



# 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

---

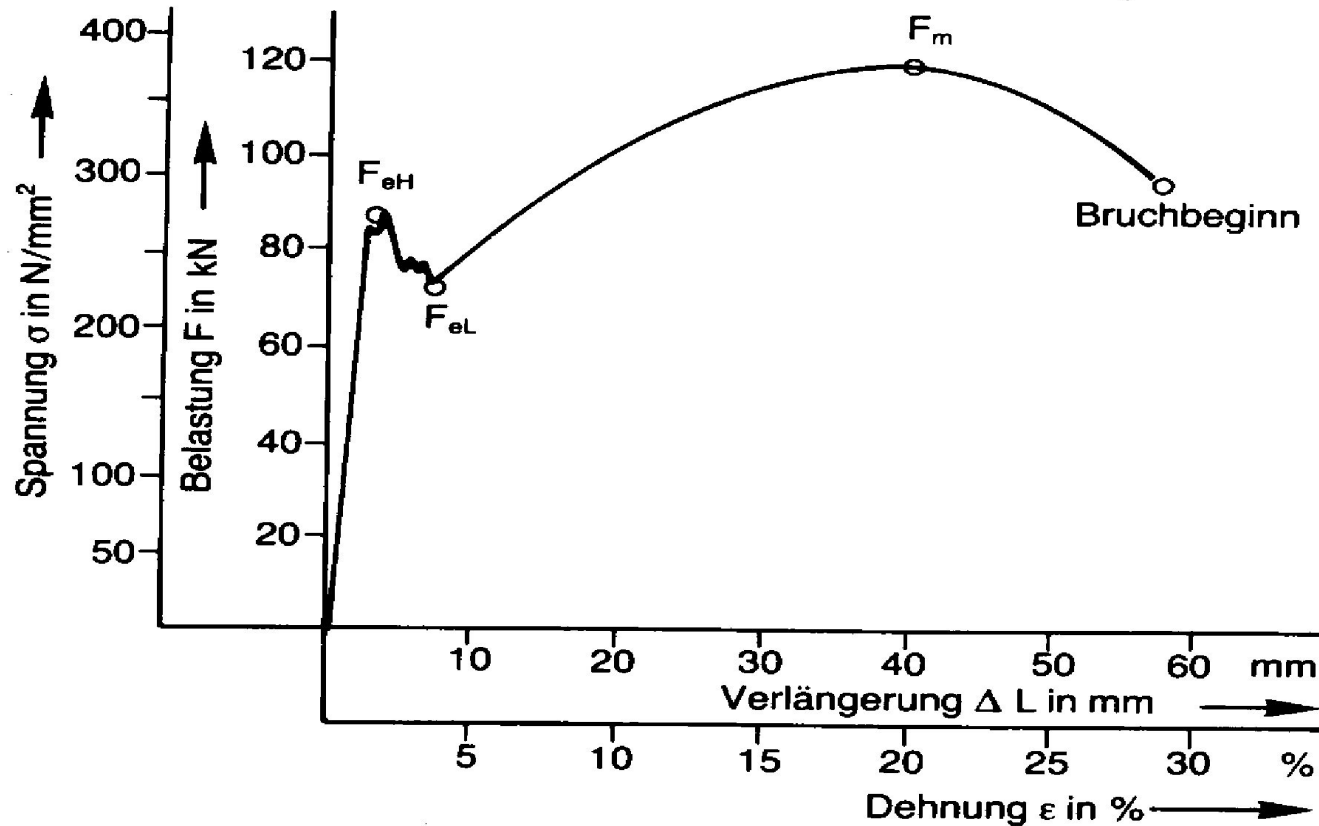
Zugversuch

Es gibt hydraulische Prüfmaschinen und elektrisch angetriebene Spindel-prüfmaschinen

Es werden immer die Zugkraft  $F$  und die Verlängerung  $\Delta L$  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*

