



---

## Höhere Werkstoffmechanik – Übungsblatt Nr. 3 Thema: Schwingfestigkeit

### Formelsammlung

#### 1. Kurzzeitermüdung („low cycle fatigue“)

Manson-Coffin-Gesetz:  $\Delta \varepsilon_{pl} \cdot N_B^{0,6} = C$

#### 2. Kerbwirkung

max. Spannung im Kerbgrund:  $\sigma_{\max} = \alpha_K \cdot \sigma_n$  mit der Kerbformzahl  $\alpha_K$  und der Nennspannung  $\sigma_n$

relativer Spannungsgradient  $\chi$ :  $\chi = \frac{1}{\sigma_{\max}} \cdot \frac{d\sigma}{dx}$ , näherungsweise gilt für  $\chi$ :  $\chi \cdot \rho = 2$ , wobei  $\rho$  der Kerbgrundradius ist.

Neuber-Regel:  $\alpha_\sigma \cdot \alpha_\varepsilon = \alpha_K^2 \rightarrow \dots \rightarrow \sigma_{\max} = \alpha_K^2 \frac{\sigma_n^2}{E} \cdot \frac{1}{\varepsilon_{\max}}$

Bedingung für die Dauerfestigkeit gekerbter Bauteile:  $\sigma_n \cdot \beta_K \leq \sigma_D$

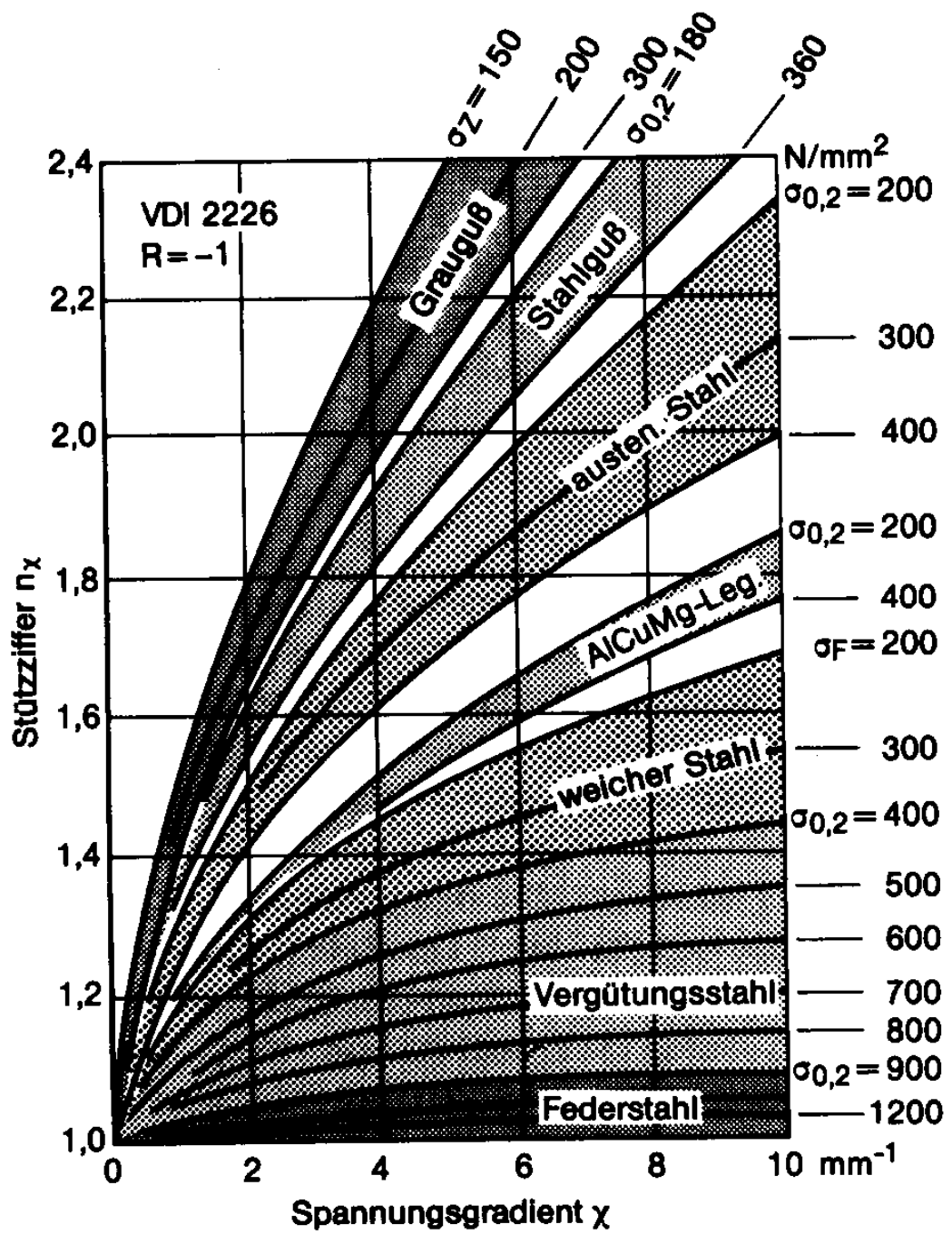
( $\sigma_n$ : Nennspannung,  $\beta_K$ : Kerbwirkungszahl,  $\sigma_D$ : Dauerfestigkeit der ungekerbten Probe)

