur	653
---	-----

Sachwortverzeichnis	675
---------------------------	-----

Inhalt

■	Vorwort	5
1	Konstruktionslehre und Konstruktion	15
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
2	Grundlagen des systematischen Konstruierens	41
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
3	Integrierte Produktentwicklung	71
3.1	Der Entwicklungsprozess	72
3.2	Der Lösungsprozess	75
3.3	Bearbeiten von Ingenieuraufgaben	77
3.4	Ablauf bei der Lösungssuche	79
3.5	Ablauf des Konstruktionsprozesses	82
3.6	Interdisziplinäre Zusammenarbeit	89
3.7	Grundlagen der Kommunikation	92
3.8	Grundlagen der Teamarbeit	101
3.9	Ablauf des Designprozesses	105

3.10	Ablauf von Ergonomieprozessen	109
3.11	Ueware-Entwicklungsprozess	113
3.12	Kennzahlen Entwicklung und Konstruktion	115
3.12.1	Aufgaben und Tätigkeiten	116
3.12.2	Durchlaufzeiten	117
3.13	Zusammenfassung	119
4	Konstruktionsphase Planen	121
4.1	Planen der Produkte	122
4.2	Klären der Aufgabenstellung	124
4.3	Anforderungslisten	127
4.3.1	Anforderungsarten	128
4.3.2	Anforderungskataloge	129
4.3.3	Formblatt für Anforderungslisten	135
4.3.4	Aufstellen der Anforderungsliste	136
4.3.5	Ergonomische Anforderungen	141
4.3.6	Designanforderungen	144
4.4	Qualitätssicherung beim Planen	146
4.5	Quality Function Deployment (QFD)	147
4.6	Zusammenfassung	155
5	Konstruktionsphase Konzipieren	157
5.1	Abstrahieren und Problem formulieren	158
5.2	Funktionsstruktur und Funktionsanalyse	159
5.3	Lösungen finden mit merkmalsorientierten Methoden	163
5.3.1	Lösungen finden durch Analogien	164
5.3.2	Lösungen finden durch Variation	165
5.3.3	Lösungen finden durch Kombination	165
5.4	Lösungsprinzipien suchen	166
5.4.1	Analyse von Veröffentlichungen	167
5.4.2	Analyse bekannter technischer Systeme	167
5.4.3	Anregungen durch Analogien	168
5.4.4	Erkenntnisse aus Versuchen	168
5.4.5	Kreativität und Intuition	168
5.4.6	Brainstorming	171
5.4.7	Brainwriting	172
5.4.8	Methode 635	173
5.4.9	Mapping-Techniken	175
5.4.10	Methode Morphologischer Kasten	183
5.4.11	Methode der Ordnenenden Gesichtspunkte	188
5.4.12	Methode Konstruktionskatalog-Einsatz	192
5.4.13	Methode Problemlösungsbaum	197
5.5	Konstruieren mit Zulieferkomponenten	198
5.5.1	Zulieferkomponenten und Eigenentwicklungen im Vergleich	199
5.5.2	Produktentwicklung mit Zulieferkomponenten	201
5.5.3	Zulieferorientiertes Konstruieren	203

5.6	Lösungen entwickeln mit Bionik	205
5.6.1	Technische Biologie und Bionik	206
5.6.2	Bionischer Denk- und Handlungsprozess	208
5.6.3	Ausblick und Hinweise	209
5.7	Lösungen entwickeln mit Mechatronik	211
5.7.1	Übersicht und Einführung	212
5.7.2	Grundlagen mechatronischer Systeme	213
5.7.3	Aktoren	214
5.7.4	Sensoren	215
5.7.5	Ausblick und Hinweise	215
5.8	Bewerten von Lösungsvarianten	216
5.8.1	Grundlagen der Bewertung	217
5.8.2	Vorteil-Nachteil-Vergleich	217
5.8.3	Dominanzmatrix	218
5.8.4	Paarweiser Vergleich	218
5.8.5	Erkennen von Bewertungskriterien	219
5.8.6	Bewertung mit Punkten	220
5.8.7	Bewertungspraxis in der Konzeptphase	222
5.9	Qualitätssicherung beim Konzipieren	226
5.10	Konzept und Konzeption	227
5.11	Zusammenfassung	228

