

FACHHOCHSCHULE REGENSBURG

Praktikum Werkstofftechnik

Semester:

Professor: ***Dr.-Ing. H. Heinrich***
.....

Werkmeister:

Versuchsbezeichnung:

Zugversuch an Rundproben

Nr. des Versuches :

Name_1: Vorname_1:.....

Name_2: Vorname_2:

Name_3: Vorname_3:

Gruppe:

Tag des Praktikums:

Abgabetermin :

(14 Tage nach Durchführung des
Praktikums bzw. zum letzten ange-
gebenen Termin)

Testat:

Datum:

© He 8/99

Dieses Deckblatt bitte ausfüllen und mit den Seiten 8 und 9 für den Versuchsbericht verwenden.
Den restlichen Umdruck nicht mit abgeben.

Zugversuch an Rundproben

1. Zweck des Versuches

Eine genormte Zugprobe (nach DIN 50 125, 04.91) wird auf einer Zerreißmaschine i.a. bis zum Bruch gedehnt und die dabei erforderliche Zugkraft gemessen. Die so gewonnenen Meßwerte werden in ein Kraft-Verlängerungs- bzw. Spannungs-Dehnungs-Diagramm eingetragen. Dieses Diagramm ermöglicht Aussagen über das Festigkeits- und Dehnungsverhalten des untersuchten Stahles.

Der Zugversuch wird nach EN 10 002, Teil 1 durchgeführt. Folgende Festigkeits- und Verformungskenngrößen werden dabei ermittelt:

- Zugfestigkeit R_m
- Streckgrenze R_{eh} oder R_{el} bzw. 0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$
- Bruchdehnung A_5 und/oder A_{10}
- Brucheinschnürung Z

Daneben werden im Praktikum weitere Kenngrößen wie z.B. Gleichmaßdehnung (A_g) und Elastizitätsmodul (E) etc. bestimmt.

Die Abb. 1 und 2 zeigen schematische Spannungs-Dehnungs-Diagramme sowie die dazu-gehörenden Formelzeichen und Benennungen nach EN 10 002.

