



Höhere Werkstoffmechanik – Übungsblatt Nr. 4 Thema: Linear-elastische Bruchmechanik

Formelsammlung

1. Rissöffnungsmoden

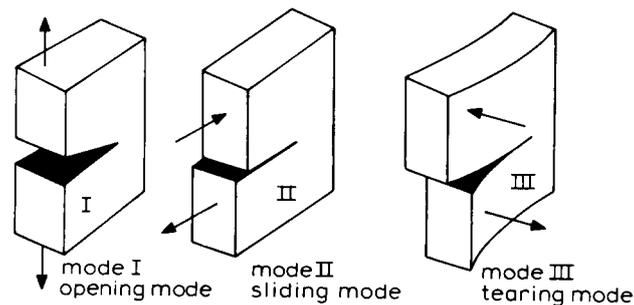


Figure 1.3. The three modes of loading

2. Linear-elastisches Spannungsfeld vor einer Risspitze

$$\sigma_{ij} = \frac{K_I}{\sqrt{2\pi \cdot r}} f_{ij}(\theta)$$

mit den Winkelfunktionen

$$f_x(\theta) = \cos \frac{\theta}{2} \left(1 - \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{3\theta}{2} \right)$$

$$f_y(\theta) = \cos \frac{\theta}{2} \left(1 + \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{3\theta}{2} \right)$$

$$f_{xy}(\theta) = \sin \frac{\theta}{2} \cos \frac{\theta}{2} \cos \frac{3\theta}{2}$$

bzw. in Polarkoordinaten

$$f_r(\theta) = \cos \frac{\theta}{2} \left(1 + \sin^2 \frac{\theta}{2} \right)$$

$$f_\theta(\theta) = \cos \frac{\theta}{2} \left(1 - \sin^2 \frac{\theta}{2} \right)$$

$$f_{r\theta}(\theta) = \sin \frac{\theta}{2} \cos^2 \frac{\theta}{2}$$

3. Korrekturfunktionen

3.5 Special cases

8

TABLE 3.1
K for practical geometries

$$\Delta \rho c = \frac{1}{c \cos \lambda}$$

	$K_I = \sigma \sqrt{\pi a} \left(\sec \frac{\pi a}{W} \right)^{1/2}$ $K_{II} = \tau \sqrt{\pi a} \left(\text{small } \frac{a}{W} \right)$	
	$K_I = 1.12 \sigma \sqrt{\pi a} \left(\text{small } \frac{a}{W} \right)$ <p>or $K_I = Y \sigma \sqrt{a}$</p> <p>with $Y = 1.99 - 0.41 \frac{a}{W} + 18.7 \left(\frac{a}{W} \right)^2 - 38.48 \left(\frac{a}{W} \right)^3 + 53.85 \left(\frac{a}{W} \right)^4$ $(1.99 = 1.12 \sqrt{\pi})$</p>	
	$K_I = 1.12 \sigma \sqrt{\pi a} \left(\text{small } \frac{a}{W} \right)$ <p>or $K_I = Y \sigma \sqrt{a}$</p> <p>with $Y = 1.99 + 0.76 \frac{a}{W} - 8.48 \left(\frac{a}{W} \right)^2 + 27.36 \left(\frac{a}{W} \right)^3$ $(1.99 = 1.12 \sqrt{\pi})$</p>	
	<p>Thickness B</p> $K_I = \frac{PS}{BW^{3/2}} \left[2.9 \left(\frac{a}{W} \right)^{1/2} - 4.6 \left(\frac{a}{W} \right)^{3/2} + 21.8 \left(\frac{a}{W} \right)^{5/2} - 37.6 \left(\frac{a}{W} \right)^{7/2} + 38.7 \left(\frac{a}{W} \right)^{9/2} \right]$	
	<p>Thickness B</p> $K_I = \frac{P}{BW^{1/2}} \left[29.6 \left(\frac{a}{W} \right)^{1/2} - 185.5 \left(\frac{a}{W} \right)^{3/2} + 655.7 \left(\frac{a}{W} \right)^{5/2} - 1017 \left(\frac{a}{W} \right)^{7/2} + 63.9 \left(\frac{a}{W} \right)^{9/2} \right]$	
	<p>p per unit thickness</p> $K_I = p \sqrt{\pi a}$	
	$K_{I_{max}} = 1.12 \frac{\sigma}{\Phi} \sqrt{\pi a}$ $K_{I_{min}} = 1.12 \frac{\sigma}{\Phi} \sqrt{\pi a^2 / c}$ $\Phi = \int_0^{\pi/2} \left[1 - \frac{c^2 - a^2}{c^2} \sin^2 \varphi \right] d\varphi$ $\Phi \approx \frac{3\pi}{8} + \frac{\pi}{8} \frac{a^2}{c^2}$	

