

Inhalt

Vorwort	XXI
Der Autor	XXIII
1 Struktur – Eigenschaftsbeziehungen der Polymere	1
1.1 Übersichten	1
1.2 Konstitution und Konfiguration der Makromoleküle	4
1.2.1 Zusammensetzung, Größe und Gestalt der Makromoleküle	4
1.2.2 Zwischenmolekulare Kräfte (ZMK)	9
1.2.3 Chemische Struktur thermoplastischer Polymere	11
1.2.4 Nomenklatur und Kurzzeichen spezieller Polymergruppen	18
1.3 Konformation und Aggregation der Makromoleküle	19
1.3.1 Einführung	19
1.3.2 Molekulare und morphologische Ordnungsstrukturen ..	21
1.3.3 Thermische Zustandsänderungen der Polymere	24
1.3.4 Vernetzungsstrukturen der Polymere	26
1.3.5 Abmessungsbereiche molekularer und morphologischer Strukturelemente	29
1.3.6 Löslichkeit und Quellbarkeit der Polymere	30
1.4 Dilatometrisches und mechanisches Eigenschaftsbild der Kunststoffe	31
1.4.1 Thermische Zustände und Übergangsbereiche von Polymeren (außer LCP)	31
1.4.2 p-v-T-Verhalten von Thermoplasten	32
1.4.3 Bereiche mechanischer und dilatometrischer Eigenschaften der Polymere (außer LCP)	33

1.4.4	Orientierung molekularer und morphologischer Strukturen durch Reck- und Fließprozesse	34
1.4.5	Zeitabhängiges Deformationsverhalten der Polymere ...	35
1.5	Stoffliche Modifizierung der Polymere	36
1.5.1	Funktionsadditive und chemische Modifizierung	36
1.5.2	Füll- und Verstärkungsstoffe	38
1.5.3	Schaumstoffe	41
1.5.4	Äußere Weichmachung und Brennbarkeitsminderung ..	43
1.5.5	Polymermischungen und Werkstoffkombinationen	44
2	Systematische Kunststoffauswahl für Formstoffe	49
2.1	Übersicht	49
2.1.1	Gliederung der Anforderungen	50
2.1.2	Werkstoffentscheidung	50
2.1.3	Software zur Kunststoffvorauswahl	52
2.2	Einführung zur Kunststoffauswahl	52
2.2.1	Richtlinien für die Kunststoffvorauswahl	52
2.2.2	Übergeordnete Polymerstrukturmatrix und Beständigkeitskriterien der Kunststoffe	53
2.3	Medienbeständigkeit und Wasseraufnahme	57
2.3.1	Medienbeständigkeit (ohne Spannungsrißbildung)	57
2.3.2	Bewertung der Medienbeständigkeit (ohne Spannungsrißbildung)	60
2.3.3	Wasseraufnahme	62
2.4	Wärmealterungsbeständigkeit und hydrothermische Beständigkeit	64
2.4.1	Wärmealterungsbeständigkeit	64
2.4.2	Hydrothermische Beständigkeit	68
2.5	Strahlenbeständigkeit und Witterungsbeständigkeit	68
2.5.1	Strahlenbeständigkeit	68
2.5.2	Witterungsbeständigkeit	70
2.6	Werkstoffdichte und Kohäsionsenergiedichte	72
2.6.1	Werkstoffdichte	72
2.6.2	Kohäsionsenergiedichte	72
2.7	Steifigkeit/Härte und Wärmedehnung	73
2.7.1	Steifigkeit/Härte	73
2.7.2	Wärmedehnung	77