6	Konstruktionsphase Entwerfen	231
6.1	Allgemeine Forderungen an technische Produkte	231
6.2	Arbeitsschritte beim Entwerfen	232
6.3	Anwendung der Arbeitsschritte beim Entwerfen	234
6.3.1	Gelenkige Aufhängung entwerfen und gestalten	234
6.3.2	Entwerfen mit 3D-CAD/CAM-Systemen	242
6.4	Grundsätze für das Entwerfen	243
6.5	Gestaltungsgrundregeln	245
6.5.1	Grundregel „Eindeutig“	246
6.5.2	Grundregel „Einfach“	247
6.5.3	Grundregel „Sicher“	248
6.6	Gestaltungsprinzipien	251
6.6.1	Prinzipien der Kraftleitung	254
6.6.2	Regeln zur kraftflussgerechten Gestaltung	255
6.7	Gestaltungsrichtlinien	258
6.7.1	Fertigungsgerechte Gestaltung	261
6.7.2	Montagegerechte Gestaltung	272
6.7.3	Lärmarm konstruieren	280
6.7.4	Recyclinggerechte Gestaltung	285
6.7.5	Konstruktionsablauf mit Recyclingorientierung	295
6.7.6	Entsorgungsgerechte Gestaltung	311
6.8	Bewerten von Entwürfen	316
6.9	Qualitätssicherung beim Entwerfen	320
6.10	Fehler-Möglichkeiten- und Einfluss-Analyse (FMEA)	321
6.11	Zusammenfassung	328

7	Konstruktionsphase Ausarbeiten	331
7.1	Erzeugnisgliederung	333
7.2	Technische Zeichnungen	337
7.2.1	Grundlagen	339
7.2.2	Zeichnungen – Normen und Regeln	342
7.3	Stücklisten	347
7.3.1	Stücklistenaufbau	348
7.3.2	Stücklistenarten	352
7.3.3	Gliederung der Stücklistenarten	359
7.3.4	Verwendung von Stücklisten	360
7.4	Nummernsysteme	361
7.4.1	Nummerungstechnik – Grundlagen	362
7.4.2	Arten und Eigenschaften von Nummern	362
7.4.3	Ziele der Nummerung	364
7.4.4	Identnummern	364
7.4.5	Klassifizierungsnummern	364
7.4.6	Nummernsysteme	368
7.4.7	Sachnummern	370
7.4.8	Sachnummernsystem	371
7.5	Sachmerkmale	373
7.5.1	Sachmerkmalleisten	375
7.5.2	Anzahl und Wertigkeit der Sachmerkmale	378
7.5.3	Sachnummernsystem durch Klassifizierung über Sachmerkmale	378
7.5.4	Methode zum Erarbeiten von Sachmerkmalen	386
7.6	Qualitätssicherung beim Ausarbeiten	390
7.7	Qualitätsdenken	390
7.8	Zusammenfassung	391
8	Konstruktion und Kosten	393
8.1	Kostenbegriffe	394
8.2	Kosteneigenschaften	396
8.3	Einflussgrößen auf die Herstellkosten	397
8.3.1	Anforderungen	398
8.3.2	Lösungsprinzip	398
8.3.3	Baugröße	400
8.3.4	Stückzahl	400
8.4	Kostengünstig Konstruieren	400
8.5	Kostenermittlungsverfahren	403
8.6	Relativkosten	404
8.6.1	Vorteile und Nachteile	404
8.6.2	Erarbeiten und Aktualisieren	405
8.6.3	Darstellung und Beispiel	406
8.6.4	Gültigkeit der Relativkosten	407
8.6.5	Einsatz der Methode	408
8.7	ABC-Analyse	411

8.8	Wertanalyse	416
8.8.1	Entwicklung der Wertanalyse	418
8.8.2	Grundbegriffe der Wertanalyse	419
8.8.3	Auswahlkriterien für Wertanalyseprojekte	423
8.8.4	System Wertanalyse	424
8.9	Methode zur Kostenanalyse	426
8.10	Herstellkostenermittlung durch Kalkulation	428
8.11	Zusammenfassung	435