Aufgabe 1

Wieviel $\frac{N}{mm^2}$ entsprechen einem $MPa\sqrt{m}$?

Aufgabe 2

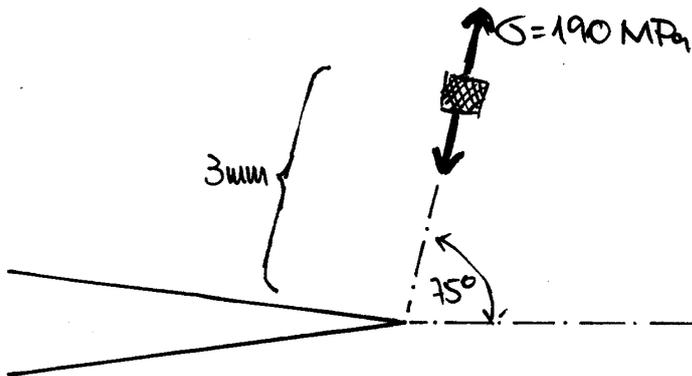
In der englischsprachigen Literatur findet man für Spannungsintensitätsfaktoren in der Regel die Einheit $ksi\sqrt{in}$. Wieviel $MPa\sqrt{m}$ entsprechen einem $ksi\sqrt{in}$?

Hinweis: $1 ksi\sqrt{in} = 1000 psi\sqrt{in} = 1000 \frac{pounds}{in^2} \sqrt{in}$

Hierin sind $1 pound = 4,448N$ und $1inch = 2,54cm$

Aufgabe 3 (Prüfungsaufgabe Juli 2001)

Wenn vor einem unter Modus I Belastung stehenden Riss in der skizzierten Lage (3mm Entfernung zur Risspitze, Winkel 75°) in der skizzierten Richtung die Spannung $190MPa$ herrscht, wie groß ist dann der vorliegende Spannungsintensitätsfaktor K_I ? (Kleine Hilfestellung: Welche Spannungskomponente sind die eingezeichneten $190 MPa$?)



Aufgabe 4

Vor einem Riss aus VA-Stahl ($R_p=190MPa$) herrscht der Spannungsintensitätsfaktor $40MPa\sqrt{m}$.

In welcher Entfernung vor der Risspitze ($\theta=0^\circ$) erreicht die Spannung σ_y nach den Regeln der LEBM die Streckgrenze?

Aufgabe 5

Wie groß ist die zulässige äußere Belastung σ für ein Blech der Breite $W=230mm$ mit einem Mittenriss der Länge $2a=75mm$ (Zähigkeit des Werkstoffs $K_{IC} = 50MPa\sqrt{m}$)?

Aufgabe 6

Gesucht ist die äußere Zugspannung σ_{krit} , die ein Bauteil gerade noch ertragen kann, das einen halbelliptischen Oberflächenriss der Abmessungen $2c=4cm$ und $a=1cm$ enthält. Die Wandstärke des Bauteils sei groß im Vergleich zu den Rissabmessungen.

Angaben zum Werkstoff: $K_{IC} = 40MPa\sqrt{m}$, $R_p = 450MPa$

- Skizzieren Sie den Riss und markieren Sie die gefährdeteste Stelle der Rissfront.
- Berechnen Sie σ_{krit} .