

FACHHOCHSCHULE REGENSBURG	
Praktikum Werkstofftechnik	
Semester:	Versuchsbezeichnung:
Professor: <i>Dr.-Ing. Heinrich</i>	<u>Zugversuch an Blechproben</u>
Werkmeister:	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 angegebenen Termin)
Testat: Datum:	

© He 03/02

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

Zugversuch an Blechproben

1. Zweck des Versuches

Mit dem Zugversuch werden Festigkeits- und Verformungskennwerte unter 1-achsiger Belastung bestimmt. Der Versuch ist in EN 10 002, Teil 1, genormt und wird unter anderem angewendet bei flachen Erzeugnisformen wie Blechen, Bändern oder Streifen. Dazu wird eine Probe gedehnt, i.a. bis zum Bruch und dabei die Zugkraft und die Verlängerung gemessen.

2. Theoretische Grundlagen

Die theoretischen Grundlagen wurden in der Einführungsvorlesung behandelt und können in Fachbüchern wie z.B. in dem Buch "Werkstoffkunde", Bargel/Schulze, Kap.3. Werkstoffprüfung, nachgelesen werden.

3. Versuchseinrichtung

3.1 Zugmaschine

Die Versuche werden an der 5t-FRANK Zugfestigkeitsmaschine mit elektronischer Kraftmessung, Hersteller-Nr. 730101, durchgeführt, Abb. 1.

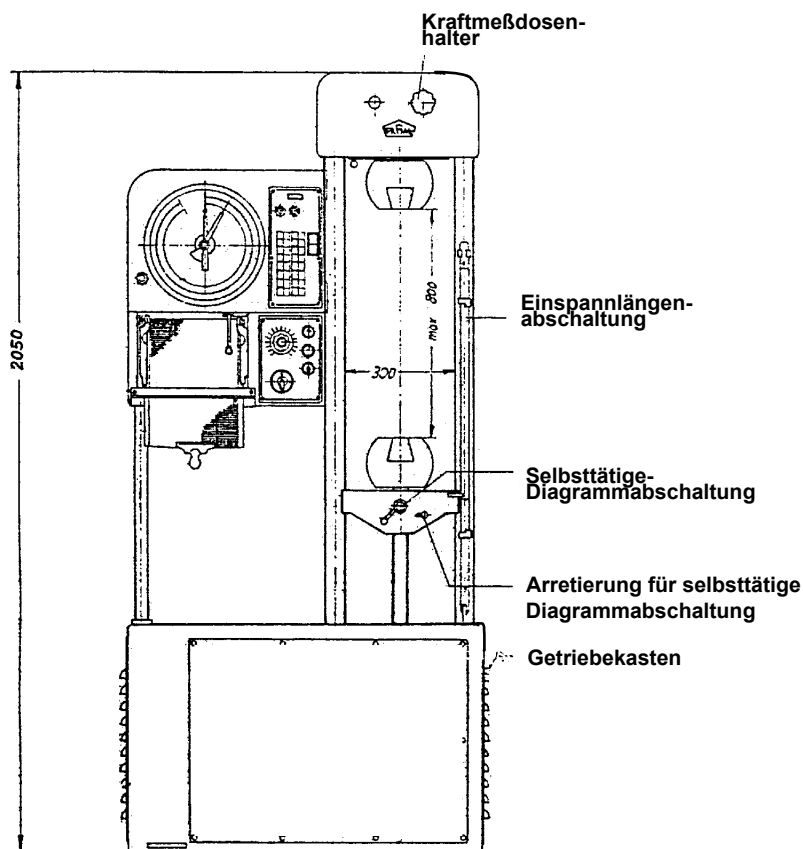
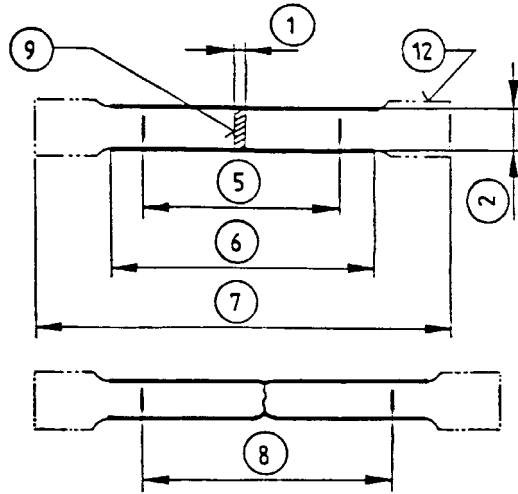


