



Vorlesung : Werkstoffkunde

im Bachelorstudiengang

„Maschinenbau“ der Hochschule Ulm

Stephan Schwantes

Institut für Fertigungstechnik und Werkstoffprüfung

► Werkstoffkunde

Werkstoffprüfung

Mit der Werkstoffprüfung können die Eigenschaften bestimmt werden

Man unterscheidet

zerstörende Prüfverfahren

und

zerstörungsfreie Prüfverfahren

► Werkstoffkunde

Zugversuch

Der Zugversuch gehört zu den zerstörenden Prüfverfahren

Eine Probe, die das Material **repräsentiert**, wird geprüft und nach der Prüfung entsorgt

Ein Diagramm oder einzelne Kennwerte charakterisieren das Material, das die selben Eigenschaften haben soll

► Werkstoffkunde

Zugversuch

Die Probe sollte im gesamten Mess-bereich die gleichen Spannungen aufweisen □ homogener Spannungszustand

Dazu muss die Probe gerade, prismatisch und kerbfrei sein und mittig und axial belastet werden

Die Belastung erfolgt ruckfrei, monoton und langsam steigend □ quasistatisch

► Werkstoffkunde

Zugversuch

Die Versuchsdurchführung ist genormt,
die Prüfmaschine ist kalibriert, das
Bedienpersonal geschult und zertifiziert

Dann sollten die Ergebnisse weltweit
(fast) identisch sein

Für Deutschland gilt z. Zt. die DIN EN ISO
6892 für die Durchführung der Prüfung

Die Probenformen und die Anforderungen
an die Prüfmaschine sind z. T. in anderen
Normen festgelegt

