

HANSER

Markus Stommel, Marcus Stojek, Wolfgang Korte

FEM zur Berechnung von Kunststoff- und Elastomerbauteilen

ISBN: 978-3-446-42124-0

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser.de/978-3-446-42124-0>

sowie im Buchhandel.

Index

Symbole

- 1-Wert 270
- 2½D Konzept 252
- 3D-Konzept 253
- 3σ -Grenze 270
- 4.5σ -Grenze 270

A

- Abminderungsfaktor 141, 142, 143, 144, 146, 147, 148, 149, 150, 152, 176
- Advari-Tucker-Modell 52
- aktiv (Freiheitsgrad) 239
- Alterung 127, 133, 134, 143, 161
- Amplitude 264
- Animation 301
- Anisotropieachse 169, 172
- Anregungsfrequenz 262
- Ansatzfreiwert 126
- Ansatzfunktion 206
- Anstrengungsfaktor 172, 173, 176
- aperiodischer Grenzfall 267
- Äquipotenzialbedingung 124
- Äquipotenzialfläche 124
- Arbeitsaufnahmevermögen 134
- Arrhenius-Beziehung 39
- Arruda-Boyce-Modell 79
- artificial strain energy 241, 301
- Aspektverhältnis 243, 289
- Auftretenswahrscheinlichkeit 269
- Auslastungsgrad 172
- Auslegung 121
- äußere Gestalt 235
- Auswertung 278
- Autokorrelationsfunktion 264
- Averaging 302
- axialsymmetrisches Element 243

B

- Bailey-Norton-Modell 66
 - Balkenelement 215
 - Bauteiltoleranz 278
 - Beanspruchung
 - einmalig, kurzzeitig 144
 - langzeitig 145
 - mehraxial, schwingend 186
 - schwingend 129, 137
 - statisch, kurzzeitig 130
 - statisch, langzeitig 131
 - stoßartig 134
 - zyklisch 147
 - Beanspruchungsgeschwindigkeit 128, 134, 136
 - Beanspruchungszustand, mehraxial 123
 - Belastungsgrenze, zyklisch 140
 - Bemessung 121
 - Bemessungskennwert 142
 - Bernoulli-Balken 244
 - Berstdruckfestigkeit 179
 - Beschleunigung 294
 - Bewertungsmethode 277
 - Biegelast 199
 - Bilanzbetrachtung 301
 - Bindenahrt 148, 149, 259
 - Bindenahtdurchströmung 149
 - breitbandig 266
 - Bruchfläche 168, 169
 - Bruchkriterium, differenzierend, pauschal 170
 - Burgers-Modell 22
- ## C
- Cauchy-Green-Tensor 13
 - Composite-Schale 247
 - Converse 257
 - Crash-Simulation 234
 - Craze 160, 161

D

- Dämpfung 138, 140, 266
- Dämpfungsmatrix 232
- Dämpfungsverhältnis 266
- Deformation, große 184
- Deformationsgeschichte 71
- Dehngeschwindigkeit 45
- Dehnrate 136
- Dehnung 10
 - plastische 130, 163
 - technische 12
 - wahre 12
- Dehnungskristallisation 37
- Dehnungstensor 11
 - deviatorischer Anteil 11
 - hydrostatischer Anteil 11
- Dehnungsüberhöhung 169
- Detaillierungsgrad 285
- Determinante 212
- deterministisch 188, 189
- deviatorisch 153
- Dichte 233
- Dichtungselement 250
- Dimensionierung 121
 - dehnungsbasiert 159
 - energiebasiert 166
 - spannungsbasiert 152
 - von Elastomeren 181
 - von kurtfaserverstärkten Kunststoffen 166
- Dimensionierungsbedingung 123
- Dimensionierungskennwert 121, 123
- direkte Steifigkeitsmethode 210
- discontinuity 304
- Diskretisierung 205, 239
- Diskretisierungsgrad 304
- DOE 190
- dreidimensional 235
- Drillsteifigkeit 239
- Druckabhängigkeit 60
- Druckbeanspruchung 153, 154, 157, 174, 184
- Drucker-Prager-Modell 60
- Druckfestigkeit 157, 158, 172
- Druckunterschied 293
- Druckversuch 92
- Durchbiegung 219
- Duroplast 38, 128, 155, 181