2.8	Wärmeformbeständigkeit, Kriechneigung und mechanische Dämpfung	78
2.8.1	Wärmeformbeständigkeit	78
2.8.2	Kriechneigung der Kunststoffe	83
2.8.3	Mechanische Dämpfung	83
2.9	Umgebungsbedingte Spannungsrißbildung (ESC)	84
2.9.1	Spannungsrißbildung (ESC) im Zusammenhang mit der Kunststoffvorauswahl	84
2.9.2	Phänomen	85
2.9.3	Rißbildungarten	86
2.9.4	Umgebungsbedingungen	87
2.9.5	Medienaktivität bei Thermoplasten	88
2.9.6	Richtwertbereiche kritischer Dehnungen aus Prüfungen in Luftumgebung	90
2.10	Dehnbarkeit und Schlagzähigkeit	91
2.10.1	Einleitung	91
2.10.2	Dehnbarkeit	92
2.10.3	Schlagzähigkeit	93
2.11	Reibung und Verschleiß	94
2.11.1	Einleitung	94
2.11.2	Gleitreibungskoeffizient (μ)	95
2.11.3	Verschleiß	96
2.12	Lichtdurchlässigkeit (Transparenz)	98
2.13	Brennbarkeit und Verbrennungsenthalpie	99
2.13.1	Einleitung	99
2.13.2	Brennbarkeit	99
2.13.3	Verbrennungsenthalpie (unterer Heizwert)	101
2.14	Elektrisches Isoliervermögen und elektrostatische Aufladbarkeit	104
2.15	Dielektrische Verluste und Kriechstromfestigkeit	105
2.15.1	Dielektrische Verluste	105
2.15.2	Kriechstromfestigkeit	107
2.16	Wärmeleitung	109
2.16.1	Einleitung	109
2.16.2	Bereiche und Vergleichswerte von Wärmeleitzahlkennwerten bei 23 °C	110
2.16.3	Auswahlaspekte	110
2.16.4	Berechnung der Wärmeleitkennzahlen von Kunststoffen mit festen Zusatzstoffen	111
2.16.5	Wärmeübertragung bei Kontakt von Feststoffschichten	112

2.17	Maßhaltigkeit von Kunststoff-Formteilen	113
2.17.1	Einleitung	113
2.17.2	Verarbeitungsschwindung (VS) von Kunststoff-Formmassen	114
2.17.3	Toleranzgruppen (TG) als Bewertungsmaßstab der Fertigungsgenauigkeit nach DIN 16742 und DIN ISO 20457	116
2.17.4	Anwendungsbedingte Maßänderungen	118
2.18	Klimadaten für technische Anwendungen	123
2.18.1	Einleitung	123
2.18.2	Klimabegriffe und Klimagrößen	123
2.18.3	Klimadaten für Freiluftklimamodelle	125
2.18.4	Klimadaten für Raumklimamodelle	126
2.18.5	Kennzeichnung der Freiluftklimagebiete der Erde	126
2.18.6	Bestimmung der klimaabhängigen Wassersättigungskonzentration für Kunststoffe und andere Werkstoffe	129
2.19	Demonstrationsbeispiel zur Kunststoffvorauswahl	129
3	Überschlägige Bestimmung deformationsmechanischer Kennwerte von Kunststoffen	131
3.1	Einführung	131
3.2	Abschätzmethoden	136
3.2.1	Basisdaten aus Normprüfung kohärenter Kompaktstoffe	136
3.2.2	Zeitverlaufsarten (ZVA)	137
3.2.3	Reduktionsfaktoren (F)	138
3.2.4	Linearitätsfaktoren, Deformationskennwerte, zulässige Spannungen	140
3.2.5	Gewaltbruchsicherheit	141
3.3	Ausgewählte Stützkernstoffe für Verbundkonstruktionen	142
3.3.1	Einleitung	142
3.3.2	Homogene Polyurethanhartschaumstoffe (PUR-HS)	142
3.3.3	Papierwabenstoffe	143
3.4	Strukturschaumstoffe (Integralschaumstoffe)	144
3.4.1	Einleitung	144
3.4.2	Bestimmung des Ersatzursprungsmodul E_{R0} für flächige Strukturschaumstoffbauteile	145
3.5	Bestimmung des wirtschaftlichen Fasergehalts mechanisch beanspruchter Verbundkunststoffe (Composite)	147

