

1	Einleitung	1
	Albert Albers und Bernd Sauer	
1.1	Ausgangssituation und Spannungsfeld der Produktentwicklung	3
1.2	Der allgemeine Problemlösungsprozess	6
1.3	Allgemeines Modell der Produktentwicklung	8
1.4	Produktplanung, Entwicklungsauftrag, Ziele und Anforderungen	9
1.5	Konstruktionselemente als Referenzsystemelemente	12
1.6	Die Verantwortung von Konstrukteuren	14
1.7	Ziele des Buches	14
	Literatur	15
2	Normen, Toleranzen, Passungen und Technische Oberflächen	17
	Erhard Leidich und Ludger Deters	
2.1	Normung	18
2.1.1	Erstellen von Normen	20
2.1.2	Stufung genormter Erzeugnisse, Normzahlen	21
2.1.3	Normen für rechnerunterstützte Konstruktion	23
2.2	Toleranzen, Passungen und Passtoleranzfelder	26
2.2.1	Maß- und Toleranzbegriffe	26
2.2.2	Toleranzfeldlagen	28
2.2.3	Passungen und Passungssysteme	30
2.2.4	Tolerierungsgrundsatz	34
2.2.5	Form- und Lagetoleranzen	38
2.2.6	Beispiele	42
2.3	Tolerierung von Maßketten	47
2.3.1	Grundlagen	47
2.3.2	Maßketten bei vollständiger Austauschbarkeit	48
2.4	Technische Oberflächen	53
2.4.1	Aufbau technischer Oberflächen	53

2.4.2	Geometrische Oberflächenbeschaffenheit	55
2.4.3	Oberflächenangaben in Zeichnungen	68
	Literatur.	72
3	Grundlagen der Festigkeitsberechnung	75
	Bernd Sauer	
3.1	Einführung	76
3.2	Belastungen, Schnittlasten und Beanspruchungen	77
3.2.1	Zugbelastung	78
3.2.2	Druckbelastung	83
3.2.3	Biegebelastung	84
3.2.4	Schubbelastung	86
3.2.5	Torsionsbelastung	89
3.2.6	Zusammengesetzte Beanspruchung	92
3.2.7	Knickung und Knickbeanspruchung, Beulen	96
3.2.8	Hertzsche Pressung	100
3.3	Werkstoffverhalten und Werkstoffe	106
3.3.1	Werkstoffverhalten bei statischer Beanspruchung	107
3.3.2	Werkstoffverhalten im Bauteil bei statischer Beanspruchung	110
3.3.3	Werkstoffverhalten bei dynamischer Beanspruchung	120
3.3.4	Werkstoffverhalten im Bauteil bei dynamischer Beanspruchung	127
3.4	Dimensionierung und Festigkeitsnachweis	135
3.4.1	Bewertungskonzepte	136
3.4.2	Berechnungsbeispiel	145
3.5	Anhang	149
3.5.1	Werkstoffdaten	149
3.5.2	Biegefälle	155
3.5.3	Ableitung Sicherheitsformel	160
	Literatur.	161
4	Gestaltung technischer Systeme/Produktgestaltung	163
	Albert Albers	
4.1	Grundlagen technischer Systeme und Elemente	165
4.1.1	Funktionale Betrachtung	166
4.1.2	Strukturelle Betrachtung	167
4.1.3	Hierarchische Betrachtung	168
4.1.4	Anwendungsbeispiel Motor-Getriebe-Einheit	168
4.1.5	Auswirkungen der systematischen Betrachtung auf den Entwicklungsprozess	170
4.2	Grundlagen der Gestaltung von Systemen und Elementen	171
4.2.1	Modellieren von Prinzip und Gestalt im Gestaltungsprozess	172
4.2.2	Iteratives Modellieren von Prinzip und Gestalt	176

4.2.3	Modell des Gestalt-Funktions-Zusammenhangs	177
4.3	Grundregeln der Gestaltung	178
4.3.1	Eindeutig	179
4.3.2	Einfach	180
4.3.3	Sicher	181
4.4	Gestaltungsprinzipien	185
4.4.1	Prinzipien der Kraft- und Energieleitung	185
4.4.2	Prinzipien der Aufgabenteilung	189
4.4.3	Prinzip der Selbsthilfe	190
4.4.4	Prinzip der Stabilität und Bistabilität	192
4.5	Gestaltungsrichtlinien	193
4.5.1	Konstruktionsbezogene Gestaltungsrichtlinien	193
4.5.2	Fertigungsbezogene Gestaltungsrichtlinien	193
4.5.3	Gebrauchsbezogene Gestaltungsrichtlinien	202
	Literatur	204
5	Elastische Elemente, Federn	207
	Albert Albers	
5.1	Allgemeine Grundlagen zu Federn	209
5.1.1	Wirkprinzipien von Federn	209
5.1.2	Eigenschaften	210
5.1.3	Zusammenschaltung von Federn	215
5.1.4	Das Feder-Masse-Dämpfer-System	218
5.1.5	Federwerkstoffe und Werkstoffbehandlung	219
5.1.6	Klassierung und Bauarten	223
5.2	Zug-/Druckbeanspruchte Federn	225
5.2.1	Stabfedern	226
5.2.2	Ringfedern	227
5.2.3	Luftfedern	232
5.3	Biegebeanspruchte Federn	235
5.3.1	Blattfedern	235
5.3.2	Gewundene Biegefedern	238
5.3.3	Tellerfedern	241
5.4	Torsionsbeanspruchte Federn	246
5.4.1	Drehstabfedern	246
5.4.2	Schraubenfedern	248
5.5	Schubbeanspruchte Federn	260
5.5.1	Elastomerfedern	260
5.6	Konstruktion mit Federn	263
5.6.1	Auswahlkriterien und Vorgehensweise	263
5.6.2	Anwendungsbeispiele	264
	Literatur	270