► Werkstoffkunde

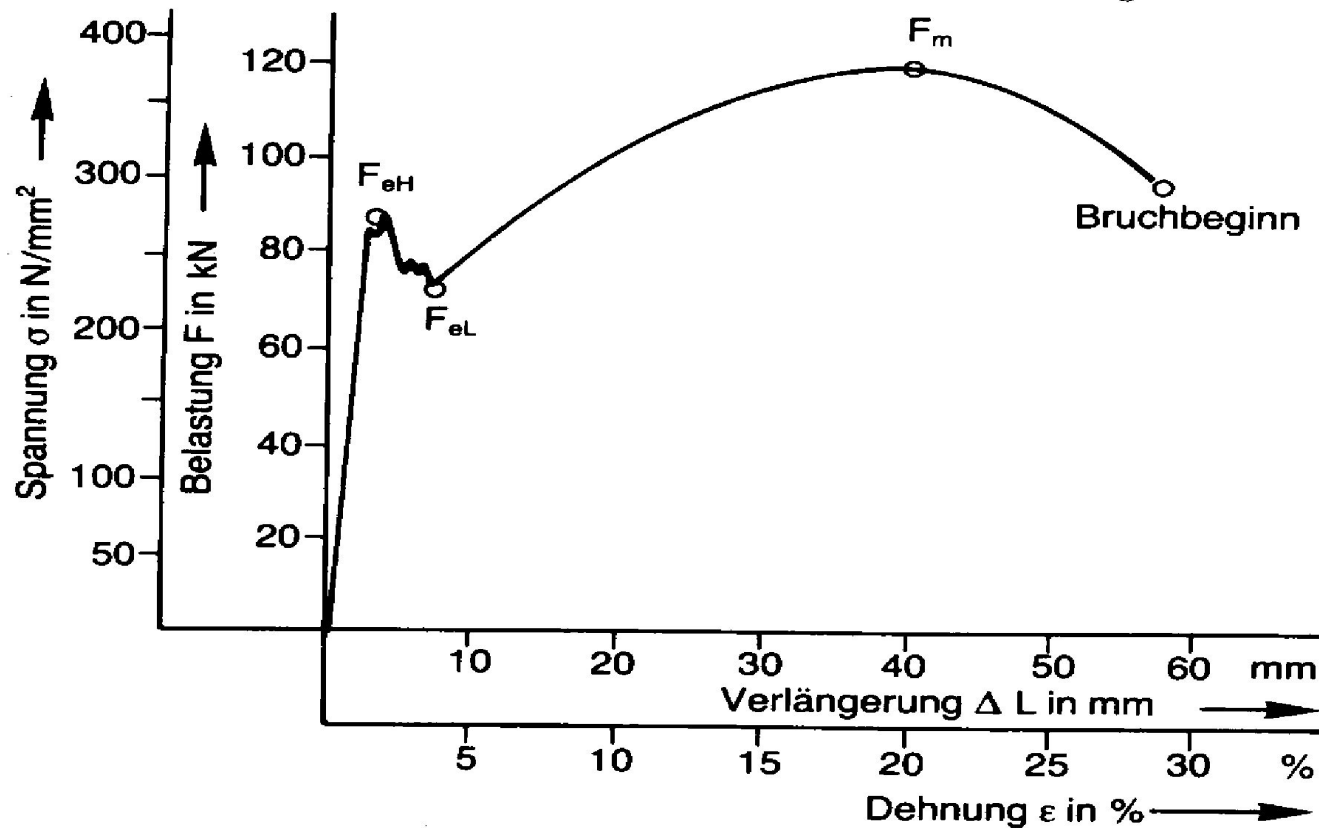
Zugversuch

Es gibt hydraulische Prüfmaschinen und elektrisch angetriebene Spindel-prüfmaschinen

Es werden immer die Zugkraft F und die Verlängerung ΔL der Probe simultan gemessen

Direktes Messdiagramm ist ein Kraft-Ver-längerungsdiagramm

Zugversuch



Belastung-Verlängerung-Schaubild und Spannung-Dehnung-Schaubild für $d_o = 20 \text{ mm}$ und $L_o = 200 \text{ mm}$ mit unstetigem Übergang vom elastischen in den plastischen Bereich.

F_{eH} = Belastung an der oberen Streckgrenze

F_{eL} = Belastung an der unteren Streckgrenze

$\sqrt{F_m}$ = Höchstzugkraft

► Werkstoffkunde

Zugversuch

Normalerweise werden technische Spannungen und Dehnungen benutzt

$$\sigma = F / \text{Anfangsquerschnitt } S_0$$

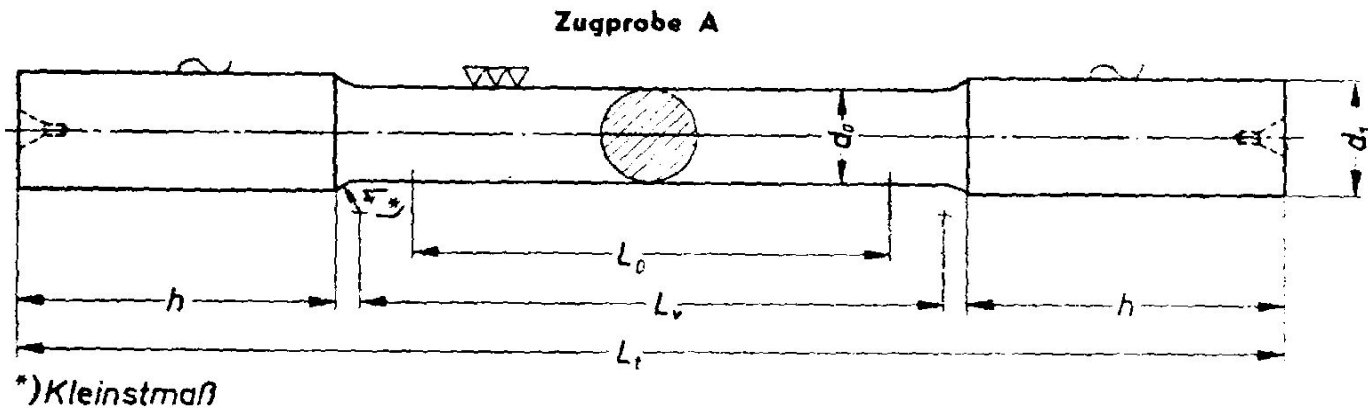
$$\varepsilon = \Delta L / \text{Anfangsmesslänge } L_0$$

Damit ist die Umrechnung nur von Anfangswerten bestimmt, die konstant sind

Man benutzt S_0 , weil A für die Bruchdehnung reserviert wird

Zugversuch

7.1 Rundproben mit glatten Zylinderköpfen zum Einspannen in Reißbacken



Bezeichnungen

d_0 = Probendurchmesser

d_1 = Kopfdurchmesser $\approx 1,2 d_0$

L_v = Versuchslänge = $L_0 + d_0$

L_0 = Meßlänge ($L_0 = 5 d_0$ oder $10 d_0$)