4	Nachweis der Knick-, Kipp- und Beulstabilität für Leichtbaukonstruktionen	151
4.1	Berechnungsgrundlagen	151
4.1.1	Einleitung	151
4.1.2	Basisgleichungen für die Stabilitätsnachweise	152
4.2	Biegedrillknicken von geraden Stäben und Trägern	154
4.2.1	Einleitung	154
4.2.2	Einspannfälle und Einspannwerte für das Biegeknicken	155
4.2.3	Querschnittskennwerte	156
4.2.4	Stabknicken durch mittige und richtungstreue Axialdruckkräfte	157
4.2.5	Kippen biegebeanspruchter Träger	158
4.2.6	Berechnungsparameter für Kippbeanspruchung	159
4.2.7	Scheitelknicken biegebeanspruchter Träger mit Hohlzylinderquerschnitt	162
4.2.8	Örtliches Beulen von Stäben (Profilen) mit Querschnitten aus dünnwandigen Scheiben bei Axialdruckbelastung	162
4.2.9	Berechnungsbeispiel zum örtlichen Scheibenbeulen	167
4.3	Beulen von Platten und Plattenstreifen	169
4.3.1	Einleitung	169
4.3.2	Beulen von Rechteckplatten durch einachsige Druckbeanspruchung	169
4.3.3	Beulen isotroper Platten durch konstante Randdruckspannungen	171
4.3.4	Beulen von Rechteckplatten durch konstante Randschubspannungen	172
4.4	Beulen oder Knicken dünnwandiger Schalen	173
4.4.1	Einleitung	173
4.4.2	Beulen oder Drillknicken dünnwandiger Hohlzylinder durch Torsionsbeanspruchung	174
4.4.3	Beulen oder Knicken dünnwandiger Hohlzylinder durch Axialdruckbeanspruchung und/oder Biegebeanspruchung	176
4.4.4	Beulen dünnwandiger Hohlzylinder durch Radialdruckbeanspruchung (Manteldruck)	178
4.4.5	Beulen oder Knicken dünnwandiger Hohlzylinder durch kombinierte Beanspruchung	179
4.4.6	Beulen und Knicken von Kegelschalen	180
4.4.7	Beulen offener Zylinderschalen durch Axialdruckbeanspruchung	181

4.4.8	Beulen dünnwandiger Hohlzylinder durch Radialdruckbeanspruchung bei elastischer Außenbettung	182
4.4.9	Beulen ringversteifter Hohlzylinder durch Radialdruckbeanspruchung (Manteldruck)	183
4.4.10	Beulen von Hohlzylindern mit profilierten und/oder mehrschichtigen Wänden durch Radialdruckbeanspruchung (Manteldruck) bei bekannter Ringsteifigkeit	186
4.4.11	Beulen dünnwandiger und isotroper Kugelschalen durch radiale Druckbeanspruchung	187
4.5	Stabilitätsnachweise für Stützkernverbundbauteile (Sandwichkonstruktionen)	188
4.5.1	Einleitung und Voraussetzungen	188
4.5.2	Örtliches Beulen bei Stützkernverbundbauteilen	189
4.6	Berechnungsbeispiele	190
5	Bestimmung von Wärmeübergangszahlen für Wärmeübertragungsvorgänge der Polymerverarbeitung und -anwendung	193
5.1	Problemabgrenzung und Zielbestimmung	193
5.2	Stoffkennwerte für die Wärmeübergangsrechnung	195
5.2.1	Stoffdaten für Wärmeträgermedien	195
5.2.2	Emissionsgrade wärmeabstrahlender Körperoberflächen (Graustrahler)	198
5.3	Thermische und rheologische Randbedingungen der Wärmeübergangsrechnung	200
5.4	Ähnlichkeitskennzahlen des konvektiven Wärmeübergangs ...	203
5.5	Wärmeübergangszahlen für durchströmte Kanäle	205
5.5.1	Kanalgrundformen	205
5.5.2	Bestimmungsgrößen der Kanäle	207
5.5.3	Nußeltgleichungen	208
5.5.4	Querschnittsabhängige Kennwerte und Thermikfaktoren	210
5.5.5	Oberflächenzustand und Sandraufigkeitskennwerte der Kanäle	212
5.6	Wärmeübergangszahlen für Einzelkörper in isothermer Umgebung	214
5.6.1	Umgebungsmodell und Berechnungskonzept	214
5.6.2	Wärmeübergangszahlen durch freie und erzwungene Konvektion	216