9 Rechnerunterstütztes Konstruieren und Digitalisierung 437

9.1	CAD/CAM – Begriffe und Systeme	437
9.1.1	CAD – Computer Aided Design	438
9.1.2	CAP – Computer Aided Planning	439
9.1.3	CAM – Computer Aided Manufacturing	439
9.1.4	CAQ – Computer Aided Quality Assurance	440
9.1.5	PPS – Produktionsplanung und -steuerung	440
9.1.6	CAD/CAM	440
9.1.7	CAID – Computer Aided Industrial Design	441
9.2	Konstruieren mit 3D-CAD/CAM-Systemen	442
9.3	Informationstechnik und Konstruktionsprozess	450
9.4	Analoge Welt – digitale Aktivitäten	454
9.4.1	Algorithmen und Digitalisierung	455
9.4.2	Digitalisierung und digitale Transformation	457
9.4.3	Automatisierung	459
9.4.4	Ethik – Grundlagen und Begriffe	460
9.4.5	Künstliche Intelligenz	461
9.4.6	Neuronale Netze und maschinelles Lernen	463
9.4.7	Software-Engineering	465
9.5	Digitalisierung in der Konstruktion	466
9.5.1	Transformationsprozess im Unternehmen	467
9.5.2	Digitales Büro im Unternehmen	467
9.5.3	Informationsflüsse im Unternehmen	468
9.5.4	IT-Sicherheit zum Schutz vor Cyberattacken	470
9.6	Zusammenfassung	472

10 Übungsaufgaben 475

10.1	Aufgabenstellungen	475
10.1.1	Aufgabenstellungen zu Kapitel 1	475
10.1.2	Aufgabenstellungen zu Kapitel 2	476
10.1.3	Aufgabenstellungen zu Kapitel 3	479
10.1.4	Aufgabenstellungen zu Kapitel 4	480
10.1.5	Aufgabenstellungen zu Kapitel 5	483
10.1.6	Aufgabenstellungen zu Kapitel 6	491
10.1.7	Aufgabenstellungen zu Kapitel 7	493
10.1.8	Aufgabenstellungen zu Kapitel 8	499
10.1.9	Aufgabenstellungen zu Kapitel 9	502

10.2	Lösungen	503
10.2.1	Lösungen zu Kapitel 1	503
10.2.2	Lösungen zu Kapitel 2	504
10.2.3	Lösungen zu Kapitel 3	509
10.2.4	Lösungen zu Kapitel 4	512
10.2.5	Lösungen zu Kapitel 5	521
10.2.6	Lösungen zu Kapitel 6	537
10.2.7	Lösungen zu Kapitel 7	542
10.2.8	Lösungen zu Kapitel 8	548
10.2.9	Lösungen zu Kapitel 9	550

11 Menschenorientierte Konstruktion 551

11.1	Menschenorientierung	551
11.1.1	Konstruktionsorientierung auf Menschen	553
11.1.2	Kompetenz der Konstrukteure	553
11.1.3	Ethik – Grundlagen und Begriffe	555
11.1.4	Ethik – Grundsätze und Leitlinien	557
11.1.5	Ingenieurpsychologie	560
11.2	Konstruktionsstrategie für Gerontik®-Produkte	564
11.2.1	Begriff Gerontik®	564
11.2.2	Zukunftstechnologien	565
11.2.3	Erfahrung und Alter	566
11.2.4	Demografischer Wandel	567
11.2.5	Bedürfnisse der Menschen	568
11.2.6	Bedeutung der Gerontik®	570
11.2.7	Fachgebiete mit dem Wortbildungselement Geronto	572
11.2.8	Anforderungen an Produkte der Gerontik®	578
11.2.9	Lösungen entwickeln mit Gerontik®	581
11.2.10	Nutzung von Prinzipien	581
11.2.11	Anzahl der Prinzipien	583
11.2.12	Sieben Prinzipien der Gerontik®	584
11.2.13	Grundbegriffe des Designs	587
11.2.14	Prinzipien des Universal Design	589
11.2.15	Grundbegriffe der Ergonomie	591
11.2.16	Entwicklung eines Sattelstuhls	593
11.2.17	Strategie für Gerontikprodukte	596
11.2.18	Zusammenfassung	596
11.3	Strategie für frugale Produkte	597
11.3.1	Frugale Produkte	597
11.3.2	Frugale Innovation	598
11.3.3	Geplantes Vorgehen	599
11.4	Strategien gegen Obsoleszenz	600
11.4.1	Geplante Obsoleszenz	601
11.4.2	Optimale Lebens- oder Nutzungsdauer von Produkten	601
11.4.3	Kernempfehlungen und Handlungsempfehlungen	602

