

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| Einführung | 1 |
| 1 Einige Grundlagen der Festkörpermechanik | 5 |
| 1.1 Spannung | 5 |
| 1.1.1 Spannungsvektor | 5 |
| 1.1.2 Spannungstensor | 7 |
| 1.1.3 Gleichgewichtsbedingungen | 11 |
| 1.2 Deformation und Verzerrung | 11 |
| 1.2.1 Verzerrungstensor | 11 |
| 1.2.2 Verzerrungsgeschwindigkeit | 14 |
| 1.3 Stoffgesetze | 15 |
| 1.3.1 Elastizität | 15 |
| 1.3.2 Viskoelastizität | 19 |
| 1.3.3 Plastizität | 23 |
| 1.4 Energieprinzipien | 28 |
| 1.4.1 Energiesatz | 28 |
| 1.4.2 Prinzip der virtuellen Arbeit | 29 |
| 1.4.3 Satz von Clapeyron, Satz von Betti | 31 |
| 1.5 Ebene Probleme | 31 |
| 1.5.1 Allgemeines | 31 |
| 1.5.2 Lineare Elastizität, Komplexe Methode | 34 |
| 1.5.3 Idealplastisches Material, Gleitlinienfelder | 35 |
| 1.6 Literatur | 38 |
| 2 Klassische Bruch- und Versagenshypothesen | 41 |
| 2.1 Grundbegriffe | 41 |
| 2.2 Versagenshypothesen | 42 |
| 2.2.1 Hauptspannungshypothese | 43 |
| 2.2.2 Hauptdehnungshypothese | 43 |
| 2.2.3 Formänderungsenergiehypothese | 44 |
| 2.2.4 Coulomb-Mohr Hypothese | 45 |
| 2.2.5 Drucker-Prager-Hypothese | 48 |
| 2.3 Deformationsverhalten beim Versagen | 49 |
| 2.4 Übungsaufgaben | 50 |
| 2.5 Literatur | 51 |

| | |
|--|-----------|
| 3 Ursachen und Erscheinungsformen des Bruchs | 53 |
| 3.1 Mikroskopische Aspekte | 53 |
| 3.1.1 Oberflächenenergie, Theoretische Festigkeit | 53 |
| 3.1.2 Mikrostruktur und Defekte | 55 |
| 3.1.3 Rissbildung | 58 |
| 3.1.4 Perkolation | 60 |
| 3.2 Makroskopische Aspekte | 61 |
| 3.2.1 Rissausbreitung | 61 |
| 3.2.2 Brucharten | 62 |
| 3.3 Literatur | 64 |
| 4 Lineare Bruchmechanik | 65 |
| 4.1 Allgemeines | 65 |
| 4.2 Das Rissspitzenfeld | 66 |
| 4.2.1 Zweidimensionale Rissspitzenfelder | 66 |
| 4.2.2 Modus I Rissspitzenfeld | 72 |
| 4.2.3 Dreidimensionales Rissspitzenfeld | 74 |
| 4.3 K -Konzept | 74 |
| 4.4 K -Faktoren | 76 |
| 4.4.1 Beispiele | 76 |
| 4.4.2 Integralgleichungsformulierung | 83 |
| 4.4.3 Methode der Gewichtsfunktionen | 85 |
| 4.4.4 Risswechselwirkung | 88 |
| 4.4.5 Spannungsintensitätsfaktoren und Kerbfaktoren | 93 |
| 4.5 Die Bruchzähigkeit K_{Ic} | 95 |
| 4.6 Energiebilanz | 97 |
| 4.6.1 Energiefreisetzung beim Rissfortschritt | 97 |
| 4.6.2 Energiefreisetzungsrates | 99 |
| 4.6.3 Nachgiebigkeit, Energiefreisetzungsrates und K -Faktoren | 102 |
| 4.6.4 Energiesatz, Griffithsches Bruchkriterium | 104 |
| 4.6.5 J -Integral | 110 |
| 4.7 Kleinbereichsfließen | 117 |
| 4.7.1 Größe der plastischen Zone, Irwinsche Risslängenkorrektur | 117 |
| 4.7.2 Qualitative Bemerkungen zur plastischen Zone | 119 |
| 4.8 Stabiles Risswachstum | 121 |
| 4.9 Gemischte Beanspruchung | 124 |
| 4.10 Rissinitiierung an Löchern und Kerben | 129 |
| 4.11 Ermüdungsrisswachstum | 131 |
| 4.12 Der Grenzflächenriss | 133 |
| 4.13 Piezoelektrische Materialien | 141 |
| 4.13.1 Grundlagen | 141 |
| 4.13.2 Der Riss im ferroelektrischen Material | 143 |
| 4.14 Übungsaufgaben | 146 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 4.15 | Literatur | 148 |
| 5 | Elastisch-plastische Bruchmechanik | 151 |
| 5.1 | Allgemeines | 151 |
| 5.2 | Dugdale Modell | 152 |