*$F_m$  = Höchstzugkraft*

## ► Werkstoffkunde

---

### Zugversuch

Normalerweise werden technische Spannungen und Dehnungen benutzt

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

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

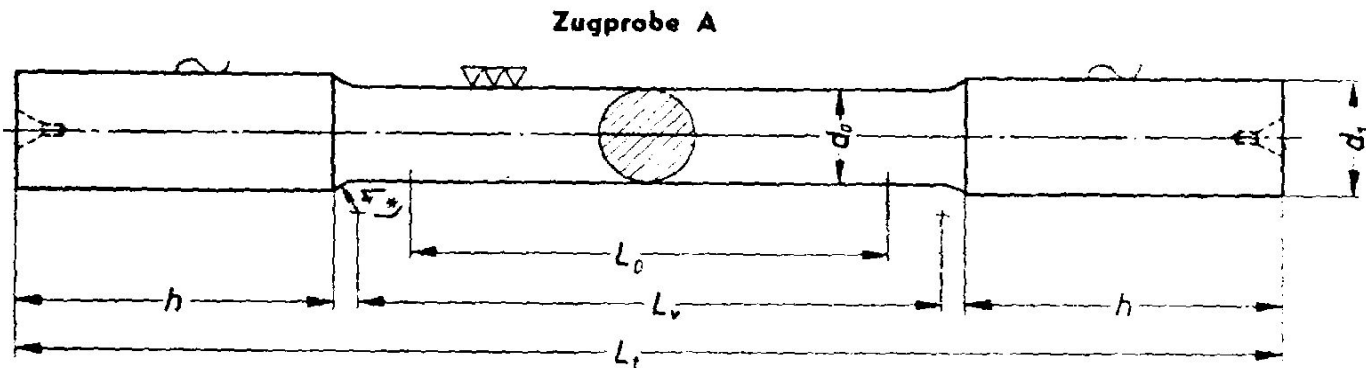
Damit ist die Umrechnung nur von Anfangswerten bestimmt, die konstant sind