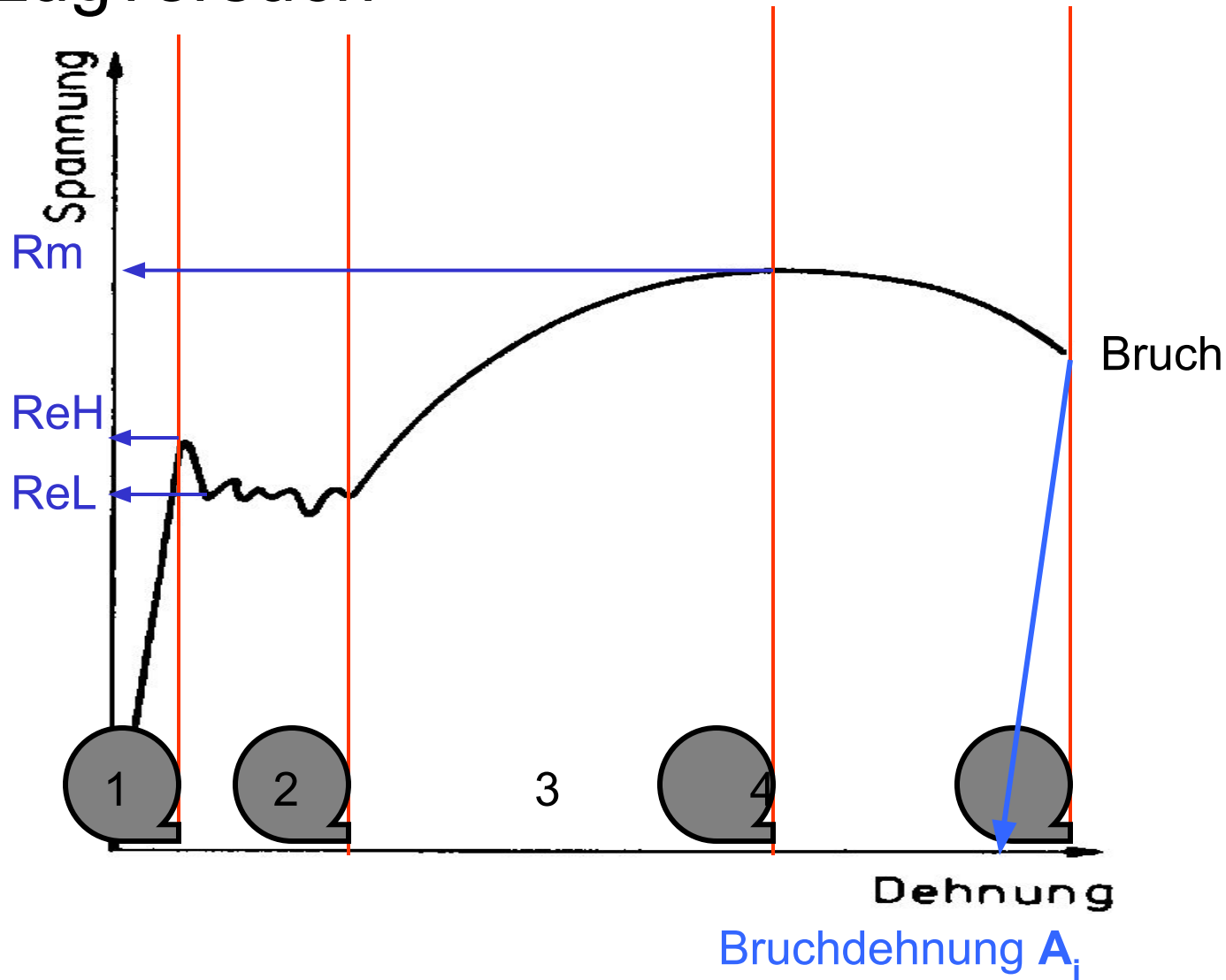
L_t = Gesamtlänge

h = Kopfhöhe

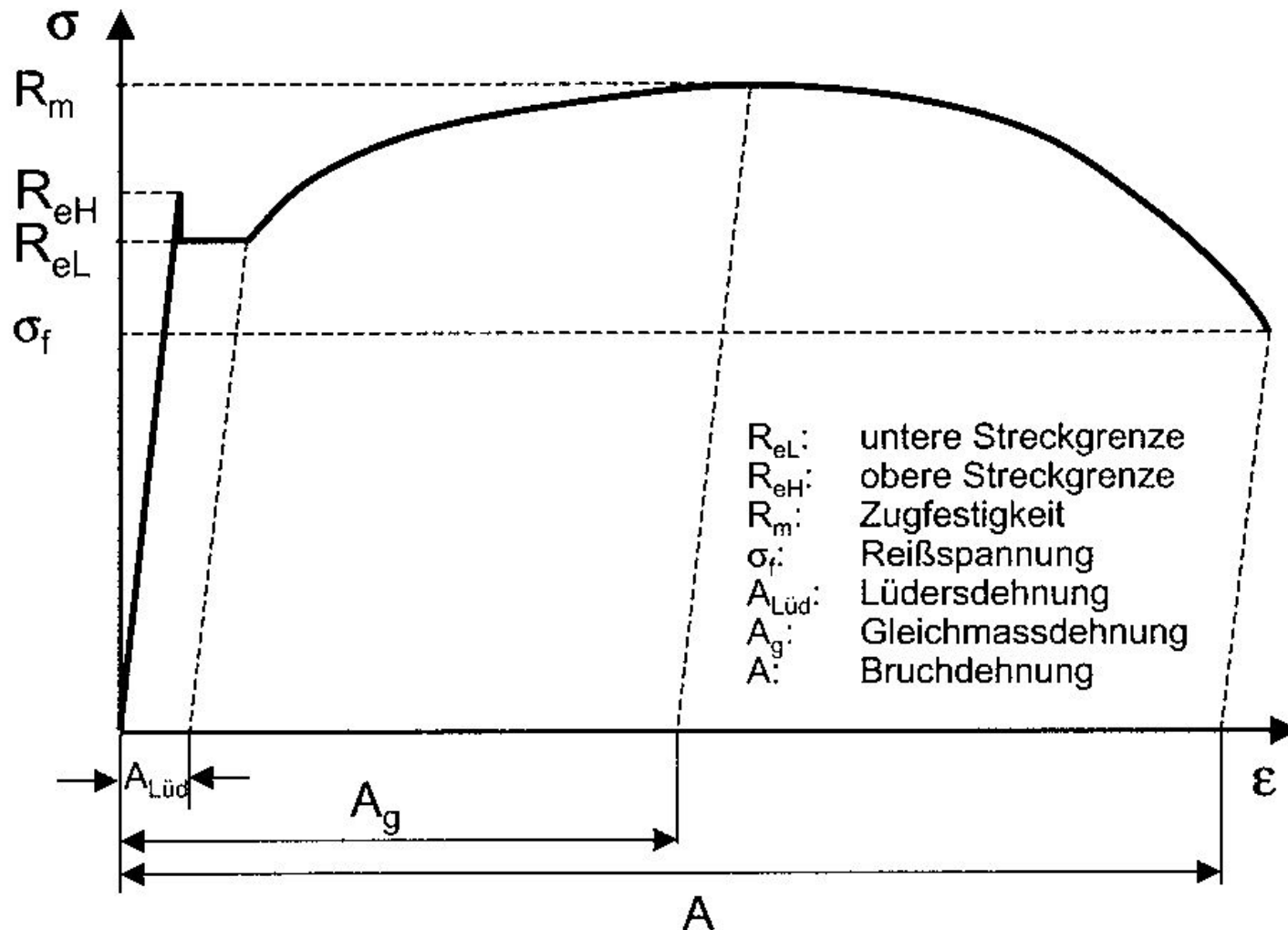
Bezeichnung einer Zugprobe Form A von Probendurchmesser $d_0 = 12 \text{ mm}$ und Meßlänge $L_0 = 60 \text{ mm}$:

Zugprobe A 12 × 60 DIN 50125

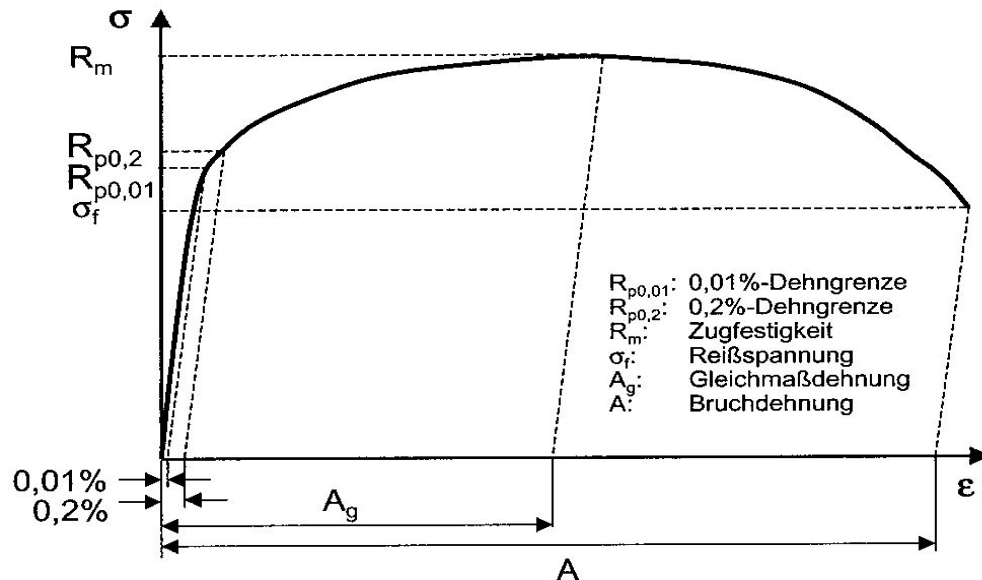
Zugversuch



Zugversuch

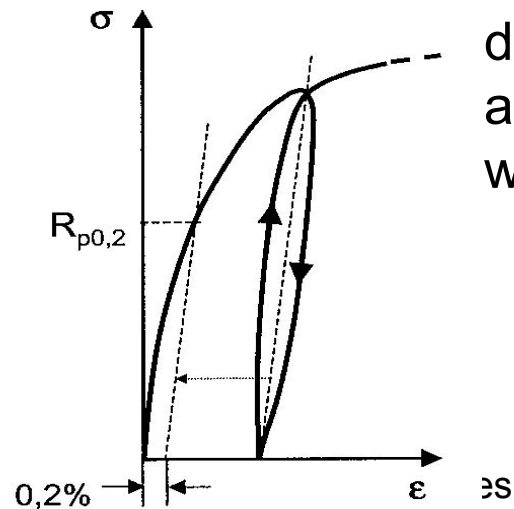
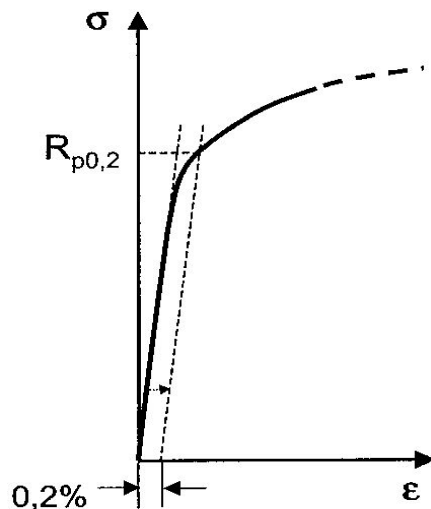


Zugversuch



Wenn keine ausgeprägte Streckgrenze vorhanden ist, bestimmt man die Dehngrenze R_{p_i} im nichtproportionalen Bereich

Der Index i gibt die plast. Verformung an, bei der die gemessene Spannung als Dehngrenze bestimmt wird



► Werkstoffkunde

Zugversuch

Die Bruchdehnung wird an der unbelas-teten Probe nach dem Versuch bestimmt

Sie hängt stark von der Probengeometrie ab

Je länger die Probe ist, desto kleiner ist die Bruchdehnung

Für Standardproben gibt es Indices zur Kennzeichnung

► Werkstoffkunde

Zugversuch

Bruchdehnung A :