E

- ebenes Dreieckselement 218
- effektive Masse 267
- Effektivwert 265
- Eigenform 261
- Eigenfrequenz 261
- Eigenspannung 149
- eindimensional 235
- Eindringtiefe 295
- Einfluss
 - fertigungsbedingt 149
 - konstruktionsbedingt 150
- Elastizitätskonstante 18
- Elastizitätsmodul 199
- Elastizitätstensor 16
 - isotrop 17
 - orthotrop 18
 - transveral isotrop 19
- Elastomer 35
 - inkompressibles Verhalten 37
- Elementeigenschaft 234
- Elementformulierung 241
- Elementkoordinatensystem 237, 306
- Elementoberseite 305
- Elementqualität 288
- Elementssteifigkeitsmatrix 209
- Elementtyp 234
- Elementtypenbezeichnung 236
- Energieaufnahme, volumenspezifische 134
- Energiebilanz 241, 301
- Ermüdungsfestigkeitsnachweis 121, 122, 177
- Ermüdungsverhalten 140
- Ersatz-E-Modul 53
- Erwartungswert 270
- Eshelby-Tensor 50
- explizite Vorgehensweise 232
- Extrapolation 233, 302

F

- Faseranteil 254
- Faserbruch 168, 170
- Faserdurchmesser 167
- Faserenthaftung 168
- Faserlängenverteilung 167
- Faserorientierung 34
- Faserorientierungsverteilung 51
- Faservolumenanteil 48, 85
- Fast Fourier Transformation (FFT) 264
- Fatigue-Bewertung 277

- Feder-Dämpfer-Ersatzmodell 22
 Federsteifigkeit 208
 Festigkeit 175, 277
 - richtungssabhängige 174
 Festigkeitskennwert
 - zyklischer 141
 Festigkeitsparameter 173
 Findley-Modell 66
 Flächennormale 237
 Flächenträgheitsmoment 201, 245
 Fließen 153, 157, 158, 162, 164
 Fließspannung 55
 Fließzonenbildung 161
 Formänderungsbetrag 181, 182
 Formänderungsenergiebetrag 182
 Formänderungsenergiedichte 76, 134, 135,
 136, 166, 181, 182, 185
 Formfunktion 206, 214, 216, 238
 Fouriertransformierte 264
 Freiheitsgrad 209
 Frequenz 264
 Frequenzbereich 260
 Frequenzgehalt 266
 Frequenzverhältnis 262
 Füllsimulation 251
- G**
 Gauß-Integration 223
 geometrische Nichtlinearität 226
 Geradengleichung 216
 Gesamtpotenzial 210
 Gesamtverlustarbeit 133
 Geschwindigkeitseinfluss 128
 Gestaltenergieänderungshypothese 152
 Gewichtungsfaktor 223
 Glasfaser 237
 Gleichgewichtszustand 210
 Gleitbruch 125, 127
 Gleitung 10
 Grenzdehnung 132, 133, 140, 160, 161,
 162, 164
 Grenzschicht 169
 gRMS-Wert 269
 Größtdehnungshypothese 159, 160, 164, 165
 Gummi 35
- H**
 Haftvermittler 175
 Haigh-Diagramm 137, 139, 177, 184
 Halpin-Tsai-Modell 47
- Hauptfaserorientierungsrichtung 174
 Hauptorientierungsrichtung 52
 HCF 141
 Hexaedervernetzung 287
 Hill-Kriterium 62
 h-Methode 239
 Hookesches Gesetz 164
 Hourglas Moden 241
 Hourglassing 241, 301
 hybrides Element 242
 Hybridmodell 282
 hydrostatisch 153, 157
 Hysteresefläche 32, 133
 Hysterese-Messverfahren 133
 Hysteresis-Messverfahren 138, 139, 140
- I**
 Imaginärteil 269
 implizit 231
 Incompatible Mode Elemente 242
 Ingenieurskonstante 46
 inkompressibel 242
 Inkompresibilität 185
 Innenwinkel 289
 innere Energie 215
 Instabilität 127
 instationär 260
 Integration 206, 222
 Integrationspunkt 222, 223, 302
 Interpolation 206
 Intervallgrenze 223
 Invariante 304
 - Cauchy-Green-Tensor 14
 Invertierung 234
 irreversible Dehnung 55
 isoparametrische Elementformulierung 223
 Iterationsalgorithmus 230
 Iterationsschritt 227, 231
- J**
 Jacobi-Determinante 290
 Johnson-Cook-Modell 59
- K**
 Kautschuk 35
 Kegelkriterium 125, 156
 Kelvin-Voigt-Körper 21
 Kerbe 129, 148, 150, 154, 162, 170
 Kerbgrundbeanspruchung 179, 180, 181
 Kerbschärfe 180