Man benutzt  $S_0$ , weil  $A$  für die Bruchdehnung reserviert wird



## Zugversuch

### 7.1 Rundproben mit glatten Zylinderköpfen zum Einspannen in Reißbacken



\*) Kleinstmaß

#### 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

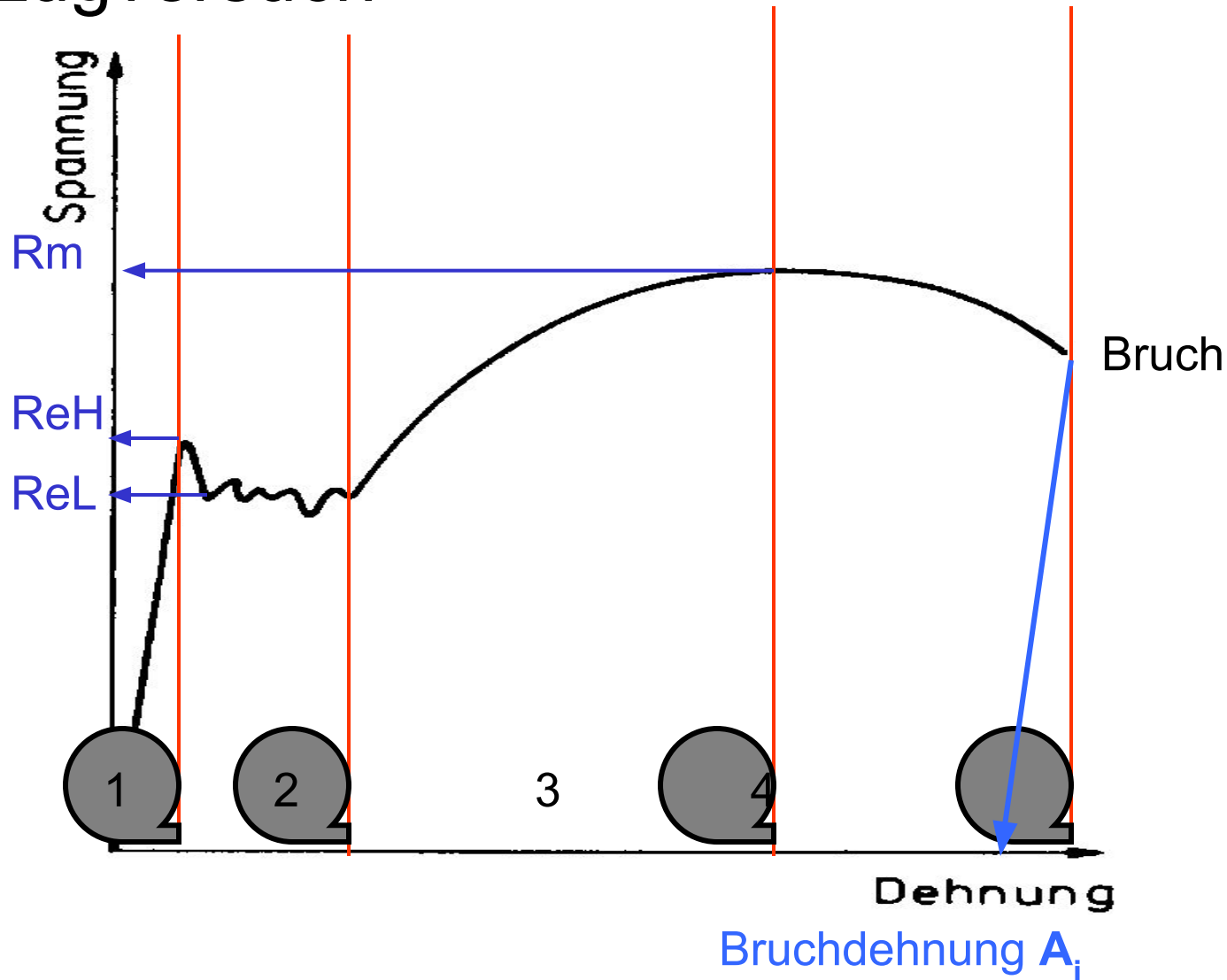
$h$  = Kopfhöhe

