



Höhere Werkstoffmechanik – Übungsblatt Nr. 5  
Thema: Linear-elastische Bruchmechanik 2 /  $K_{IC}$ -Test

Formelsammlung

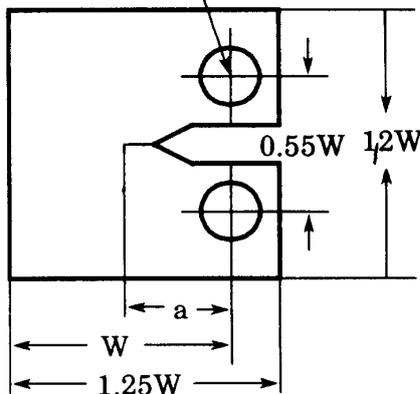
1. Plastische Zone

im ebenen Spannungszustand:  $\omega = \frac{1}{\pi} \left( \frac{K_I}{R_p} \right)^2$

im ebenen Dehnungszustand:  $\omega = \frac{1}{3\pi} \left( \frac{K_I}{R_p} \right)^2$

2. Risszähigkeitsermittlung nach ASTM-E 399

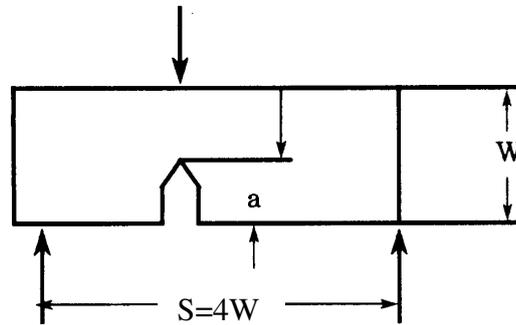
Kompakt-Probe:



$$K_I = \frac{P}{B\sqrt{W}} \frac{(2 + \alpha)(0,886 + 4,64\alpha - 13,32\alpha^2 + 14,72\alpha^3 - 5,6\alpha^4)}{(1 - \alpha)^{\frac{3}{2}}} \quad \text{mit: } \alpha = \frac{a}{W}$$

B=Dicke der Probe  
P=Bruchlast

3-Punkt-Biegeprobe:



$$K_1 = \frac{PS}{BW^{\frac{3}{2}}} \frac{3\sqrt{\alpha}(1,99 - \alpha(1 - \alpha)(2,15 - 3,93\alpha + 2,7\alpha^2))}{2(1 + 2\alpha)(1 - \alpha)^{\frac{3}{2}}}$$

mit:  $\alpha = \frac{a}{W}$

B=Dicke der Probe  
P=Bruchlast  
S=Spannweite=4W

**Schritt 1:** Messung der Kraft  $F_Q$ , bei der sich der Riss instabil ausbreitet.

**Schritt 2:** Aus  $F_Q$  wird ein vorläufiger Wert für die Zähigkeit,  $K_Q$ , gebildet (Gleichungen s. o.)  
 $K_Q$  ist genau dann die Risszähigkeit  $K_{IC}$ , wenn die nun folgenden Bedingungen (Schritte 3 bis 5) erfüllt sind.

**Schritt 3:** Untersuchung auf Erfüllung des Rissfrontkriteriums

**Schritt 4:**  $\frac{F_{\max}}{F_Q} < 1,1$  muss eingehalten sein.

**Schritt 5:** Einhaltung der Probengröße:

$$B, W - a, a > 2,5 \left( \frac{K_Q}{R_p} \right)^2$$

### Aufgabe 1

In einem Versuch zur Ermittlung der Risszähigkeit wurde ein Wert von  $K_Q = 55 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$  ermittelt. Die Streckgrenze des Materials beträgt 690 MPa, die Probenbreite  $B=12,5 \text{ mm}$ .

Ist der Test gültig? Wie groß ist der größtmögliche  $K_{IC}$ -Wert, der mit der vorliegenden Probe gemessen werden kann?