Abb1: Elektronische Zerreißmaschine, Typ Frank 73 01 01 /1

3.2 Zugproben

Die Zugproben aus metallischen Werkstoffen mit einer Dicke < 3mm werden nach EN 10 002, Anhang A, angefertigt. Dort sind Probenform und Probenmaße proportionaler und nicht proportionaler Proben angegeben, s. Abb. 2.



Maße nicht proportionaler Proben:

Probenform	Breite b mm	Anfangsmeßlänge L ₀ mm	Versuchslänge L _C mm	Freie Länge zwischen den Einspannungen bei Streifenproben mm _{min}
1	12,5 ± 1	50	75	75
2	20 ± 2	80	120	140

Maße proportionaler Proben:

$$L_0 = 5,65 \cdot \sqrt{s_0} \text{ oder}$$

$$L_0 = 11,3 \cdot \sqrt{s_0}$$

Abb. 2: Probenform und -maße von Flachproben mit einer Dicke zwischen 0,1 und 3 mm

Nr.	Formelzeichen	Einheit	Benennung	Nr.	Formelzeichen	Einheit	Benennung	Nr.	Formelzeichen	Einheit	Benennung
Probe				Verlängerung u. Dehnung				Streckgr. - Dehng. - 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 (nichtproport.)	26	R _p	N/mm ²	Dehngrenze (nichtproportional)
-	L _e	mm	Gerätemeßlänge	17	A _{gt}	%	Dehnung bei Höchst-F (gesamt)	27	R _r	N/mm ²	Spannungsgrenzwert (bleib.Dng.)
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 Br.	Kraft							
9	s ₀	mm ²	Anfangsquerschnitt in Versuchsläng								
10	s _u	mm ²	kleinster Probenquerschnitt nach Bruch								
11	Z	%	Brucheinschnürg	22	F _m	N	Höchstzugkraft				
12	-		Probenköpfe								

Abb. 3: Formelzeichen, Einheiten und Benennungen (Auszug aus EN 10 002)

4. Versuchsdurchführung

4.1 Vorbereitung der Blechproben

Es stehen 6 Proben zur Verfügung:

Stahlblech [St 13 05 (o.ä.) nach DIN 1623]	$R_m \approx 370 \text{ N/mm}^2$
Duraluminium [aushärtbare Al-Cu-Legierung]	$R_m \approx 460 \text{ N/mm}^2$
Reinaluminium [DIN 1712]	$R_m \approx 180 \text{ N/mm}^2$
Messing [CuZn 37 (o.ä.)]	$R_m \approx 540 \text{ N/mm}^2$

Zur Veranschaulichung der Auswirkungen von Wärmebehandlungen auf die Spannungs-Dehnungs-Kurve liegen zusätzlich vom Stahlblech eine gealterte und vom Rein-Al eine rekristallisierte Probe vor.

- die Versuchslänge (l_c) aller 6 Blechstreifen in 11 Bereiche von je 7 mm einteilen (Anreißvorrichtung)
- die Blechstreifen an den Einspannenden falls nötig mit der Feile aufrauhen oder mit 5 Körnungen versehen, damit sie nicht aus den Klemmbanken herausrutschen
- Querschnitte der Blechproben ausmessen (Meßschieber)
- maximal notwendige Kraft der Zugmaschine abschätzen (Meßbereich). Dazu oben angegebene R_m -Werte benutzen.