5.6.3	Wärmeübergangszahlen durch Wärmeleitung in das Konvektionsmedium	218
5.6.4	Äquivalente Wärmeübergangszahlen durch Wärmestrahlung	219
5.7	Wärmeübergangszahlen für Filmkondensation von Wasserdampf	220
5.8	Wärmeübergangszahlen für geschlossene Spaltquerschnitte mit Fluidfüllung	221
5.9	Äquivalente Wärmeübergangszahlen durch Rippenwirkung von Aufspannplatten	223
5.10	Anwendungsbeispiele	225
6	Ausgewählte rheologische Grundlagen für Thermoplastschmelzen	227
6.1	Scherströmung und Stoffansätze	227
6.1.1	Einleitung	227
6.1.2	Rheologische Stoffansätze für stationäres Scherfließen strukturviskoser Fluide ohne Fließgrenze	229
6.1.3	Abnahme der Viskosität und Vergrößerung der entropieelastischen Rückverformungskräfte durch strömungsbedingte Molekülorientierung	232
6.2	Rheologische Bestimmungsgrößen und Strömungsverlaufsformen	233
6.2.1	Druckströmung in beheizten Kanälen (z. B. Extrusion)	233
6.2.2	Scherströmung mit Randschichterstarrung (z. B. Spritzgießen)	234
6.2.3	„Strömungslegenden“ bei volumetrischer Werkzeugfüllung durch Quellströmung	235
6.2.4	Überlagerung von Scher- und Dehnströmungen beim Spritzgießen	236
6.3	Bestimmung der rheologisch repräsentativen Fluidtemperatur bei Druckströmungen	237
6.3.1	Aufgabenstellung und Berechnungsmodell	237
6.3.2	Strömungstemperaturfeld ohne Randschichterstarrung	237
7	Grundlagen des werkstofflichen Recycling von Kunststoffen	239
7.1	Entsorgungsmethoden und Stoffkreisläufe	239
7.1.1	Entsorgungsmethoden	239

7.1.2	Stoffkreisläufe der Kunststoffverarbeitung und -anwendung	241
7.1.3	Verarbeitungskreislaufmodell für die Ermittlung zulässiger Rezyclatanteile	241
7.1.4	Ausgewählte Veröffentlichungen zum Thema	242
7.2	Werkstoffliche Voraussetzungen für Kunststoffrecycling und Regeln für das recyclingorientierte Entwickeln von Kunststoffteilen	243
7.2.1	Eigenschaftsänderung der Kunststoffe bei Verarbeitung und Anwendung	243
7.2.2	Regeln und Richtlinien für das recyclingorientierte Entwickeln von Kunststoffteilen	244
7.3	Wiederverarbeitungsstrategien für Thermoplastrezyclat in geschlossenen Verarbeitungskreisläufen	246
7.3.1	Minimalstrategie: Kein Rezyclatzusatz bzw. nur geringe Rezyclatanteile zum Originalmaterial	246
7.3.2	Blendstrategie: Eigenschaftsoptimierte Mischung aus Rezyclat und Originalmaterial	246
7.3.3	Maximalstrategie: Kein Originalmaterialzusatz zum Rezyclat	247
7.4	Mathematische Modellierung der Verarbeitungskreisläufe	248
7.4.1	Materialzusammensetzung der Fertigteile in Verarbeitungskreisläufen (Beispiel)	248
7.4.2	Eigenschaftsaddition	249
7.5	Demonstrationsbeispiele	251
8	Orientierende Wirtschaftlichkeitsvergleiche für Fertigungsvarianten zur Herstellung von Spritzgieß- und Pressteilen ...	255
8.1	Einführung	255
8.1.1	Zielstellung	255
8.1.2	Voraussetzungen und Handhabung	255
8.2	Bestimmung von Basisdaten für Fertigungsvarianten	257
8.2.1	Verfahrenszuordnung und Fertigungsstückzahlen	257
8.2.2	Verfügbare Maschinenlaufzeit und Ausschussabschätzung	258
8.2.3	Arbeitsplatzstruktur, Maschinenbelegung und Maschinenbedienung	258
8.3	Abschätzung der Verschleißstandzahl für Spritzgieß- und Presswerkzeuge	260
8.3.1	Einleitung	260