6	Schrauben und Schraubenverbindungen	275
	Bernd Sauer	
6.1	Wirkprinzip der Schraube	277
6.2	Gewindeformen, Schrauben, Muttern	283
6.2.1	Befestigungsgewinde	286
6.2.2	Gewinde für Rohre, Fittings und Armaturen	286
6.2.3	Bewegungsgewinde	290
6.2.4	Sondergewinde für Spezialschrauben (Auswahl)	291
6.2.5	Befestigungsschrauben	292
6.2.6	Muttern und Zubehör	298
6.3	Herstellung und Werkstoffe	300
6.3.1	Werkstoffe für Schrauben und Muttern	303
6.3.2	Beschichtungen	305
6.3.3	Festigkeit von Schrauben und Schraubenverbindungen	306
6.4	Dimensionierung und Berechnung	315
6.4.1	Berechnungsgrundlagen und Modellbildung	316
6.4.2	Die vorgespannte Einschraubenverbindung	319
6.4.3	Die belastete Schraubenverbindung	328
6.4.4	Systematische Berechnung der Schraubenverbindung	343
6.5	Montage der Schraubenverbindung	355
6.5.1	Montage durch Anziehen	355
6.5.2	Montage durch Anspannen	361
6.6	Gestaltung von Schraubenverbindungen	362
6.6.1	Anordnung von Schraubenverbindungen	363
6.6.2	Gewährleistung und Erhöhung der Tragfähigkeit	367
6.6.3	Sicherung der Schraubenverbindungen	376
6.7	Bewegungsschrauben	381
6.7.1	Bauformen	381
6.7.2	Berechnung	382
6.8	Anhang	384
	Literatur	386
7	Achsen und Wellen	393
	Erhard Leidich	
7.1	Funktion, Bauformen	394
7.2	Berechnung von Wellen und Achsen	394
7.2.1	Belastungsgrößen und -verläufe	394
7.2.2	Vordimensionierung	399
7.2.3	Festigkeitsberechnung	402
7.3	Kontrolle der Verformungen	405
7.3.1	Formänderungen und deren Wirkung, zulässige Werte	405
7.3.2	Berechnung der Verformung infolge Biegebeanspruchung	407

7.3.3	Berechnung der Verformung infolge Torsionsbeanspruchung	409
7.4	Dynamisches Verhalten der Wellen (und Achsen)	410
7.4.1	Schwingungen an Wellen	410
7.4.2	Biegeschwingungen	411
7.4.3	Drehschwingungen	416
7.4.4	Auswuchten	418
7.5	Gestaltung von Achsen und Wellen	421
7.5.1	Allgemeines	421
7.5.2	Normen zu Gestaltungsdetails	422
	Literatur	427
8	Verbindungselemente und -verfahren	429
	Bernd Sauer	
8.1	Grundlagen und Einführung	430
8.1.1	Einteilung der Verbindungselemente	430
8.1.2	Anwendungsgesichtspunkte von Verbindungselementen	431
8.1.3	Nichtlösbare Verbindungsverfahren	432
8.2	Schweißen	432
8.2.1	Funktion und Aufgaben von Schweißverbindungen	433
8.2.2	Schweißverfahren	434
8.2.3	Schweißbarkeit der Werkstoffe	437
8.2.4	Schweißstöße und Schweißnahtvorbereitung	443
8.2.5	Schweißnahtgüte, Gütesicherung	446
8.2.6	Gestalt und Bauarten von Schweißkonstruktionen	447
8.2.7	Berechnung von Schweißnähten	453
8.3	Klebverbindungen	469
8.3.1	Adhäsion	470
8.3.2	Kohäsion	471
8.3.3	Oberflächeneigenschaften	472
8.3.4	Klebstoffe	474
8.3.5	Gestaltung von Klebverbindungen	476
8.3.6	Berechnung von Klebverbindungen	481
8.3.7	Langzeitverhalten	485
8.4	Lötverbindungen	487
8.4.1	Lote	488
8.4.2	Vorbehandlung der Fügeflächen	490
8.4.3	Lötvorgang und Lötverfahren	490
8.4.4	Gestaltung von Lötverbindungen	492
8.4.5	Berechnung von Lötverbindungen	495
8.5	Nietverbindungen	495
8.5.1	Nietwerkstoffe	496
8.5.2	Nietformen und Nietverfahren	499

8.5.3	Berechnung von Nietverbindungen	503
8.6	Weitere Elemente zum Kaltfügen von Bauteilen	509
8.6.1	Durchsetzfügen	509
8.6.2	Schnappverbindungen	510
	Literatur.	512
9	Welle-Nabe-Verbindungen	519
	Erhard Leidich	
9.1	Funktion.	520
9.2	Formschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen.	521
9.2.1	Stift-Verbindungen.	522
9.2.2	Passfeder-Verbindungen.	525
9.2.3	Profilwellenverbindungen	532
9.3	Reibschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen	545
9.3.1	Zylindrische Pressverbindungen	549
9.3.2	Kegelpressverbindungen	567
9.3.3	Spannelementverbindungen.	575
9.3.4	Dauerfestigkeit von Pressverbindungen.	585
9.4	Stoffschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen	590
9.4.1	Geklebte Welle-Nabe-Verbindungen	590
9.4.2	Gelötete Welle-Nabe-Verbindungen	595
	Literatur.	596
	Autorenkurzbiographien	601
	Stichwortverzeichnis.	605