- Kerbschlagbiegeversuch, Charpy 135
 Kerbwirkung 134, 149
 Kinematik 292
 kinetische Energie 299
 Kirchhoff-Schale 246
 Knotensteifigkeit 204
 Knotenverschiebung 204
 Knotenwert 302
 Kompressionsmodul 17, 242
 Konnektivität 237
 konsistentes Einheitensystem 300
 Kontaktproblem 294
 Kontinuumselement 243
 Konvergenzproblem 234
 Konvergenzverhalten 230, 297
 Koordinatensystem 279, 305
 Kriechen 25, 133, 177, 179
 Kriechmodell 65
 Kriechmodul 28, 64
 Kriechmodul/Zeit-Kurve 28
 Kriechverformung 131
 Kriechversagen 132
 Kriechversuch 28
 Kristallisation 25
 kritische Dämpfung 267
 Kunststoff, endlosfaserverstärkt 84
 Kurzglasfaser 34
 Kurzzeitfestigkeit 141, 162
 Kurzzeit-Ursprungs-Modul, Bestimmung 88
 Kurzzeitzugversuch 133, 143, 144, 146, 152, 165, 189
- L**
- Lagrange-Element 238
 - Lamésche Konstante 16
 - Lastspielzahl 137, 141, 175, 176, 177, 189
 - Laststeigerungsversuch 140
 - LCF 141
 - linear 225
 - Linearisierung 263
 - lokales Koordinatensystem 223
- M**
- Mapping 257
 - Masse-Feder-Dämpfer System 262
 - Massenelement 248
 - Massenmatrix 232
 - Masseskalierung 234, 299
 - Materialgesetz 43
 - Materialmodell 43
- elastisch 44
 - elastisch-plastisch 55
 - hyperelastisch 76
 - Klassifizierung 44
 - pseudo-plastisch 179
 - viskoelastisch 67
 - volumenändernder Anteil 82
- Materialverhalten
- anisotrop 166
 - elastisch 19
 - plastisch 20
 - viskoelastisch 21
 - viskos 20
- Matrixbruch 168, 170
- Matrizenbeschreibung 209
- Maximalspannungs-Kriterium 171, 172, 175
- Maxwell-Körper 22
- Medienbelastung 127
- Mehrachsigkeit 129
- Mehrachsigkeitsgrad 154, 155, 158, 165
- Messgröße
- charakteristische 131
- Mikrokerbwirkung 175
- Mikroriss 161, 162
- Mindlin-Schalenelement 246
- Miner-Summe 177
- Mittelfläche 248
- Mittelflächenmodell 283
- Mittelspannungseinfluss 141, 177
- Mittelspannungsempfindlichkeit 137
- Mittelung 302
- Modalanalyse 261
- Modellierungskonzept 281
- Modellkalibrierung 87
- Mooney-Rivlin-Modell 76
- Mullins-Effekt 36
- N**
- Nachgiebigkeitstensor 47
 - Necking-Bildung 100
 - negative Volume 237
 - Neo-Hooke-Modell 77
 - Neuber 179, 180, 181, 193
 - neutrale Faser 200
 - Newton-Raphson-Verfahren 227
 - nichtlinear 225
 - nichtlineare Problemstellung 225
 - nichtlineare Regression 94
 - nichtlineares Materialverhalten 225