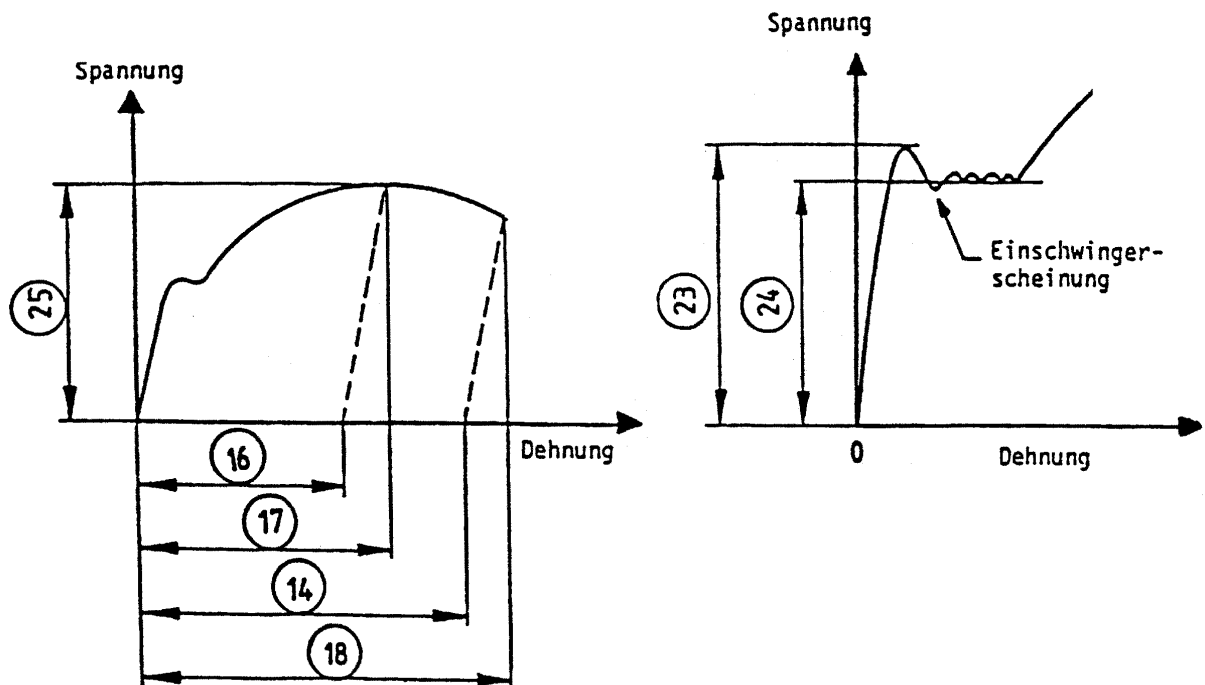


Abb. 1: schematische σ - ϵ -Diagramme (Erklärung der eingekreisten Nummern siehe Abb.2)

Nr	Formelzeichen	Einheit	Benennung	Nr.	Formelzeichen	Einheit	Benennung	Nr.	Formelzeichen	Einheit	Benennung		
Probe				Verlängerung u. Dehnung				Streckgr. - Dehngr. - Zugfestigk.					
1	a	mm	Dicke, z.B. einer Flachprobe	13	-	mm	Verlängerung nach Bruch ($L_u - L_0$)	23	R_{eH}	N/mm ²	Obere Streckgrenze		
2	b	mm	Breite, z.B. einer Flachprobe in der Versuchslänge	14	A	%	Bruchdehnung	24	R_{eL}	N/mm ²	Untere Streckgrenze		
5	L_0	mm	Anfangsmeßlänge	15	A_e	%	Streckgrenzendehnung	25	R_m	N/mm ²	Zugfestigkeit		
6	L_c	mm	Versuchslänge	16	A_g	%	Dehnung bei Höchstkraft (nichtproportional)	26	R_p	N/mm ²	Dehngrenze (nichtproportional)		
-	L_e	mm	Gerätemeßlänge	17	A_{gt}	%	Dehnung bei Höchstkraft (gesamt)	27	R_t	N/mm ²	Spannungsgrenzwert (bleib.Dehng.)		
7	L_t	mm	Gesamtlänge	18	A_t	%	Dehnung bei Bruch (gesamt)	28	R_t	N/mm ²	Dehngrenze (bei ges. Dehnung)		
8	L_u	mm	Meßlänge nach Bruch	Kraft					E	N/mm ²	E-Modul		
9	s_0	mm ²	Anfangsquerschnitt										
10	s_u	mm ²	kleinster Probenquerschnitt nach Bruch										
11	Z	%	Brucheinschnürung	22	F_m	N	Höchstzugkraft						
12	-		Probenköpfe										

Abb. 2: Formelzeichen, Einheiten und Benennungen nach EN 10 002 (Auszug)

2. Theoretische Grundlagen

Die erforderlichen theoretischen Grundlagen wurden in der Einführungsvorlesung besprochen. Sie sind nachzulesen in der EN 10 002 sowie in den meisten Büchern zur Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung wie z.B.:

- Barga/Schulze Werkstoffkunde (Springer)
- Domke Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung (Giradet)
- Macherauch Praktikum in Werkstoffkunde (Vieweg)

3. Versuchseinrichtung

3.1 Zugmaschine

Die Zugversuche an Rundproben werden an der hydraulischen 40 t - MAN-Universal-prüfmaschine, Baujahr 1961, Herstell-Nr. 700352 durchgeführt. Mit dieser Prüfmaschine lassen sich außer dem Zugversuch noch Druckversuch, Faltversuch, Biegeversuch, Zug-Druck-Dauerschwingversuch sowie Warmzugversuch durchführen.