11.5	Reparatureignung von Produkten	603
11.5.1	Instandhaltung	603
11.5.2	Instandsetzungsgerechtes Konstruieren	605
11.5.3	Reparatur-Nutzen und Aufwand	606
11.6	Agile Produktentwicklung	609
11.6.1	Agil – Begriffsklärung	610
11.6.2	Agile Managementmethoden	610
11.6.3	Scrum-Methode	612
11.6.4	User Story Mapping	618
11.6.5	Zusammenfassung	620
11.7	Wertschöpfung und Verschwendung	620
11.7.1	Verschwendung in Prozessen	622
11.7.2	Verschwendung in der Konstruktion	623
11.8	Biologisierung – Bioökonomie	624
11.9	Nachhaltigkeit	629
12	Maschinenelemente	633
12.1	Systematik und Einteilung	633
12.2	Informationsblätter Maschinenelemente	634
13	Quellen und weiterführende Literatur	653
13.1	Konstruktionslehre und Konstruktionsmethodik	653
13.2	Integrierte Produktentwicklung	654
13.2.1	Interdisziplinäre Zusammenarbeit	654
13.2.2	Kommunikation	654
13.2.3	Grundlagen der Teamarbeit	655
13.2.4	Ablauf Designprozesse	655
13.2.5	Ablauf Ergonomieprozesse	655
13.2.6	Ueware-Entwicklungsprozess	655
13.2.7	Kennzahlen	655
13.3	Konstruktionsphase Planen	656
13.3.1	Qualität in der Konstruktion	656
13.4	Konstruktionsphase Konzipieren	657
13.4.1	Ideenfindung	657
13.4.2	Mapping-Techniken	657
13.4.3	Konstruktionskataloge	658
13.4.4	Bionik	659
13.4.5	Mechatronik	659
13.5	Konstruktionsphase Entwerfen	660
13.6	Sicherheit	660
13.6.1	Fertigung und Montage	661
13.6.2	Lärmarm konstruieren	661
13.6.3	Recycling und Entsorgung	661
13.7	Konstruktionphase Ausarbeiten	662
13.7.1	Technisches Zeichnen	662

13.7.2	Stücklisten	663
13.7.3	Nummernsysteme	663
13.8	Konstruktion und Kosten	663
13.9	Rechnerunterstütztes Konstruieren und Digitalisierung	664
13.9.1	Analoge Welt – digitale Aktivitäten	665
13.9.2	Digitalisierung in der Konstruktion	666
13.10	Menschenorientierte Konstruktion	666
13.10.1	Menschenorientierung	666
13.10.2	Ethik – Grundsätze und Leitlinien	666
13.10.3	Ingenieurpsychologie	667
13.10.4	Konstruktionsstrategie für Gerontik-Produkte	667
13.10.5	Grundlagen Design	669
13.10.6	Design und Ergonomie	669
13.10.7	Grundlagen Ergonomie	669
13.10.8	Arbeitsgestaltung	670
13.10.9	Strategie für frugale Produkte	671
13.10.10	Strategien gegen Obsoleszenz	671
13.10.11	Reparatureignung von Produkten	672
13.10.12	Agile Produktentwicklung	672
13.10.13	Wertschöpfung und Verschwendung	673
13.10.14	Biologisierung – Bioökonomie	673
13.10.15	Nachhaltigkeit	673
13.11	Maschinenelemente	674

	Sachwortverzeichnis	675
---	----------------------------------	------------