| 5.3 | Kohäsivzonenmodelle | 156 |
| 5.4 | Rissspitzenfeld | 160 |
| 5.4.1 | Idealplastisches Material | 160 |
| 5.4.2 | Deformationstheorie, HRR–Feld | 166 |
| 5.5 | Bruchkriterium | 172 |
| 5.6 | Bestimmung von J | 174 |
| 5.7 | Bestimmung von J_c | 175 |
| 5.8 | Risswachstum | 179 |
| 5.8.1 | J -kontrolliertes Risswachstum | 179 |
| 5.8.2 | Stabiles Risswachstum | 181 |
| 5.8.3 | Stationäres Risswachstum | 183 |
| 5.9 | Konzept der wesentlichen Brucharbeit | 190 |
| 5.10 | Übungsaufgaben | 192 |
| 5.11 | Literatur | 193 |
| 6 | Kriechbruchmechanik | 195 |
| 6.1 | Allgemeines | 195 |
| 6.2 | Bruch von linear viskoelastischen Materialien | 196 |
| 6.2.1 | Rissspitzenfeld, elastisch-viskoelastische Analogie | 196 |
| 6.2.2 | Bruchkonzept | 199 |
| 6.2.3 | Risswachstum | 200 |
| 6.3 | Kriechbruch von nichtlinearen Materialien | 204 |
| 6.3.1 | Sekundäres Kriechen, Stoffgesetz | 204 |
| 6.3.2 | Stationärer Riss, Rissspitzenfeld, Belastungsparameter | 206 |
| 6.3.3 | Kriechrisswachstum | 210 |
| 6.4 | Literatur | 216 |
| 7 | Dynamische Probleme der Bruchmechanik | 217 |
| 7.1 | Allgemeines | 217 |
| 7.2 | Einige Grundlagen der Elastodynamik | 218 |
| 7.3 | Dynamische Belastung des stationären Risses | 220 |
| 7.3.1 | Rissspitzenfeld, K-Konzept | 220 |
| 7.3.2 | Energiefreisetzungsrates, energetisches Bruchkonzept | 220 |
| 7.3.3 | Beispiele | 222 |
| 7.4 | Der laufende Riss | 224 |
| 7.4.1 | Rissspitzenfeld | 224 |
| 7.4.2 | Energiefreisetzungsrates | 228 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 7.4.3 | Bruchkonzept, Rissgeschwindigkeit, Rissverzweigung, Rissarrest | 231 |
| 7.4.4 | Beispiele | 234 |
| 7.5 | Fragmentierung | 238 |
| 7.6 | Literatur | 240 |
| 8 | Mikromechanik und Homogenisierung | 241 |
| 8.1 | Allgemeines | 241 |
| 8.2 | Ausgewählte Defekte und Grundlösungen | 243 |
| 8.2.1 | Eigendehnungen, Eshelby-Lösung, Defekt-Energien | 243 |
| 8.2.2 | Inhomogenitäten, äquivalente Eigendehnung | 252 |
| 8.3 | Effektive elastische Materialeigenschaften | 258 |
| 8.3.1 | Grundlagen; RVE-Konzept, Mittelungen | 259 |
| 8.3.2 | Analytische Näherungsmethoden | 268 |
| 8.3.3 | Energieprinzipien und Schranken | 288 |
| 8.4 | Homogenisierung elastisch-plastischer Materialien | 295 |
| 8.4.1 | Grundlagen; plastische Makroverzerrungen, Fließbedingung | 296 |
| 8.4.2 | Näherungen | 304 |
| 8.5 | Thermoelastisches Material | 310 |
| 8.6 | Übungsaufgaben | 313 |
| 8.7 | Literatur | 313 |
| 9 | Schädigung | 315 |
| 9.1 | Allgemeines | 315 |
| 9.2 | Grundbegriffe | 316 |
| 9.3 | Spröde Schädigung | 319 |
| 9.4 | Duktile Schädigung | 322 |
| 9.4.1 | Porenwachstum | 322 |
| 9.4.2 | Schädigungsmodelle | 324 |
| 9.4.3 | Bruchkonzept | 327 |
| 9.5 | Entfestigung und Verzerrungslokalisierung | 327 |
| 9.6 | Literatur | 331 |
| 10 | Probabilistische Bruchmechanik | 333 |
| 10.1 | Allgemeines | 333 |
| 10.2 | Grundlagen | 334 |
| 10.3 | Statistisches Bruchkonzept nach Weibull | 337 |
| 10.3.1 | Bruchwahrscheinlichkeit | 337 |
| 10.3.2 | Bruchspannung | 339 |
| 10.3.3 | Verallgemeinerungen | 340 |
| 10.4 | Probabilistische bruchmechanische Analyse | 341 |
| 10.5 | Literatur | 343 |
| | Sachverzeichnis | 345 |