Nichtlinearität aufgrund von
Randbedingungen 226
nichtproportional 187
Normaldehnungshypothese 164, 165
Normalspannungshypothese 154, 155, 158,
164
Normalverteilung 188

O

Ogden-Modell 77
Oktaederscherdehnungshypothese 162,
164, 165
Orientation Averaging 255
Orientierung, molekulare 149
Orientierungsgrad 255
Orientierungstensor 257

P

Palmgren-Miner 177
Parabel 223
Paraboloidkriterium 156, 158
Parallelisierbarkeit 298
Parametervariation 278
Penalty-Verfahren 295
Phantomnetzwerk 78
Phasenlage 265
plane-strain 244
plane-stress 244
Planung 275
Plastifizierung 180
p-Methode 239
Polyamid 144
Polynomgrad 236
Polyolefine 150
Post-Prozessor 196
Potenzialbegriff 210
Power Spectral Density, PSD 263
Pre-Prozessor 196
probabilistisch 189, 190
Prony-Reihe 68
proportional 186, 187
Proportionalität 187
Prozesssimulation 250
Prozess-Struktur-Kopplung 178, 250
Prüffrequenz 141
Prüfverfahren 130, 152
PSD-Beschleunigung 271
PSD-Diagramm 265
Puck-Ansatz 84
Pure-Shear-Versuch 91

Q

quadratische Formfunktion 220
Qualitätskriterium 288
Quellung 134
Querdehnung 159, 160
Querkontraktionszahl 14, 88, 164, 165,
166, 233

R

Randbedingung 291
Ratenabhängigkeit 58
Rechte-Hand-Regel 237
reduziert integriertes Element 241
Referenzmodell 301
Regressionsmodell 190
Reißdehnung 130
Reißfestigkeit 130, 131
Relaxation 25, 129, 146, 147
Relaxationsmodul 69
Resonanzfrequenz 267
Retardation 25, 147
richtungsabhängiges Materialmodell 237
Rigid Body 249
Rivlin-Modell, zeitabhängig 80
RMS-Wert 269
Rotation 292
rotatorisch 239

S

Sandwichstruktur 247
Schadensakkumulation 177
Schadensfolge 142, 148
Schädigung 133
Schädigungsanteil 133
Schalenelement 246
Schallgeschwindigkeit 233
Scherdeformation 129
Schichtaufbau 305
Schichtenströmung 252
schmalbandig 266
Schmelztemperaturbereich 25
Schnellzerreißversuch 129, 134
Schubfestigkeit 175
Schubmodul 15
Schweißfaktor 149, 150
Schweißnaht 148, 149, 150
schwingende Beanspruchung
- dehnungsgesteuert 31
- spannungsgesteuert 31
Schwingungsamplitude 269