Die Prüfmaschine hat 4 Belastungsbereiche: 40 / 100 / 200 / 400 kN

3.2 Zugproben

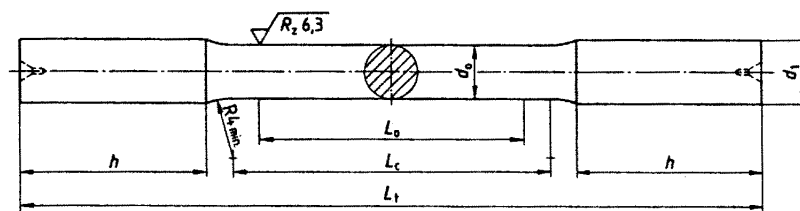
Die Zugproben aus metallischen Werkstoffen werden nach DIN 50 125 angefertigt. Ausnahmen: Zugproben aus Grauguß, Druckguß, Temperguß, dünnen Blechen (s. Flach-zugversuch), Schweißnähten etc.

Die Abmessungen, Oberflächengüten und Hinweise auf eine normgerechte Bezeichnung der Zugproben sind in DIN 50 125 zeichnerisch sowie tabellarisch angegeben (Beispiel s.u.). Entsprechend der Form unterscheidet man die Zugproben A bis G.

Beispiel zur Probenbezeichnung:

- 1) Rundprobe Format A (mit glatten Zylinderköpfen zum Einspannen in Spannkeile) mit dem Probendurchmesser $d_0 = 8 \text{ mm}$ und Anfangsmeßlänge $l_0 = 40 \text{ mm}$ ($l_0 = 5 d_0$).

DIN-Bezeichnung: **Zugprobe DIN 50 125 - A 8 x 40**



d_0 Probendurchmesser
 d_1 Kopfdurchmesser ($\approx 1,2 d_0$)
 h Kopfhöhe

L_0 Anfangsmeßlänge ($L_0 = 5 d_0$)
 L_c Versuchslänge ($L_c \geq L_0 + d_0$)
 L_t Gesamtlänge

d_0	L_0	d_1 ≈	h min.	L_c min.	L_t min.
4	20	5	16	24	65
5	25	6	20	30	80
6	30	8	25	36	95
8	40	10	30	48	115
10	50	12	35	60	140
12	60	15	40	72	160
14	70	17	45	82	185
16	80	20	50	96	205
18	90	22	55	108	230
20	100	24	60	120	250
25	125	30	70	150	300

Abb. 3: Beispiel für Form und Abmessung einer Zugprobe nach DIN 50 125 (Angaben in mm)

3.3 Feindehnungsmeßgerät

Zur genauen Bestimmung der 0,2%-Dehngrenze und des Elastizitätsmoduls wird ein Feindehnungsmeßgerät nach Martens-Kennedy benutzt, siehe Abbildung 4. Das Gerät hat ein Übersetzungsverhältnis von 1:20. Es erlaubt mit Hilfe einer Nonius-Ablesung das Messen einer Längenänderung von mindestens 5×10^{-3} mm und eignet sich gut zum Ermitteln der Hookschen Geraden und der 0,2%-Dehngrenze.

4. Versuchsdurchführung

4.1 Versuch 1: Aufnahme eines Spannungs-Dehnungs-Diagrammes:

Hierzu nötige Definitionen und Formelbezeichnungen sind in EN 10 002 enthalten.

Es sollen an Proben an "unlegiertem Baustählen" nach EN 10 025 aus S275JR (Werkstoff-Nr.1.0044, früher St 44-2) folgende mechanisch-technologischen Werkstoffkennwerte bestimmt werden (s. auch Vordruck auf Seite 8):

-	Zugfestigkeit	R_m	in N/mm^2
-	untere Streckgrenze	R_{el}	in N/mm^2
-	obere Streckgrenze	R_{eh}	in N/mm^2
-	Bruchdehnung	A_5 und/oder A_{10}	in %
-	Brucheinschnürung	Z	in %
-	Gleichmaßdehnung	A_{g5} und/oder A_{g10}	in %

