

Auszug:
 Dornke
 Werkstoffkunde
 und
 Werkstoffprüfung.
 10. Auflage

Das vom Schreibgerät der Prüfmaschine aufgezeichnete Kraft-Verlängerungs-Diagramm (Bild 113) zeigt zwar das Verhalten einer bestimmten Probe bei Belastung, ergibt aber keine Kennwerte für den Werkstoff. Denn unabhängig vom Werkstoff ändern sich die Werte von F_{max} bzw. ΔL_{max} mit der Querschnittsfläche bzw. Länge der Probe. Um Werkstoffkennwerte zu erhalten, d. h. Werte, die nur vom Werkstoff abhängen und nicht von den Abmessungen der Probe, bezieht man die Kraft auf den Probenquerschnitt und die Verlängerung auf die Probenlänge und gelangt so zum Spannungs-Dehnungs-Diagramm, kurz σ - ϵ -Diagramm (Bild 114).

Werkstoffkennwerte

Spannungs-Dehnungs-Diagramm

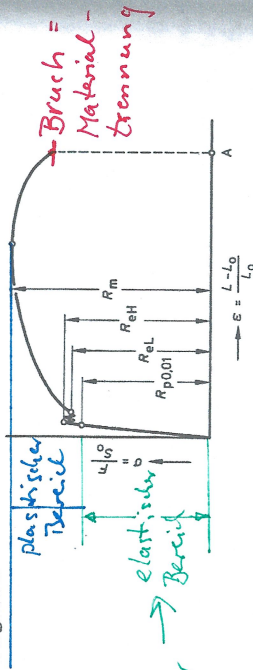


Bild 114. Spannungs-Dehnungs-Diagramm (σ - ϵ -Diagramm) von weichem Stahl (Dehnung im rein elastischen Bereich übertrieben dargestellt)

Dehnung Auf der Abszisse ist die Dehnung

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L - L_0}{L_0}$$

aufgetragen; darin sind ΔL die Verlängerung, L_0 die Anfangsmeßlänge und L die jeweilige Meßlänge.

Nennspannung Auf der Ordinate ist die auf den Ausgangsquerschnitt S_0 bezogene Zugkraft F , die sogenannte Nennspannung

$$\sigma = \frac{F}{S_0} \text{ aufgetragen.}$$

Hookesche Gerade Im ersten, steilen Teil des Diagramms steigt die Spannung proportional zur Dehnung; Hookesche Gerade (Hooke, 1678, „ut tensio, sic vis...“ wie die Streckung, so die Kraft). Als Gleichung geschrieben

$$\sigma = E \cdot \epsilon \text{ oder } E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

Diese Gleichungen gelten nur im Bereich rein elastischer Verlängerung. Der in ihnen auftretende Proportionalitätsfaktor E wird Elastizitätsmodul oder kurz E-Modul genannt. Der E-Modul hat die Einheit einer Spannung. Er ist ein Maß für den Widerstand, den ein Werkstoff seiner elastischen Verlängerung entgegensetzt. Es betragen z. B. die E-Moduln für Wolframkarbid, Osmium, Eisen, Kupfer und Aluminium... 720 000, 570 000, 210 000, 120 000 und 70 000 N/mm².

Elastizitätsmodul

Als Festigkeitskennwerte werden im Zugversuch die Elastizitätsgrenze, die Streckgrenze und die Zugfestigkeit bestimmt.

Festigkeitskennwerte

Die Elastizitätsgrenze ist — genau betrachtet — die Spannung, bis zu der sich der Zugstab rein elastisch dehnt. Von hier an tritt beim weiteren Erhöhen der Zugkraft neben dieser elastischen, proportionalen Dehnung ϵ_e (e...élastique) zusätzlich eine nichtproportionale Dehnung ϵ_p (p...non-proportionale) auf. Beide Dehnungen zusammen ergeben die Gesamtdehnung ϵ_t (t...total).

Elastizitätsgrenze

Elastische Dehnung

Nichtproportionale Dehnung

Gesamtdehnung

Da sich die erste, „unendlich kleine“ nichtproportionale Dehnung meist technisch kaum erfassen läßt, wird als „Technische“ Elastizitätsgrenze die Spannung bei $\epsilon_p = 0,01\%$ definiert. Und da nach DIN eine Spannung bei einer bestimmten nichtproportionalen Dehnung eine Dehnungsgrenze genannt wird, ist die Elastizitätsgrenze die 0,01%-Dehnungsgrenze. Ihr Kurzzeichen ist $R_{p0,01}$ (R...résistance).

Technische Elastizitätsgrenze

Dehnungsgrenze

0,01%-Dehnungsgrenze

Die elastische Dehnung ϵ_e verschwindet beim Entlasten (oder beim Bruch) der Probe durch Rückfedern. Die nichtproportionale Dehnung ϵ_p unter Last entspricht der nach dem Entlasten bleibenden Dehnung ϵ_r (r...rémanent).

Bleibende Dehnung

Nicht oberhalb $R_{p0,01}$ zeigt das σ - ϵ -Diagramm von weichem Stahl eine Unstetigkeit: Trotz zunehmender Dehnung (etwa 0,5...4%) bleibt die Spannung gleich; oder sie fällt sogar — wie in Bild 114 — unter Hinchwingerscheinungen (infolge Massenträgheit der Kraftmeßeinrichtung) ab.

Streckgrenze