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

Zugprobe A 12 × 60 DIN 50125

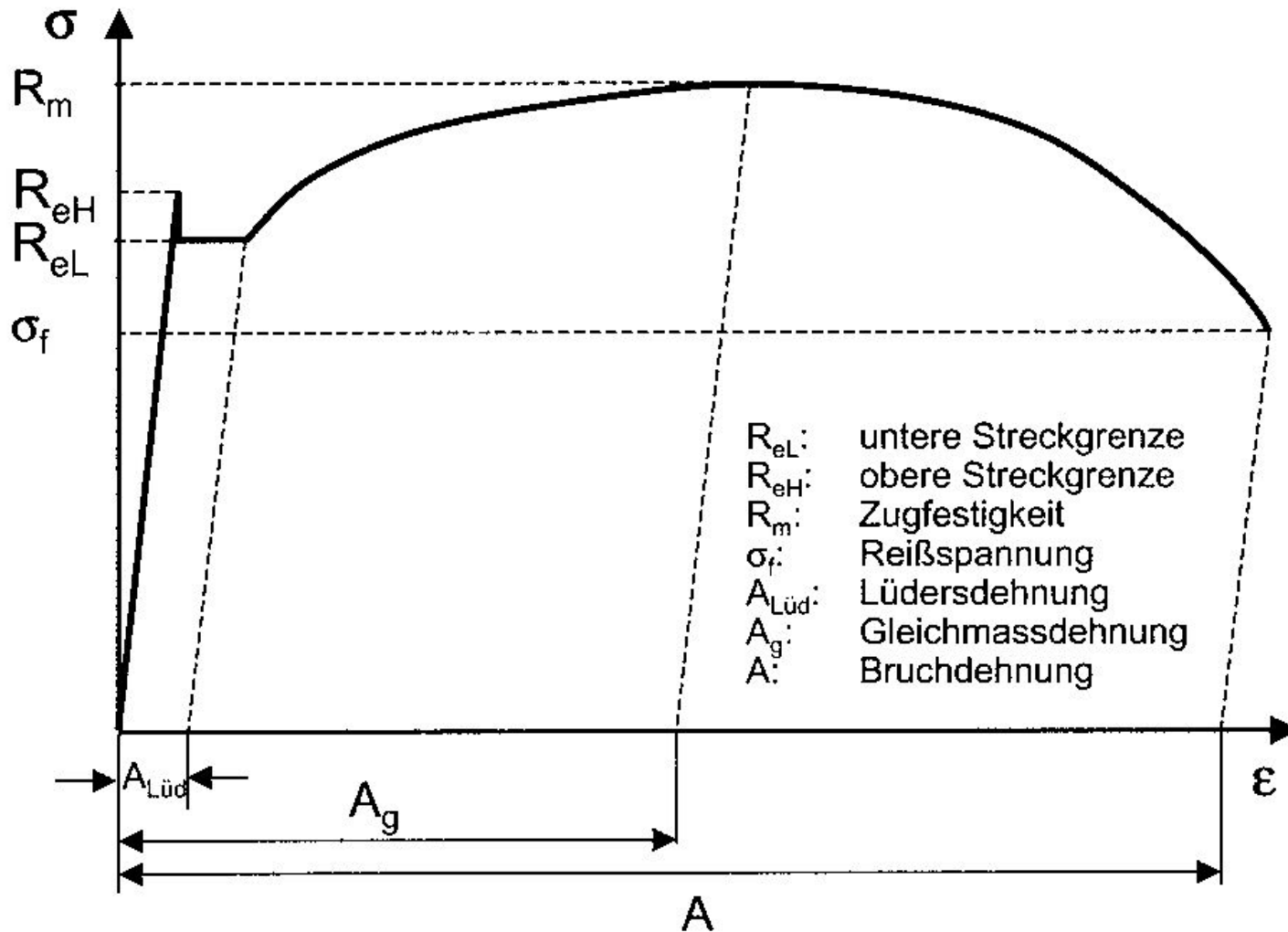
# ► Werkstoffkunde

## Zugversuch



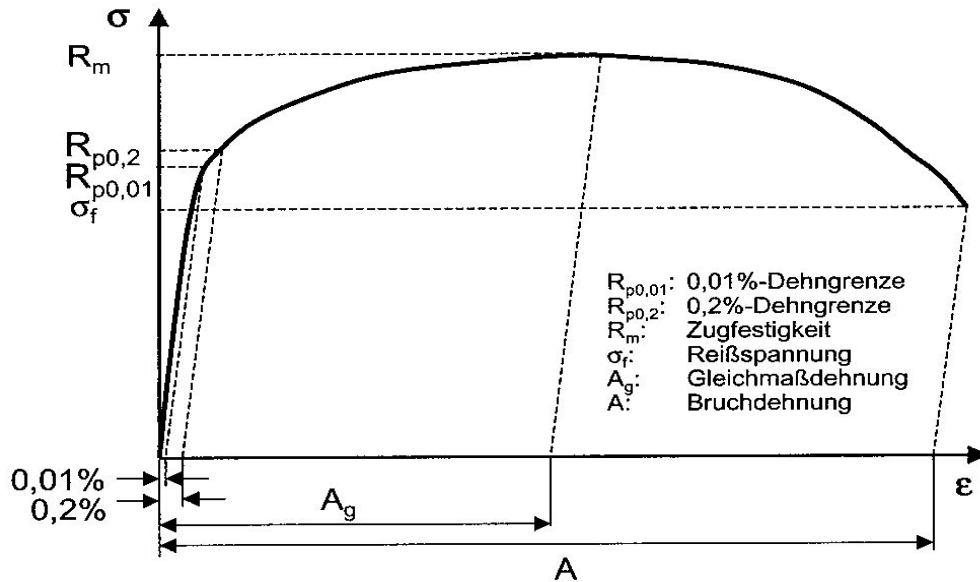
# ► Werkstoffkunde

## Zugversuch



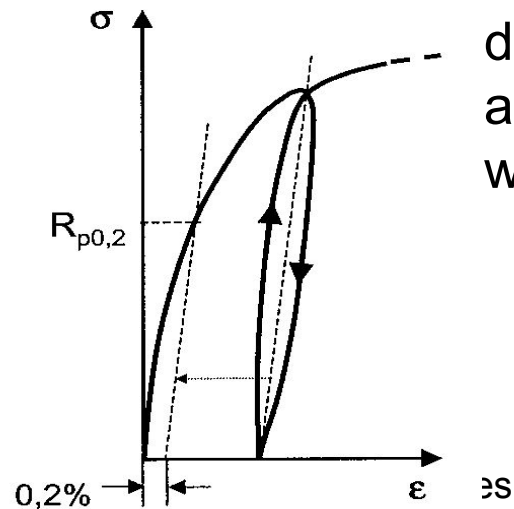
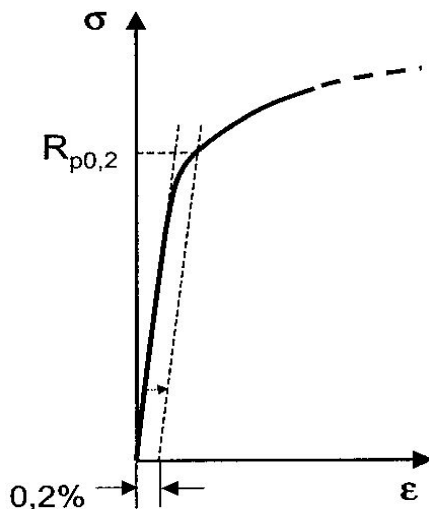
# ▶ Werkstoffkunde