An der Zugmaschine sind bei der Grundeinstellung (1000 kp) vier Bereiche gegeben, die mit 1 bis 4 bezeichnet sind. Auf der an der Maschine angebrachten Tabelle sind sie mit I bis IV angegeben.

4.2 Bedienung der Zerreißmaschine

- A Einschalten der Zerreißmaschine am Hauptschalter.
- B Hoch- bzw. Herunterfahren der Einspannbanken mit den Knöpfen "Auf" oder "Ab" bis die Blechprobe eingespannt werden kann.
- C Einspannen und senkrecht ausrichten der Blechprobe.
- D Schleppzeiger in Nullstellung bringen, Lastbereich wählen (s.o.) und Schreibstift vorsichtig aufsetzen (Schreibtest) sowie "magisches Auge" optimieren (spreizen).
- E Zerreißversuch beginnen. Dazu den Knopf "Ab" drücken.
- F Während des Versuches mit dem Stahlblech kurz vor dem Kraftmaximum (s. Abb. 4) die Maschine anhalten. Dann fast bis zur Kraft 0 entlasten (nicht vollständig, sonst rutscht die Blechprobe aus den Klemmbanken) und wieder neu belasten und den Versuch bis zum Bruch der Stahlblechprobe weiterfahren.
- G Nach dem Zerreißen der Blechproben aus Stahl den Versuch mit der Messing und der Duralprobe wiederholen und als letztes die beiden Rein-Al-Proben zerreißen (Meßbereich!).

5. Hinweise zur Theorie

Mit dem Zugversuch werden Festigkeits- und Verformungskennwerte der Werkstoffe bei 1-achsiger, über den Querschnitt gleichmäßig verteilter Zugbeanspruchung ermittelt. Dabei wird die Last gleichmäßig und zügig (stoßfrei) aufgebracht.

Normung: EN 10 002 "Zugversuch (metallische Werkstoffe)"
 DIN 50 125 "Metallische Werkstoffe, Zugproben"

