

Praktikumsgruppe 8:

Protokollführer: Christina Lebsuch, Frank Sandig

Mitarbeiter: Markus Fengler, Christian Löffler, Daniel Heinz, Erik Jüppner

# Versuchsprotokoll

## - Zugversuch -

### 1. Aufgabenstellung

Man mache sich mit dem Aufbau der Prüfmaschine und Versuchsmethodik vertraut. Anschließend sind Zugversuche mit folgenden Proben durchzuführen: drei Proben unlegierter Stähle mit unterschiedlichem Kohlenstoffgehalt und Aluminium. Dabei sind die Kraft-Verlängerungs-Diagramme aufzunehmen und auszuwerten. Für die Auswertung müssen folgende Werkstoffkenngrößen bestimmt werden:

- Zugfestigkeit  $R_m$ ,
- Streckgrenze  $R_e$ ,
- Streckgrenzenverhältnis  $R_e/R_m$ ,
- Bruchdehnung  $A$ ,
- Brucheinschnürung  $Z$ .

### 2. theoretische Grundlagen

Der Zugversuch ist ein sehr wichtiges Verfahren der Werkstoffprüfung. Die Probe wird dabei einer statischen einachsigen Belastung ausgesetzt. Dabei wird das Kraft-Verlängerungs-Diagramm aufgenommen. Aus den erhaltenen Messwerten werden Festigkeits-, Verformungs- und elastische Kenngrößen ermittelt. Diese Werte werden genutzt bei der Bauteildimensionierung, der Entwicklung und in der Qualitätssicherung.

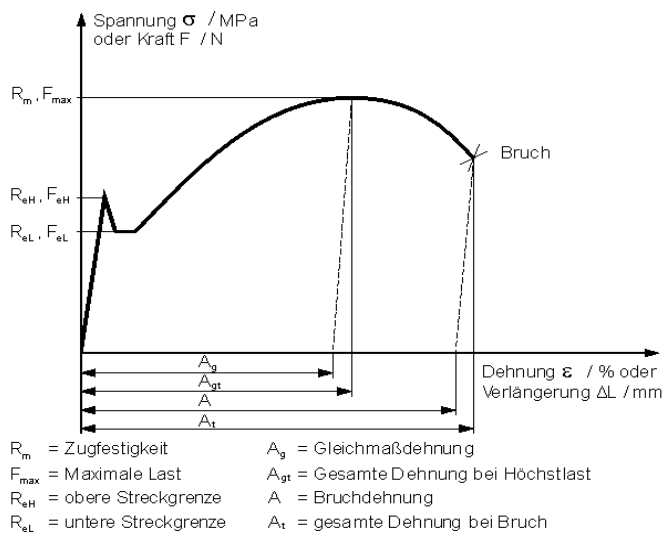


Abb. 1 – Spannungs-Dehnungs bzw. Kraft-Verlängerungs-Diagramm

Im Folgenden werden die Kenngrößen kurz erläutert. Abb.1 zeigt ein Kraft-Verlängerungs-Diagramm für einen duktilen Werkstoff, welches in einen elastischen und plastischen Bereich unterteilt werden kann. Der elastische Bereich wird begrenzt durch die Streckgrenze  $R_e$ . Bei ausgeprägter Streckgrenze gibt es einen oberen und einen unteren Wert. Diese werden wie folgt berechnet:

$$R_{eH} = \frac{F_{eH}}{S_0} \quad , \quad R_{eL} = \frac{F_{eL}}{S_0} \quad S_0: \text{Anfangsquerschnitt}$$

Für Werkstoffe ohne ausgeprägte Streckgrenze nutzt man eine Ersatzstreckgrenze  $R_{p0,2}$ , die mit einer Parallelen zur Hookschen Geraden bei 0,2% der Verlängerung konstruiert wird. Die Verformung in diesem Bereich ist reversibel, das heißt nach Entlastung geht der Körper wieder in seine Ausgangsform zurück. Beschrieben wird dieser Abschnitt durch das

- Hooksche Gesetz:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

und die elastischen Kenngrößen:

- Elastizitätsmodul E
- Schubmodul G
- Querkontraktionszahl  $\nu$ .

Bei Überschreitung der Streckgrenze kommen wir in den Bereich der plastischen Verformung. Diese ist gekennzeichnet durch die Bewegung der Versetzungen (Gleiten der Ebenen). Bis zur maximalen Kraft dehnt sich die Probe gleichmäßig aus und verfestigt sich. Dieses Maximum wird als Zugfestigkeit  $R_m$  bezeichnet und ergibt sich folgendermaßen:

$$R_m = \frac{F_{max}}{S_0}$$

Eine weitere Belastung führt zur Bildung einer Einschnürung und letztendlich zum Versagen des Werkstoffes, d.h. zum Bruch. Dieses Verhalten wird durch folgende Größen gekennzeichnet:

Brucheinschnürung Z:

$$Z = \frac{S_0 - S_B}{S_0}$$

Bruchdehnung A:

$$A = \frac{L_B - L_0}{L_0}$$

Index B: Wert nach Versagen (Bruch)

### 3. Messwerte

Die im Versuch am 05.12.2008 aufgenommenen Messwerte und Graphen befinden sich auf den angehefteten Zusatzblättern (Blatt A, Blatt B).

Ermittelt wurden z.B.:

Werkstoff	C15	C45	C60	Al
Bruchdehnung $A_5$ / %	26,9	27,7	18,2	15,1

### 4. Auswertung

Die unlegierten Stähle C15, C45 und C60 zeigen wie erwartet eine Kraft-Verlängerungskurve mit ausgeprägter Streckgrenze, die mit steigendem Kohlenstoffgehalt in den Hintergrund tritt. Des weiteren wird deutlich, dass die Zugfestigkeit und Streckgrenze mit dem Kohlenstoffgehalt steigen, während die Duktilität sinkt, was u.a. auch an den Bruchflächen/Einschnürungen erkennbar ist.

Für Aluminium konnte auf Grund eines Maschinendefektes keine Kurve aufgenommen werden. Die oben angegebene Ersatzstreckgrenze wurde aus einem von der Betreuerin gestellten Plot eines vorangegangenen Versuchs abgeleitet.

### 5. Bildquelle:

Abbildung 1 wurde den Vorbereitungsunterlagen für einen ähnlichen Versuch an der Universität Stuttgart entnommen, nachzulesen unter

[http://www.imwf.uni-stuttgart.de/lehre/vd/wkp/01\\_Zugversuch/Zugversuch.htm](http://www.imwf.uni-stuttgart.de/lehre/vd/wkp/01_Zugversuch/Zugversuch.htm) – 08.12.2008.