

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Spannungen und Dehnungen	5
2.1	Verformungen und Dehnungen	5
2.1.1	Verzerrungstensor im gedrehten Koordinatensystem	12
2.1.2	Volumenänderung des verformten Quaders	15
2.1.3	Flächeninhalt der verformten Quaderseiten, Nansonsche Formel	16
2.2	Spannungen	17
2.2.1	Piola-Kirchhoffsche-Spannungstensoren	21
2.2.2	Spannungstransformation und Hauptspannungen	25
2.3	Verformungsenergie und innere Energie	33
2.4	Vergleichsspannung	36
2.5	Materialgesetze	39
2.5.1	Isotropes elastisches Material	40
2.5.2	Plastisches Materialverhalten	57
2.5.3	Orthotropes linear-elastisches Material	72
3	Spannungsberechnung mit der Finite-Element-Methode (FEM)	75
3.1	FEM für ebene Fachwerke	76
3.1.1	Statisches Fachwerk mit linear-elastischem Materialverhalten	76
3.1.2	Dynamisches Fachwerk mit linear-elastischem Materialverhalten	100
3.1.3	Temperaturverformung des Fachwerks	143
3.1.4	Steifigkeitsmatrix mit nichtlinearem Materialverhalten	146
3.1.5	Lineare Zwangsbedingungen	153
3.1.6	Knotenspannungen beim Fachwerk	174
3.2	Steifigkeits- und Massenmatrix des räumlichen Zugstabes	175
3.3	Dreidimensionaler Balken mit linear-elastischem Materialverhalten	176
3.4	Dreidimensionales Volumenelement	186
3.4.1	Steifigkeits- und Massenmatrix des Volumenelements mit linear-elastischem Materialverhalten	186
3.4.2	Temperaturverformung beim Volumenelement	192

3.4.3	Steifigkeitsmatrix des Volumenelements bei plastischem Materialverhalten	193
3.4.4	Spannungsergebnisse beim Volumenelement	196
3.5	Schalenelement	197
3.5.1	Steifigkeits- und Massenmatrix eines Schalenelements mit linear-elastischem Materialverhalten	198
3.5.2	Temperaturverformung des Schalenelements	212
3.5.3	Steifigkeitsmatrix des Schalenelements bei plastischem Materialverhalten	213
3.5.4	Spannungsergebnisse beim Schalenelement	215
3.6	Massenelement.	216
3.7	Rigid-Body-Element	216
3.7.1	RBE2-Element.	217
3.7.2	RBE3-Element.	218
3.8	FEM-Berechnung eines Planetenträgers	221
4	Betriebsfestigkeits- bzw. Lebensdauerberechnung	227
4.1	Bestimmung des Vergleichsspannungsverlaufes	228
4.1.1	An Schweißnaht angepasste Vergleichsspannung	238
4.1.2	Vergleichsspektrum bei stochastischer Bauteilbelastung.	243
4.2	Wöhlerkurve und Haigh-Diagramm.	243
4.2.1	Statische Kennwerte der FKM-Richtlinie	247
4.2.2	Bestimmung der Wöhlerkurve mit der FKM-Richtlinie für nicht geschweißte Bauteile	250
4.2.3	Bestimmung der Kennwerte der Wöhlerkurve für geschweißte Bauteile mittels FKM-Richtlinie	259
4.3	Klassifizierung der Vergleichsspannung	261
4.3.1	Klassifizierung mit dem Findley-Verfahren.	271
4.4	Berechnung der Lebensdauer bzw. der Schädigung	278
4.4.1	Auslastungsgrad gemäß FKM-Richtlinie	285
4.5	Erwartungswert der Schädigung bei stochastischer Bauteilbelastung.	292
4.5.1	Dichtefunktion und Schädigung beim Schmalband.	297
4.5.2	Dichtefunktion und Schädigung beim Breitband.	299
4.6	Betriebsfestigkeit eines Planetenträgers	304
4.6.1	Betriebsfestigkeit des Planetenträgers infolge eines Lastkollektives	307
4.6.2	Betriebsfestigkeit des Planetenträgers infolge einer Spektraldichte	310
	Anhang	313
	Literatur.	323
	Stichwortverzeichnis.	325