Vor dem Versuch soll die Zugprobe für den Zugversuch vorbereitet werden. Dabei sind durchzuführen:

- Messung und Protokollierung der Probenabmessungen
- Markierung der Anfangsmeßlänge l_0 auf der Probe (dazu einen wasserfesten, feinen Filzschreiber benutzen)
Achtung: Falls $d_0 = 7,95$ mm gemessen wird, soll die Meßlänge $l_0 = 5 \times 8,0 = 40$ mm bzw. $l_0 = 10 \times 8,0 = 80$ mm genommen werden. Also nicht $l_0 = 5 \times 7,95 = 39,75$ mm!
Ausrechnung von s_0 : $s_0 = d_0^2 \frac{\pi}{4}$ (hier hat d_0 den gemessenen Wert).
- Einteilung der Meßlänge ($l_0 = 10 d_0$) in 10 Teile sowie Markierung der Meßlänge für den kurzen Proportionalstab ($l_0 = 5 d_0$)

Während des Versuches soll die Belastungsgeschwindigkeit der Probe in der Prüfmaschine im elastischen Bereich kleiner als $30 \text{ N/mm}^2\text{s}$ sein. Noch während des Versuches soll die Kraft an der oberen Streckgrenze (F_{eH}), falls diese auftritt, auf der Skala abgelesen werden. Die abgelesene Kraft soll bei der Festlegung der Kraftachse am von der Zerreißmaschine gezeichneten Kraft-Verlängerungs-Diagramm mitverwendet werden.

Nach dem Versuch sollen folgende Messungen durchgeführt werden:

- Ablesen der Höchstzugkraft F_m am Schleppteiger und Errechnung der Zugfestigkeit aus $R_m = F_m/s_0$

Versuchsbericht

Versuch 1: Zugversuch nach EN 10 002

Werkstoff:

Probenform: Zugprobe DIN 50 125 - A-

Probendurchmesser $d_o =$ mm, Anfangsquerschnitt $s_o =$ mm²
 $d_u =$ mm, Endquerschnitt $s_u =$ mm²

Meßlängen $L_o =$ mm, $L_u =$ mm
Bruchdehnung $A_5 =$ %, oder $A_{10} =$ %
Brucheinschnürung $Z =$ %
Gleichmaßdehnung $A_g =$ %

Kraft an der oberen Streckgrenze: $F_{eH} =$ kN
Kraft an der unteren Streckgrenze: $F_{eL} =$ kN
Höchstzugkraft: $F_m =$ kN

Zugfestigkeit: $R_m =$ N/mm²
obere Streckgrenze: $R_{eH} =$ N/mm²
untere Streckgrenze: $R_{eL} =$ N/mm²

Gruppe, Semester: _____
Name (Druckbuchstaben): _____
Name_2 (Druckbuchstaben): _____
Versuchsdatum: _____

Versuchsbericht

Versuch 2: Zugversuch nach EN 10 002 (mit Feindehnungsmessung)

Werkstoff:

Probenform: Zugprobe DIN 50 125 - F- 10 x 100

Probendurchmesser $d_o =$ mm, Anfangsquerschnitt $s_o =$ mm²
 $d_u =$ mm, Endquerschnitt $s_u =$ mm²

Anfangsmeßlängen $L_o = 100$ mm, $L_o = 50$ mm

Bruchmeßlängen $L_u =$ mm, $L_u =$ mm

Teilmesslängen $L_{oi} = 10$ mm,

Versuchslänge $L_c = 110$ mm

Bruchdehnung $A_{10} =$ % $A_5 =$ %

Brucheinschnürung $Z =$ %

Gleichmaßdehnung aus dem Diagramm $A_g =$ %

Gleichmaßdehnung aus $A_g = 2 A_{10} - A_5$ $A_g =$ %

Höchstzugkraft $F_m =$ N

Zugfestigkeit $R_m =$ N/mm²

0,2% - Dehngrenze $R_{p0,2} =$ N/mm²

Elastizitätsmodul $E =$ kN/mm²

Gruppe, Semester: _____

Name (Druckbuchstaben): _____

Name_2 (Druckbuchstaben): _____

Versuchsdatum: _____

Messung mit dem MARTENS-KENNEDY-Feindehnmeßgerät

(Beispiel für das zu verwendende Meßprotokoll)