Berechnung von  $\beta_K$  nach  $\beta_K = \frac{\alpha_K}{n_\chi}$ , wobei sich die so genannte Stützziffer  $n_\chi$  aus umseitiger Abbildung ergibt.

Wirkung von Kerben auf die Kurzzeitermüdung:

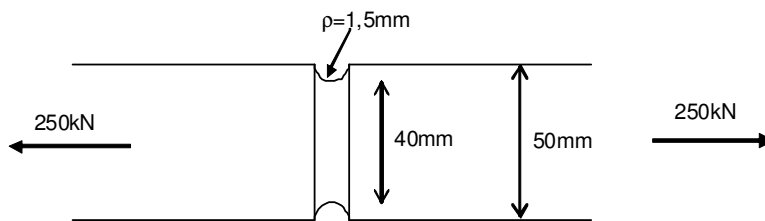
Schritt 1: mit Neuber-Hyperbel und Spannungs-Dehnungs-Kurve die plastische Dehnungsschwingbreite  $\Delta \varepsilon_{pl}$  ermitteln

Schritt 2: Anwendung des Manson-Coffin-Gesetzes

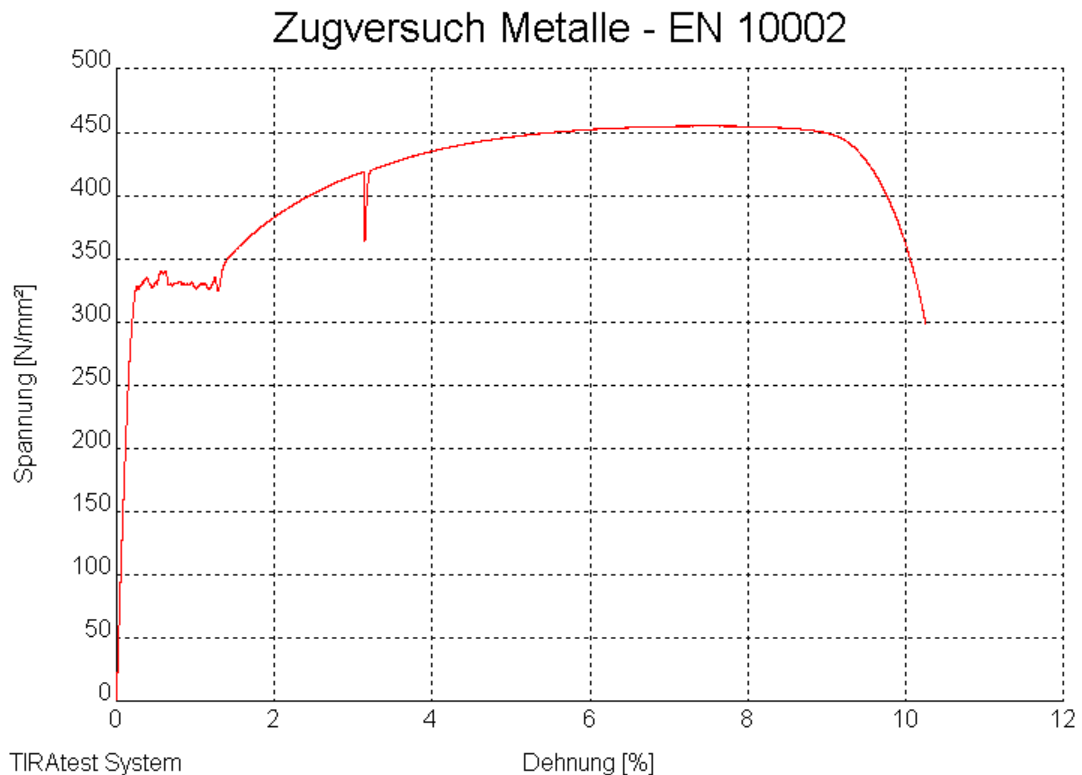


## Aufgabe 1

Gegeben die folgenden Welle unter Zugbelastung:

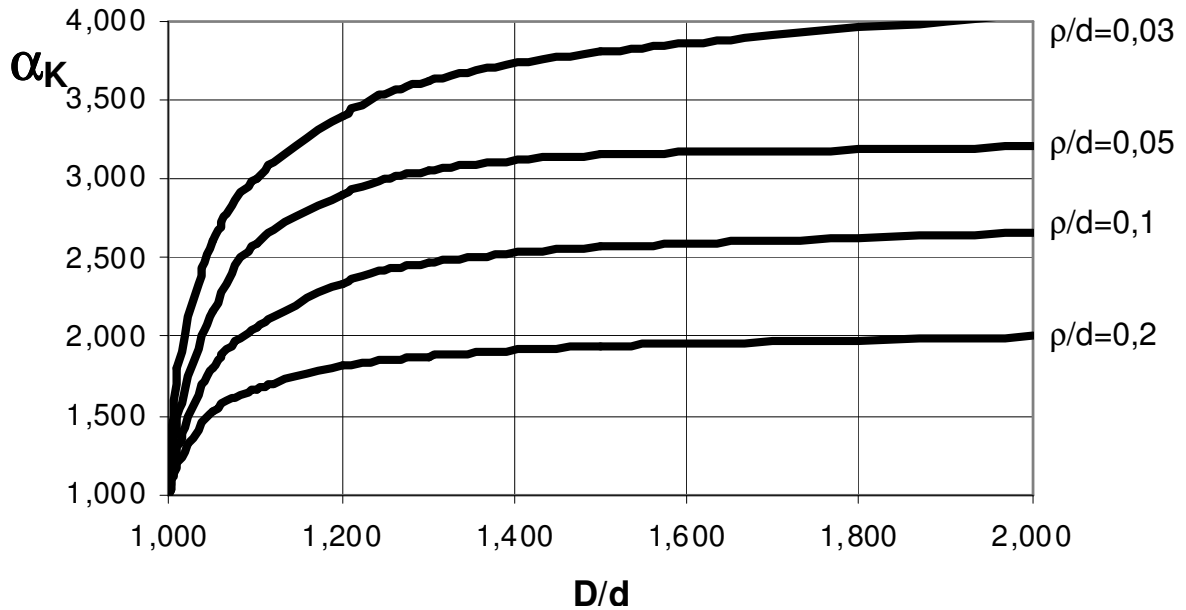
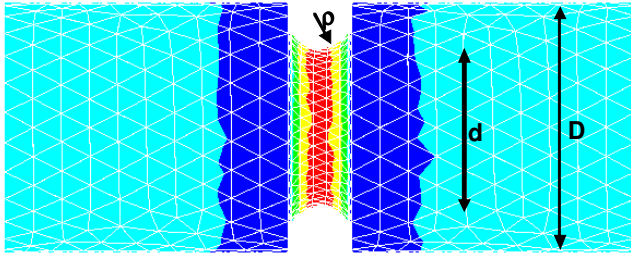


Das Spannungs-Dehnung-Diagramm – es handelt sich um einen Baustahl - sei gegeben durch



Weitere Werkstoffangaben: Emodul  $E=200000\text{N/mm}^2$  (Baustahl)  
Manson-Coffin-Parameter  $C=0,5$

1. Berechnen Sie allein mit Hilfe der Kerbformzahl  $\alpha_K$  bzw.  $K_t$  die Spannung im Kerbgrund. Ist der von Ihnen berechnete Spannungswert realistisch?
2. Ermitteln Sie mit Hilfe der Neuber-Regel die im Kerbgrund herrschende Spannung  $\sigma_{\max}$ , die im Kerbgrund herrschende Dehnung  $\epsilon_{\max}$  und die im Kerbgrund herrschende plastische Dehnung  $\epsilon_{\max,pl}$ .



### Aufgabe 2

Die Belastung der in Aufgabe 1 skizzierten Welle sei nun  $\pm 250\text{kN}$  als Wechsellast.

1. Erwarten Sie ausgehend von den Ergebnissen von Aufgabe 1, dass die Welle dauer- oder zeitfest ist?
2. Wie viele Lastwechsel kann die Welle bis zum Bruch ertragen?

### Aufgabe 3

Gesucht ist nun diejenige äußere Wechsellast  $\pm F_{\text{grenz}}$ , bei der sich die in Aufgabe 1 skizzierte Welle gerade an der Grenze zur Dauerfestigkeit befindet. Die Dauerfestigkeit betrage  $\sigma_D = \pm 160\text{N/mm}^2$ .

1. Schätzen Sie die Größe des Spannungsgradienten  $\chi$  ab.
2. Bestimmen Sie die Kerbwirkungszahl  $\beta_K$ .
3. Wie groß ist  $\pm F_{\text{grenz}}$ ?