- Schwingungsart 260
 Schwingungsenergie 265
 Schwingungssimulation 259
 Sekantenmodul 45
 Serendipity 238
 Shear Locking 241
 Shore-Härte A 96
 Sicherheitsfaktor 143, 144, 148, 152, 159, 189
 Signalverlauf 264
 singulär 213
 skalierbar 297
 Skew angle 289
 Solver 196
 Spaltenmatrix 208
 Spannung
 - technische 10
 - wahre 10
 Spannungsanteil, hydrostatischer 9
 Spannungs-/Dehnungs-Diagramm
 - isochron 30, 132
 - isotherm, isochron 142
 Spannungs-/Dehnungs-Kurve
 - Elastomer 36
 - Temperatur- und Zeiteinfluss 27
 - Thermoplast 26
 Spannungsdeviator 9
 Spannungsgradient 148, 150, 151, 180
 Spannungsrissbildung 161
 Spannungstensor 9
 Spannungsverhältnis 137, 178
 Spannungsverlauf 202
 Speicherbedarf 234
 Speichermodul 33
 spektrale Leistungsdichte 264
 Sphärolit 161
 Spritzgießverfahren 167
 Stabilisierung 301
 Stabilitätsproblem 234
 Standardabweichung 269
 Starrkörperbewegung 213
 stationär 260
 Steifigkeit 199, 276
 Steifigkeitsmatrix 208, 225
 Steifigkeitstensor 16
 - isotrop 17
 - orthotrop 18
 - transversal isotrop 19
 stochastische Anregung 260
 Streckdehnung 130
 Streckspannung 55, 130, 131, 143, 144, 175, 178
 Streuung 182, 187, 188, 189
 Strukturelement 244
 Stützstelle 205, 221
 Stützwirkung 151
 Stützziffer 151
 Submodelling 283
 Superpositionsprinzip 70, 209
 Symmetrie 281
 Symmetriearchse 282
 Symmetriebedingung 292
 synchron 187
- T**
- Tandon-Weng-Modell 49
 Tangentensteifigkeitsmatrix 229
 Taper 289
 Taylor-Reihe 228
 Temperatureinfluss 128
 Thermoplast 24, 128
 - amorph 26
 - teilkristallin 26
 thermoplastische Elastomere 75
 Timoshenko-Balken 246
 Torsion 239
 Torsionsfeder 240
 Trägheitselement 248
 Transformationsmatrix 224
 transient 233
 translatorisch 239
 Trennbruch 125, 127
 Tsai-Hill-Kriterium 172, 173, 175
 Tsai-Wu-Kriterium 173
- U**
- Überschreitungswahrscheinlichkeit 270
 Übertragungsfunktion 262
 Übertragungsverhalten 261, 269
 Ursprungs-E-Modul 15
- V**
- V80-Konzept 151
 van-der-Waals-Modell 79
 Varianz 269
 Verbindungelement 249
 Verfestigung 56
 - isotrop 57
 - kinematisch 57
 Verformungsbehinderung 129

- Verformungsgeschwindigkeit 136
 Vergleichsgröße 121
 Vergleichsspannung 56, 125, 152, 154
 Vergrößerungsfunktion 262
 Verlustmodul 33
 Vernetzungsgrad 36
 Versagensbedingung 123
 Versagenshypothese 121, 124
 Versagenskriterium 124
 Versagenswahrscheinlichkeit 188
 Verschiebung 202
 Verschiebungselement 241
 Versprödung 129, 134
 Verstärkungsfaser 48
 Verstreckgrad 13
 Verteilungskurve 188
 Verwölbung 246
 Verzerrung 10
 Verzerrungstensor 164
 Viskoelastizität 128, 142, 177
 vollintegriertes Element 241
 Volumenänderung 242
 Volumenkonstanz 185, 186
 von-Mises-Spannung 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 169, 175
 Vorzugsrichtung 254
- W**
- Wahrscheinlichkeit 263
 Wahrscheinlichkeitsdichte 270
 Wallclock Time 275
 Wärmeübergangskoeffizient 291
 Warpage 289
 Wechselbeanspruchung 141, 148, 176
- weißes Rauschen 266
 Werkstoff
 - spröde 127
 - zäh, duktil 127
 Werkstoffanstrengung 124, 125, 159, 184, 185
 Werkstoffbeanspruchung, zulässige 123
 Werkstoffschaden, irreversibler 127
 WLF-Gleichung 42
 Wöhlerkurve 137, 138, 176, 177
 worst-case Betrachtung 278
- Y**
- Yeoh-Modell 78
- Z**
- Zäh-Spröd-Übergang 128, 134, 135
 Zeitbereich 260
 Zeitinkrement 231
 Zeitintervall 233
 Zeitstandfestigkeit 131, 152
 Zeitstandversuch 131
 Zeit-Temperatur-Verschiebungs-Prinzip 40
 Zugfestigkeit 130, 144, 157, 174, 175
 Zugstab 197
 Zugversuch
 - äquibiaxial 91
 - dehnungsgeregelt 90
 - wegeregelt 90
 Zuverlässigkeit 187
 Zwangsbedingung 292
 zweidimensional 235
 Zylinderkriterium 125
 Zylinderpotenzial 126, 153