F	σ	Gesamtdehnung				bleibende Dehnung			
		Δl links	Δl rechts	Δl mittel	ϵ_{ges}	Δl links	Δl rechts	Δl mittel	ϵ_{bl}
kN	N/mm ²	mm	mm	mm	%	mm	mm	mm	%
5									
6									
7									
...									

Mit den Meßwerten aus obiger Tabelle soll ein $\sigma - \epsilon_{ges}$ - Diagramm erstellt und darin die Hookesche Gerade sowie $R_{p0,2}$ eingezeichnet werden. Aus der Steigung der Geraden ($\tan \alpha = \Delta\sigma / \Delta\epsilon$) soll dann der E-Modul graphisch werden.

Messung der Teilmeßlängen:

(Beispiel für das zu verwendende Meßprotokoll)

Anfangsmeßlängen mm		Länge nach Bruch mm		Δl_{ui} mm	ϵ_{ui} %
l_0	100	l_u			
l_{01}	10	l_{u1}			
l_{02}	10	l_{u2}			
...					
...					
l_{010}	10	l_{u10}			

Mit den Meßwerten aus obiger Tabelle soll ein $\epsilon_{ui} - i$ - Diagramm (wobei $i = 1$ bis 10 ist) erstellt werden. Mit Hilfe dieses Diagramms läßt sich die wahre Bruchdehnung bei außermittigem Bruch der Probe sowie die Lage der Meßlänge für den kurzen Proportionalstab festlegen (A_g -Berechnung). Sie soll die Bruchstelle ca. in der Mitte haben.

Für den Versuchsbericht sind somit folgende Punkte zu bearbeiten:

- A Versuchsaufbau, Versuchsziel

- B Versuchsdurchführung
 (Genaue Beschreibung finden Sie z.B. im Fachbuch Schlinke, Werkstoffprüfung für Metalle,
 1. Auflage, VDI-Verlag → in Bibliothek vorhanden)

C Versuchsauswertung

Sie soll mindestens folgende Punkte beinhalten:

- 2 vollständig beschriftete Kraft-Verlängerungs-Schaubilder
- 2 vollständig beschriftete Spannungs-Dehnungs-Diagramme
- Graphische Ermittlung des E-Moduls sowie der 0,2%-Dehngrenze in einem zusätzlichen Teil-Spannungs-Dehnungs-Diagramm (ϵ -Achse bis 0,4%)
- 2 vollständig ausgefüllte Versuchsprotokolle, s. Seite 8 und 9
- 2 $\epsilon_{ui} = f(i)$ - Diagramm (Falls der Bruch innerhalb der äußeren 2 Teilmeßlängen erfolgt, ist die Bruchdehnung durch Verlegen des Bruches in die Mitte einer gedachten Probe entsprechend Abb. 5 zu ermitteln.
- Beantwortung folgender Fragen zum 115CrV3:
 - Welche Wärmebehandlung hat ihre Probestange erfahren ?
 - Welche Wärmebehandlung müßte durchgeführt werden, damit sich eine Härte von 500HV einstellt ?
 - Die Antworten sind mit Hilfe des ausliegenden Untersuchungsberichtes zu ermitteln.

D Versuchskritik (Diskussion)

Zusätzlich kann freiwillig diskutiert werden über Themen wie

- Lüdersdehnung
- (Reck-) Alterung
- Einfluß der Zerreißgeschwindigkeit auf den Versuch

Der Ausarbeitung soll eine Gliederung vorangestellt werden. Die Seiten sind zu nummerieren.