8.3.2	Abschätzkonzept für die Verschleißstandzahl	260
8.3.3	Kompliziertheit des Werkzeugaufbaus (a_1)	261
8.3.4	Mechanische Werkzeugbeanspruchung (a_2)	262
8.3.5	Verschleißwiderstand der Werkzeugkonturteile (a_3)	262
8.3.6	Konturoberflächenbeschaffenheit (a_4)	263
8.3.7	Fertigungstoleranzforderungen (a_5)	263
8.3.8	Abrasionsverschleiß durch Polymerschmelzen (a_6)	264
8.4	Überschlägige Berechnung von Maschinenstundensätzen für Spritzgießmaschinen und Pressen	265
8.4.1	Einleitung	265
8.4.2	Maschinenteilkostensatz	265
8.4.3	Raumnutzungsteilkostensatz	266
8.4.4	Energieteilkostensatz	267
8.5	Kalkulation der Vergleichsstückkosten	268
8.5.1	Berechnungskonzept	268
8.5.2	Materialkosten (K'_M)	269
8.5.3	Fertigungskosten (K'_F)	270
8.5.4	Werkzeugkosten (K'_W)	270
8.5.5	Ausschuss- und Qualitätssicherungskosten	271
8.6	Bestimmung optimaler Werkzeugfachzahlen, des Werkzeugbedarfs und der Maschinenbelegungszeit	271
8.6.1	Einleitung	271
8.6.2	Berechnung der optimalen Fachzahl	272
8.6.3	Werkzeugbedarf und Maschinenbelegungszeit	273
8.7	Bestimmung gewinnoptimaler Losgrößen	274
8.8	Strukturierung zeitlicher Fertigungsabläufe in der kunststoffverarbeitenden Industrie (kvi)	275
8.9	Demonstrationsbeispiel	277
9	Bestimmung der Zykluszeit für das Thermoplastspritzgießen	281
9.1	Einführung	281
9.2	Polymer- und Zusatzstoffdatei	283
9.3	Stoffdaten der Formmassen und Werkzeugkonturwerkstoffe ...	292
9.4	Spritzlinggeometrie	294
9.5	Auswahl der Verarbeitungsparameter nach Qualitätsanforderungen und rheologischen Bedingungen	308
9.5.1	Werkzeugtemperierung	308
9.5.2	Massetemperatur (Θ_M) und Einspritzdruck (p_S)	310

9.5.3	Entformungstemperatur	310
9.5.4	Festlegung der Werkzeugkonturtemperatur bei Einspritzbeginn (ϑ_w)	313
9.5.5	Mehrkomponentenspritzgießen	313
9.6	Kühlzeitberechnungsgleichungen	314
9.7	Zykluszeitberechnung	315
9.8	Berechnungsbeispiele	316
10	Berechnung von Kunststoffstirnradgetrieben	319
10.1	Berechnungsgegenstand	319
10.2	Werkstoffdaten	322
10.2.1	Basisdaten für Kunststoffe und Metalle	322
10.2.2	Maximal zulässige Zahnflankentemperatur ($\vartheta_{F\max}$)	324
10.2.3	Bestimmung des Reibungskoeffizienten (μ)	324
10.2.4	Steifigkeits- und Festigkeitsdaten für Kunststoffe (E_K , v_K , σ_{FP} , σ_{HP})	325
10.3	Zahnradberechnung	326
10.3.1	Geometrie- und Betriebsdaten	327
10.3.2	Zahnradspannungen und -verformungen sowie thermische Funktionsparameter einschließlich Sicherheitsnachweise	329
10.4	Berechnungsbeispiele	333
11	Berechnung und Gestaltung von Schnappverbindungen	339
11.1	Verbindungsprinzip und Verbindungsarten	339
11.2	Konstruktionshinweise	341
11.3	Rastelemente und Werkstoffdaten	342
11.3.1	Geometrie und Reibkraftübersetzung von Rastelementen	342
11.3.2	Reibungskoeffizient, Deformationsmechanik, Festigkeitsnachweis	344
11.4	Funktionsnachweis für Torsionsschnappverbindungen	344
11.4.1	Berechnungskonzept	344
11.4.2	Torsionsfederquerschnittskennwerte	345
11.4.3	Geometrisches Modell und Belastungsschema	346
11.4.4	Festigkeitsnachweis und Betriebskraftberechnung	346
11.5	Funktionsnachweise für Biegeschnappverbindungen einschließlich segmentierter Zylinderschnappverbindungen	347