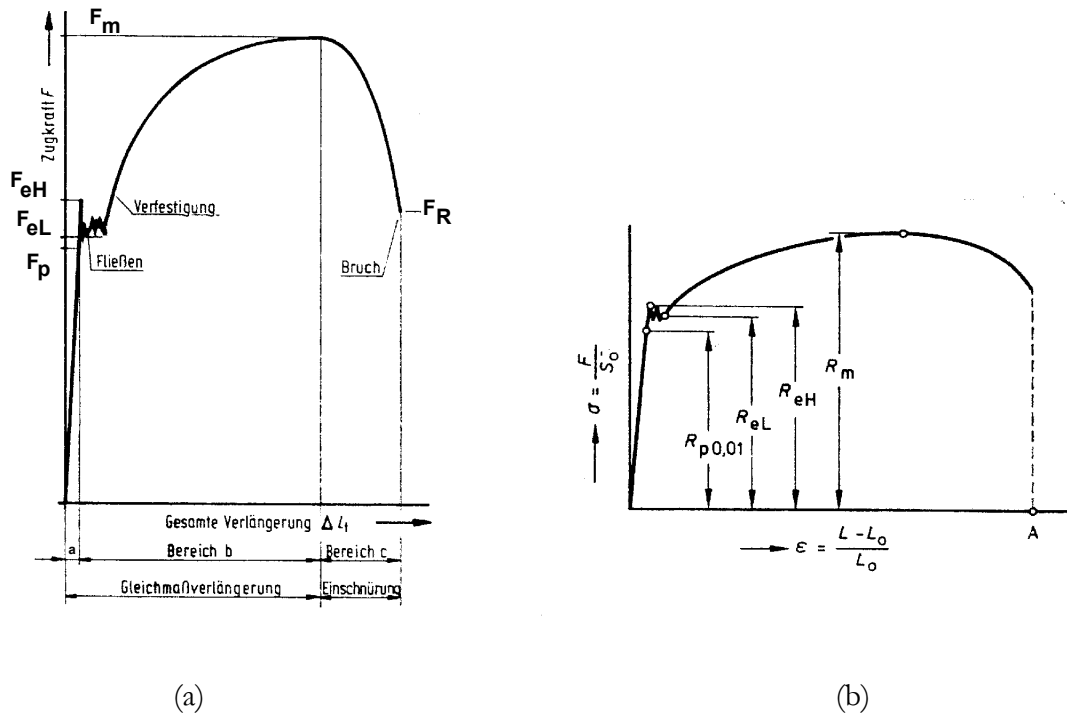


Abb. 4a,b: Kraft-Verlängerungs- (a) und Spannungs-Dehnungs-Diagramm (b) mit ausgeprägter Streckgrenze

Die in Abb. 4a und b gezeigten Diagramme können in 2 Bereiche aufgeteilt werden:

- elastischer Bereich: Bereich der Gitteraufweitung. Atome verlassen ihre Gitterplätze nicht. Die Verlängerung (Dehnung) geht nach der Entlastung zurück. Proportionalitätsgrenze F_p : Kraft und Verlängerung (Spannung und Dehnung) sind bis hier proportional \rightarrow Hookesche Gerade. Die Steigung dieser Geraden entspricht dem Elastizitätsmodul E .
- plastischer Bereich: Falls im Werkstoff gelöste Fremdatome bestimmter Größe vorliegen (C, N), kommt es durch Wechselwirkung dieser Atome mit den Versetzungen zur Bildung einer ausgeprägten Streckgrenze, s. Abb. 4a,b. Dabei beginnt der Werkstoff ab F_{eH} zu fließen. Nach Erreichen von F_{eL} kommt es durch Erhöhung der Anzahl der Versetzungen zu deren gegenseitiger Behinderung, was zur Verfestigung führt. Der Bereich zwischen F_{eH} und F_{eL} wird als Lüdersdehnung bezeichnet. Dort sind beim Versuch mit der gealterten Stahlprobe die "Lüdersbänder" zu erkennen. Ab F_m schnürt sich die Probe ein. Bei F_R tritt der Bruch ein.

Falls keine gelösten Fremdatome (s.o.) vorhanden sind, kommt es zu einem kontinuierlichen Übergang zwischen dem elastischen und dem plastischen Bereich. In diesem Fall bildet sich keine ausgeprägte Streckgrenze aus. Die Fließspannung wird dann bei einer bestimmten nichtproportionalen Dehnung (plastischen Verformung) ermittelt, i. a. $0,2\% \rightarrow R_{p0,2} \rightarrow 0,2\%$ -Dehngrenze.

6. Versuchsbericht

Die für die Auswertung nötigen Benennungen, Formelzeichen, und Einheiten nach EN 10 002 zeigt Abb. 3.

Folgende Punkte sind zu bearbeiten:

- A Versuch mit Normenangabe und Bezeichnung
- B Versuchsaufbau
- C Versuchsdurchführung
(Genau Beschreibung finden Sie z.B. im Fachbuch Schlinke, Werkstoffprüfung für Metalle, 1. Auflage, VDI-Verlag → in Bibliothek vorhanden)
- D Versuchsauswertung
Sie muß mindestens folgende Punkte beinhalten:
 - 6 Kraft-Verlängerungs-Schaubilder entsprechend Abb. 4a in diesem Umdruck
 - Erstellung von 6 vollständigen Spannungs-Dehnungs-Diagrammen (eins für jeden Werkstoff) → Beschriften der Achsen und Eintragung aller ermittelten Kennwerte !
 - Abschätzung des E-Moduls des Stahlbleches (Entlastung !)
 - 6 Diagramme der Verlängerung und Dehnung der einzelnen Teilmeßlängen [$\epsilon_{ui} = f(i)$]. Dazu Abb. 6 aus diesem Umdruck als Vorlage verwenden. Falls der Bruch innerhalb der äußeren 2 Teilmeßlängen erfolgt, ist die Bruchdehnung durch Verlegen des Bruches in die Mitte einer gedachten Probe entsprechend Abb. 7 zu ermitteln.
 - Ausfüllen der Tabelle, s. Abb. 8
 - Versuchskritik (Diskussion)