## 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

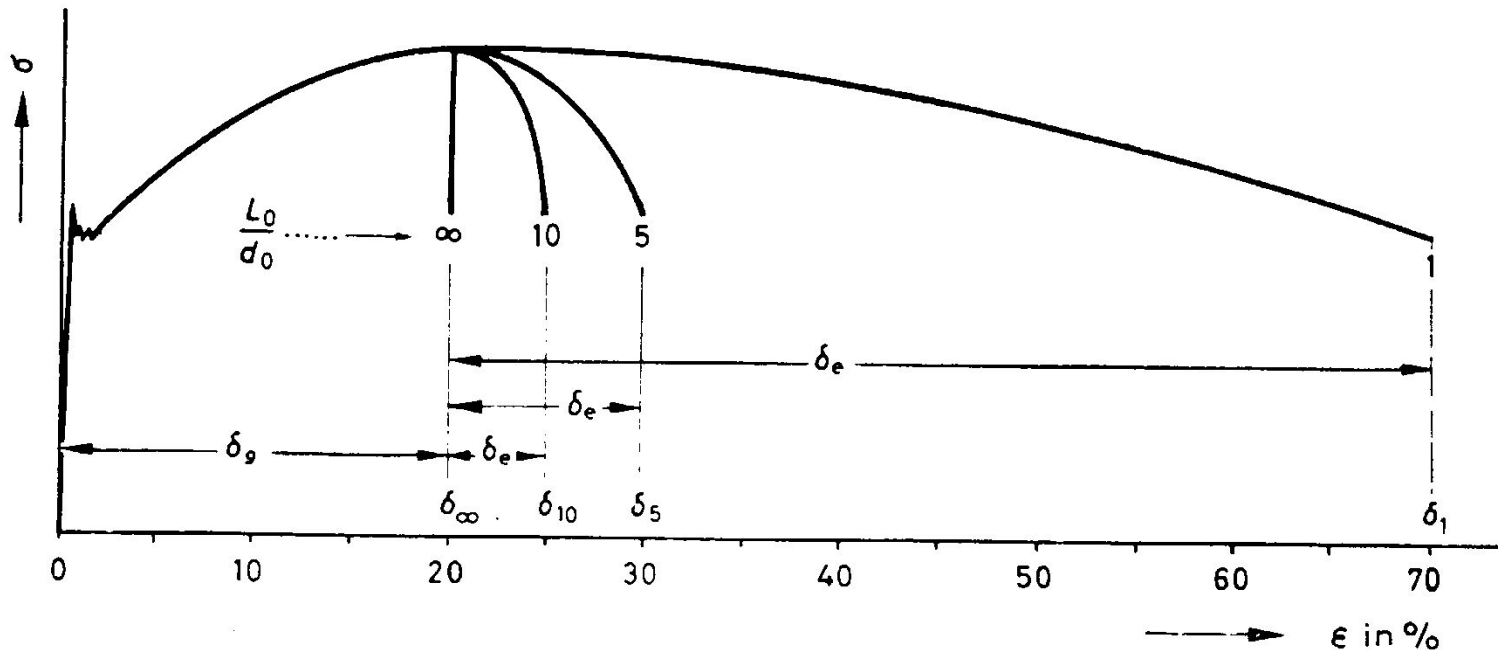
Proportional-stab mit  $L_0 = 5 \cdot d_0$

$A_{11,3}$  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  $L_0/4$

# ► Werkstoffkunde

## 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  $\phi$  benutzt

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