11.5.1	Berechnungskonzept	347
11.5.2	Flächenträgheitsmomente, Querschnittsflächen und Randfaserabstände typischer Biegefederquerschnitte . .	348
11.5.3	Funktionsnachweis für gerade Biegefedern (Kragträger)	349
11.5.4	Funktionsnachweis für gekrümmte Biegefedern (Bogenträger)	351
11.6	Funktionsnachweise für geschlitzte Zylinderschnappverbindungen	352
11.6.1	Berechnungskonzept	352
11.6.2	Geometrisches Modell und Belastungsschema	352
11.6.3	Festigkeitskontrolle am Innenrand (Einspannstelle in Abbildung: ---)	353
11.6.4	Füge- und Lösekraft	353
11.7	Funktionsnachweise für geschlossene Zylinderschnappverbindungen	353
11.7.1	Berechnungskonzept	353
11.7.2	Geometrisches Modell und Belastungsschema	354
11.7.3	Deformationsmechanische Werkstoffkennwerte	355
11.7.4	Festigkeitsnachweise	356
11.7.5	Füge- und Lösekraftberechnung	357
11.7.6	Stabilitätsnachweis für den Fügevorgang geschlossener Zylinderschnappverbindungen	357
11.8	Funktionsnachweise für geschlossene Kugelschnappverbindungen	357
11.8.1	Berechnungskonzept	357
11.8.2	Geometrisches Modell und Belastungsschema	358
11.8.3	Festigkeitskontrolle für Einführungszone sowie Füge- und Lösekraftberechnung	358
11.9	Gestaltungsbeispiele	359
11.9.1	Entformung von funktionsbedingten Hinterschneidungen	359
11.9.2	Verringerung der Hakenbeanspruchung und vereinfachte Montagemöglichkeiten durch Mehrfachhaken	360
11.9.3	Schnapphakengestaltung zur Reduzierung von Füge- und Lösekräften und zur Vermeidung unzulässiger Scherdeformationen	362
11.9.4	Werkzeugtechnisch günstige Gestaltung von Schnappverbindungen	364
11.9.5	Clip-Variationen	365

11.9.6	Geschlossene Zylinderschnappverbindungen (Ringschnappverbindungen) für große Lösekräfte	365
11.9.7	Verformungsbegrenzung und Sicherung von Schnappverbindungen	366
11.9.8	Schnappverbindungen als Verschlusselemente	368
11.9.9	Gestaltung von Kugelschnappverbindungen	369
11.9.10	Funktionskombinationen für Schnappverbindungen ...	370
11.9.11	Bildquellen	371
11.10	Berechnungsbeispiele	371
12	Berechnung von biegebeanspruchten Platten und Plattenstreifen	379
12.1	Einführung	379
12.1.1	Aufgabenstellung	379
12.1.2	Werkstoffdaten	380
12.2	Membranplattenberechnung	380
12.2.1	Kreismembranplatten mit gleichverteilter Druckbeanspruchung	380
12.2.2	Rechteckmembranplatten mit gleichverteilter Druckbeanspruchung und gleicher Randeinspannung am Umfang	382
12.3	Gestaltung und Berechnung versteifter Plattenstreifen und gerader Träger	385
12.3.1	Rippengestaltung und Bemessungsrichtwerte für Formteile	385
12.3.2	Zielstellung und Anwendungsbereiche für Plattenstreifen	386
12.4	Berechnung von biegesteifen Verbundplattenstreifen	388
12.4.1	Einleitung und Voraussetzungen	388
12.4.2	Berechnungsgleichungen für biegebeanspruchte Verbundplattenstreifen	389
12.5	Berechnungsdaten für ausgewählte Biegelastfälle	391
12.5.1	Maximales Biegemoment (M_{bmax}) und maximale Querkraft (Q_{max}) sowie Konstanten g und z für ausgewählte Biegelastfälle gerader Träger und Plattenstreifen	391

12.5.2	Gleichförmig gekrümmter Haken mit Kreisquerschnitt unter Zugbelastung	392
12.6	Berechnungsbeispiele	392
13	Berechnung und Gestaltung zylindrischer Pressverbindungen	397
13.1	Einführung	397
13.1.1	Verbindungsprinzip und Fügebedingungen	397
13.1.2	Haftriebungskoeffizient und Werkstoffdaten	399
13.1.3	Toleranzdaten und Belastungsgrößen	400
13.2	Bestimmung von Fugenpressung und Übermaß	402
13.2.1	Passungssysteme nach DIN EN ISO 286 und Näherungswerte für Pressfugendurchmesser	402
13.2.2	Bestimmung der Fugenpressung	403
13.2.3	Anwendungsbedingte Maßverschiebungen und Maßstreuungen der Passteile	405
13.2.4	Bestimmung und Tolerierung der Fügedurchmesser durch Passungsberechnung nach DIN EN ISO 286 (2010)	406
13.3	Einpresskräfte und Stabilitätsnachweise	408
13.3.1	Einpresskräfte (F_E)	408
13.3.2	Beulstabilitätsnachweise	409
13.4	Berechnungsbeispiel	410
Index	413