



Hegewald & Peschke

Meß- und Prüftechnik GmbH

Applikationsflyer

Bruchmechanik



Hegewald & Peschke, Meß- und Prüftechnik GmbH
Am Gründchen 1, 01683 Nossen
Telefon: +49 35242 445-0, Telefax: +49 35242 445-111
E-Mail: info@Hegewald-Peschke.de
<http://www.Hegewald-Peschke.com>



Bei der Bruchmechanik wird davon ausgegangen, dass ein Bauteil einen Riss oder einen ähnlichen Fehler aufweist, was bereits im Herstellungsprozess möglich sein kann. Es handelt sich also um eine schadenstolerante Herangehensweise, da berücksichtigt wird, dass technische Strukturen stets Fehler enthalten können. Mit Hilfe von statischen Versuchen an tiefangerissenen Proben zur Bestimmung der Bruchzähigkeit können Hersteller und Anwender durch kontrolliertes Risswachstum, Überwachung und – wenn nötig – Wartung/Reparatur Materialversagen verhindern.

Standardisierung der Prüfverfahren

In Abhängigkeit des Werkstoffverhaltens erfolgt eine Unterteilung in linear-elastische Bruchmechanik (z. B. K-Konzept) und Fließbruchmechanik (J-Integral-Konzept). Dabei gibt es drei Normen, die die Prüfverfahren und -bedingungen genauer bestimmen:

- ASTM E 399: Standard-Prüfverfahren für linear-elastische Plan-Dehnungsbruchzähigkeit K_{Ic} von metallischen Werkstoffen
- ASTM E1820: Standard-Prüfverfahren zur Messung der Bruchzähigkeit
- ISO 12135: Metallische Werkstoffe – Vereinheitlichtes Prüfverfahren zur Bestimmung der quasistatischen Bruchzähigkeit

Geht es um das Bruchverhalten einer Probe mit Riss innerhalb eines statischen Versuches spielen folgende Einflussfaktoren eine Rolle: der Werkstoff, die Temperatur, der Spannungszustand sowie die Art und die Geschwindigkeit der statischen Belastung. Aus diesem

Grund wird die Risszähigkeit K_{Ic} nach der Norm ASTM E399 ermittelt. Diese Norm regelt die Mindestabmessungen, die Anrisserzeugung, die Belastungsgeschwindigkeit und die Versuchsauswertung der Proben. Die Norm ASTM 399 schlägt verschiedenen Proben vor, aber am wichtigsten ist hier die Kompaktzugprobe (CT-Probe).

Die Norm ASTM E1820 basiert auf der Annahme eines bereits vorliegenden scharfen Ermüdungsrisses und wird angewendet, wenn das Materialverhalten unter statischer Belastung nicht vorhersehbar ist. Die ermittelten Bruchzähigkeitswerte können als Basis herangezogen werden, um Werkstoffe zu vergleichen, auszuwählen und deren Qualität zu sichern. Die empfohlenen Proben nach der Norm ASTM E1820 sind gebogen, kompakt und scheibenförmig kompakt. Alle drei Normen haben gemein, dass ein Fehler im Bauteil aufgrund von Ermüdungsbelastung in einer vorgegeben Betriebszeit nicht zum Materialversagen führen darf.



Abb. 1: Prüfsystem für Bruchmechanikuntersuchungen



Versuchsdurchführung am Beispiel des J-Integral-Konzeptes (Einproben-technik) nach ASTM E1820

Je nach Probenform wird zwischen einer Zugbelastung (CT-Probe - Kompaktzugprobe; DCT-Probe - scheibenförmige Kompaktzugprobe) und einer Biegebelastung (SENB- bzw. 3PB-Probe - Dreipunkt-Biegeprobe) unterschieden.

Vor Versuchsbeginn erfolgt die Eingabe folgender Probandaten in die haus-eigene Software von Hegewald & Peschke: Probenform, mechanische Kennwerte (Festigkeitskennwerte, E-Modul, Spannungsintensitätsfaktor der letzten zyklischen Einschwingstufe), Versuchsbedingungen (z. B. Temperatur).

Auf die Parametrierung folgt der Versuchsablauf. Die zu prüfende Probe wird vor dem Versuch eingekerbt, durch Ermüdung vorgerissen und unter langsam zunehmender Verschiebung getestet. Konkret bedeutet dies, dass die Probe zur Ermittlung der Risslänge erst vorbelastet und dann teilentlastet wird (Schrittweite, Haltezeiten, Be- und Entlastungszyklen) bis ein Kraftabfall zu verzeichnen ist.

K-Konzeptes

Als wichtigstes Konzept der linear-elastischen Bruchmechanik lässt das K-Konzept kleine plastische Verformungen an der Risspitze (Kleinbereichfließen) zu und findet deshalb auch bei Bauteilen aus mittelzähen Materialien Anwendung.

Je nach Probentyp wird entweder ein Zugversuch oder ein Biegeversuch mit konstanter Geschwindigkeit durchgeführt. Es kann die Vorkraft und die Ge-

schwindigkeit definiert werden. Weiterhin kann das Kriterium Testende frei definiert werden.

Risswiderstandskurve

Die firmeneigene Software der Hegewald & Peschke Meß- und Prüftechnik GmbH erstellt die Risswiderstandskurve automatisch und zeigt sie als Live-Grafik während des Versuches an. Die einzelnen Teilentlastungsschritte, die automatische Auswertung der Kennwerte mit Gültigkeitskriterien und die Resultate werden ebenfalls auf dem Bildschirm bereitgestellt.

Nach Versuchsende wird die optisch ermittelte Risslänge eingetragen.

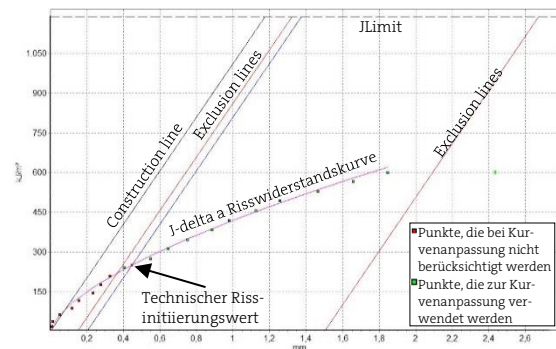


Abb. 2: Risswiderstandskurve

Zur Messung der Kerbaufweitung kommt ein Clip-on-Extensometer zum Einsatz, welches Temperaturen bis zu 700°C (ohne Kühlung) standhält. Die Ermittlung der Risslänge erfolgt nach der Compliance-Methode.

Optional kann das Prüfsystem mit einer Temperierkammer für Bruchmechanikuntersuchungen im Temperaturbereich von -70°C bis 350°C ausgestattet werden.