$$A = \Delta l_B / L_0$$

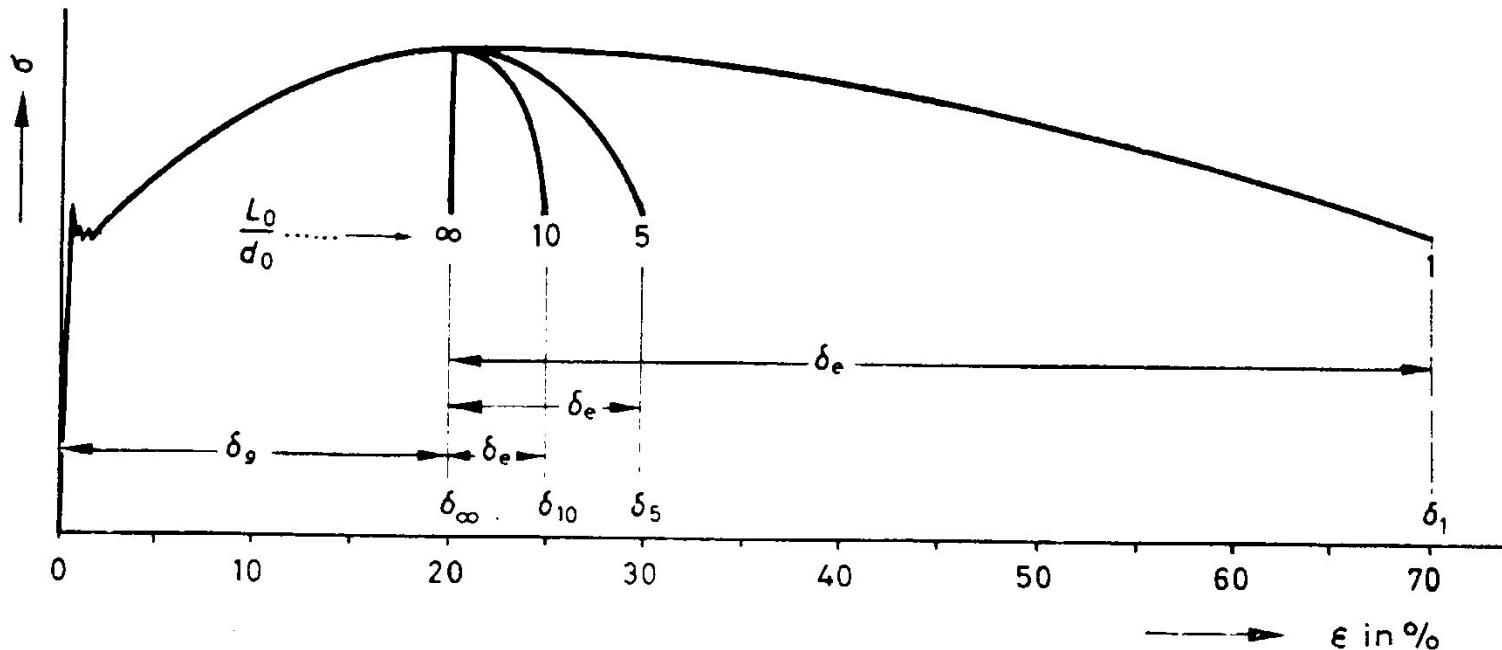
Ohne Index für den kurzen

Proportional-stab mit $L_0 = 5 \cdot d_0$

$A_{11,3}$ für den langen Prop.-Stab mit L_0
 $= 10 \cdot d_0$

A_{50} und A_{80} bei Blechproben mit L_0 von
50 bzw. 80mm und der Breite $L_0/4$

Zugversuch



Spannungs-Dehnungs-Diagramm von weichem Stahl (schematisch) bei verschiedenen Meßlängenverhältnissen L_0/d_0

Der Bruchdehnungswert A ist probengeometrieabhängig!!!!

► Werkstoffkunde

Zugversuch

Es gibt einen weiteren
Verformungs-kennwert, die
Brucheinschnürung

$$Z = (S_0 - S_{\min}) / S_0$$

Dieser Wert ist für alle Rundzugproben
identisch

► Werkstoffkunde

Zugversuch

Die technische Spannung und die Dehnung reicht normalerweise für die Werkstoffprüfung aus

Sollen aber Kennwerte für die Umformung wie das Schmieden bestimmt werden, sind die Fehler zur physikalischen (wahren) Spannung zu groß

► Werkstoffkunde

Zugversuch

Die wahre Spannung

$$\sigma_w = F / S_{\text{aktuell}}$$

Sie wird bei der Einschnürung viel größer als die techn. Spannung werden

Für große Verformungen wird die logarithmische Formänderung ϕ benutzt

$$\phi = \ln (L / L_0)$$