

Dipl.-Ing. Ralf Steiner, Sangerhausen

Berechnung von J-R-Kurven aus Kraft-Durchbiegungs- Diagrammen auf Basis des Gelenkprüfkörpers

Reihe **18**: Mechanik/
Bruchmechanik

Nr. **208**

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	III
Inhaltsverzeichnis	V
Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen und Symbole	VII
Abstrakt	IX
1 Einführende bruchmechanische Betrachtungen	1
1.1 Einordnung der Bruchmechanik	1
1.2 Historischer Überblick zur Entwicklung der Bruchmechanik	2
1.3 Linear Elastische Bruchmechanik (LEBM)	4
1.3.1 Energiefreisetzungsrates	4
1.3.2 Spannungsintensitätsfaktor	5
1.4 Fließbruchmechanik (FBM)	7
1.4.1 Rißspitzenverschiebung CTOD	7
1.4.2 Der Rißfeldparameter J	8
1.4.3 Anwendung der FBM	10
1.4.4 R-Kurven-Konzept der FBM	11
1.4.5 Gültigkeitsbereiche der LEBM und FBM	13
1.4.6 Einordnung der Kenngrößen zur Zähigkeitsbewertung	15
1.5 Dynamische Bruchmechanik	17
1.5.1 Einordnung	17
1.5.2 Dynamische Beanspruchung	18
1.6 J-R-Kurven-Techniken bei Kunststoffen	19
1.6.1 Rißverhalten bei Polymeren	19
1.6.2 J-R-Kurven-Methoden bei quasistatischer Beanspruchung	20
1.6.3 J-R-Kurven-Methoden bei dynamischer Beanspruchung	21
1.6.4 Approximative Methoden	22
1.7 Zielstellung	24
2 Theoretische Ableitung eines Modells für den Gelenkprüfkörper	27
2.1 Materialgleichungen	27
2.1.1 Einführende Betrachtungen zu Materialgleichungen	27
2.1.2 Spannungs-Dehnungs-Beziehung	27
2.1.3 Viskoelastisches Verhalten	28
2.1.4 Nichtlineares Materialverhalten	29
2.1.5 Das modifizierte TANH-Materialgesetz	31
2.2 Definition der Kenngrößen des Gelenkbereiches	33
2.2.1 Gelenkbeanspruchung	33
2.2.2 Grundgleichungen des Gelenkbereiches	35
2.2.3 Der Spezialfall der reinen Biegung	39
2.3 Anwendungsfall: SENB-Prüfkörper	41
2.3.1 Betrachtungen zur Kerbwirkung	43
2.3.2 Beanspruchung von SENB-Prüfkörpern im Biegeversuch	45
2.3.3 KEY-Kurve des Kraftanstiegs	46

3	Experimentelle Anwendung des Gelenkprüfkörpers	48
3.1	Prinzip der R-Kurven-Prozedur	48
3.1.1	Einführung in die Problematik	48
3.1.2	Zur Stabilität der Parameterbestimmung	49
3.1.3	Parameterbestimmung auf Basis der KEY-Kurve	49
3.1.4	Bestimmung der Rißlänge	52
3.1.5	Ermittlung von Kenngrößen	53
3.1.6	Anwendung bei dynamischer Beanspruchung	54
3.1.7	Anforderungen an die Meßdaten	55
3.2	Verifizierung der Prozedur	56
3.2.1	Untersuchungen zur berechneten Rißlänge	56
3.2.2	Vergleich der R-Kurven-Prozedur mit der Mehrprobentechnik	60
3.2.3	Optimierung der R-Kurven-Prozedur im praktischen Einsatz	63
3.3	Off-line-Programm zur automatischen Kennwertbestimmung	66
3.3.1	Kurzbeschreibung	66
3.3.2	Anwendungsbeispiel bei quasistatischer Beanspruchung	69
3.3.3	Anwendungsbeispiel bei dynamischer Beanspruchung	70
4	Diskussion des Bruchverhaltens	73
4.1	Simulation des Biegeversuchs	73
4.1.1	Der Einfluß des a_0/W -Verhältnisses bei der Rißinitiierung	73
4.1.2	Wärmebilanz bei Rißeinleitung	76
4.2	Energiebilanzen verschiedener Phasen des Rißwachstums	80
4.2.1	Energiebetrachtungen bei fester Rißlänge	80
4.2.2	Energiebilanz bei stabilem Rißwachstum	85
4.3	Zum Einfluß dreidimensionaler Effekte auf das Rißwachstum	86
4.3.1	Die Phase II als energetisch "verzögertes" Rißwachstum	86
4.3.2	Simulation des Rißwachstums in Phase II	87
4.3.3	Experimente zum "verzögerten" Rißwachstum	91
4.3.4	Analytische Betrachtungen zur Kinetik der Rißvorwölbung	94
4.3.5	Das "rißgeschwindigkeitsbedingte" instabile Rißwachstum	99
4.4	Analytische Berechnung von Zähigkeitskennwerten	101
4.4.1	Motivation	101
4.4.2	Analytische Berechnung des J-Integrals	101
4.4.3	Ableitung weiterer bruchmechanischer Kenngrößen	107
5	Zusammenfassung	111
6	Anhang	115
7	Literaturverzeichnis	130