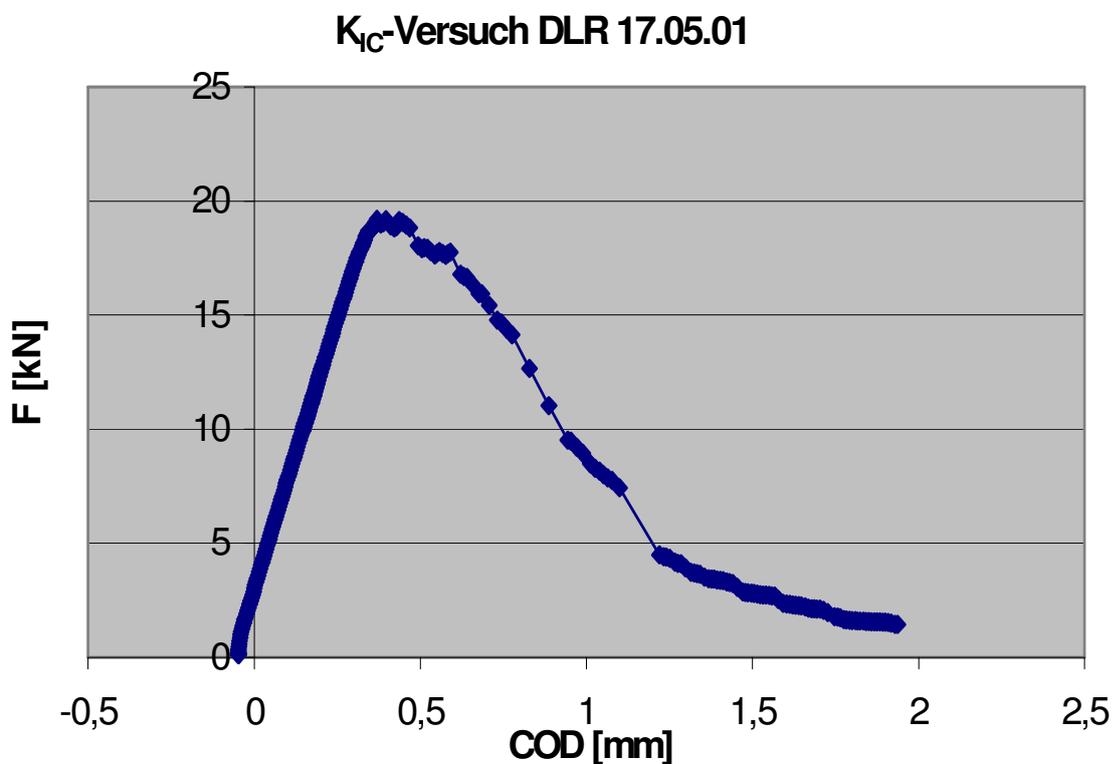
### Aufgabe 2 (Prüfungsaufgabe Juli 2002)

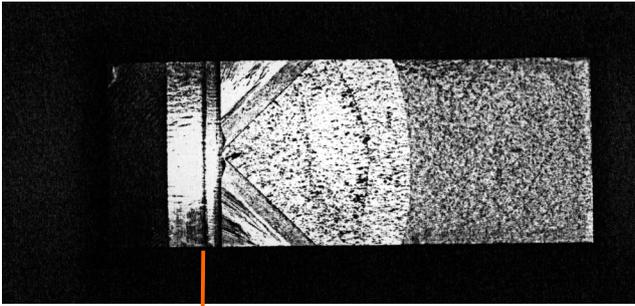
Es ist Ihre Aufgabe, die Risszähigkeit einer hochfesten Aluminium-Legierung mit einer Kompakt-Probe nach ASTM-E 399 zu ermitteln. Sie kennen die Streckgrenze des Werkstoffs ( $R_p=570 \text{ MPa}$ ) und vermuten, dass die Risszähigkeit zwischen  $30$  und  $45 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$  liegt. Welche ungefähren Probenabmessungen (Dicke  $B$  und Breite  $W$  der Probe) sehen Sie sinnvoller Weise für Ihren Versuch vor?

### Aufgabe 3

Nachstehende Abbildungen zeigen das Kraft-Verformungs-Diagramm eines  $K_{IC}$ -Testes sowie die Bruchfläche der dazugehörigen Kompakt-Probe (Größenabmessungen der Probe:  $W=50 \text{ mm}$ ,  $B=25 \text{ mm}$ , Streckgrenze des Werkstoffs:  $R_p=550 \text{ MPa}$ ).

Wie groß ist die Risszähigkeit des Werkstoffs? Liegt ein gültiger Versuch vor? Wie groß war die plastische Zone beim Einsetzen instabiler Rissausbreitung?





Lastlinie