Zusätzlich kann freiwillig diskutiert werden über Themen wie

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

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

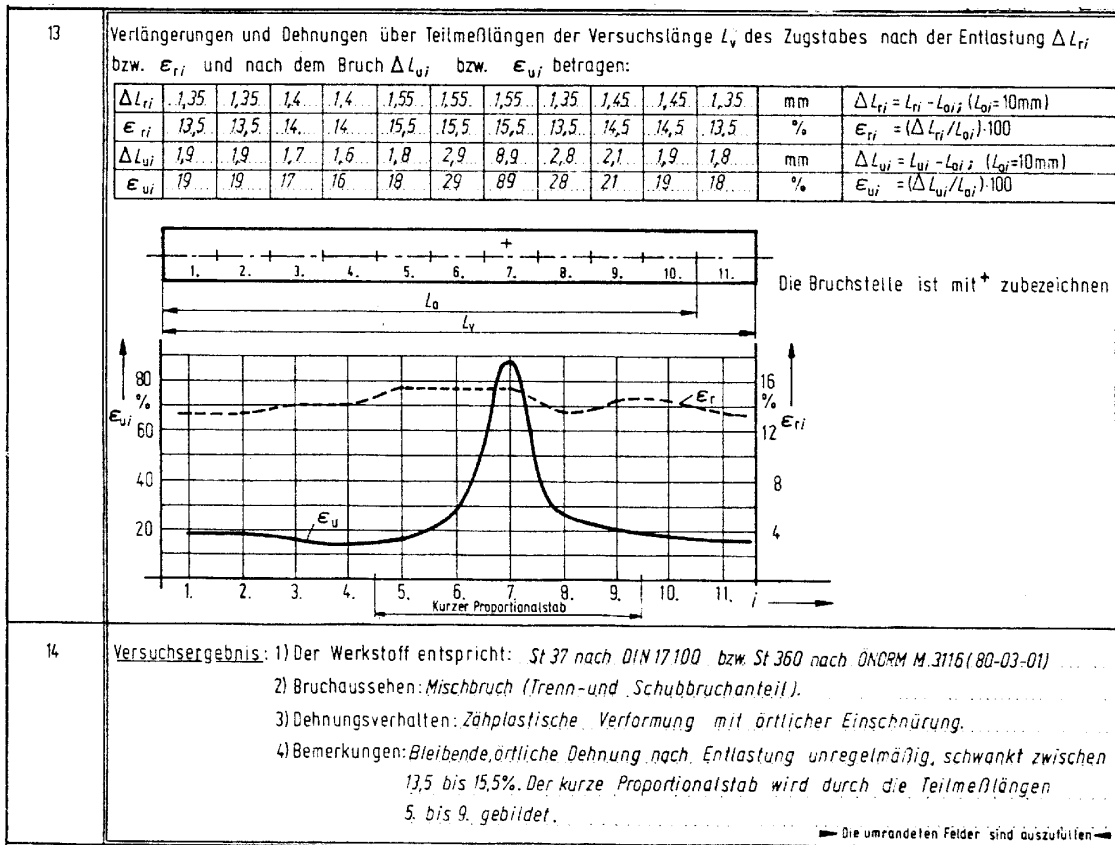


Abb. 6: Beispiel für die Auswertung der Teilmeßlängen sowie für ein $\epsilon_{ui} = f(i)$ - Diagramm

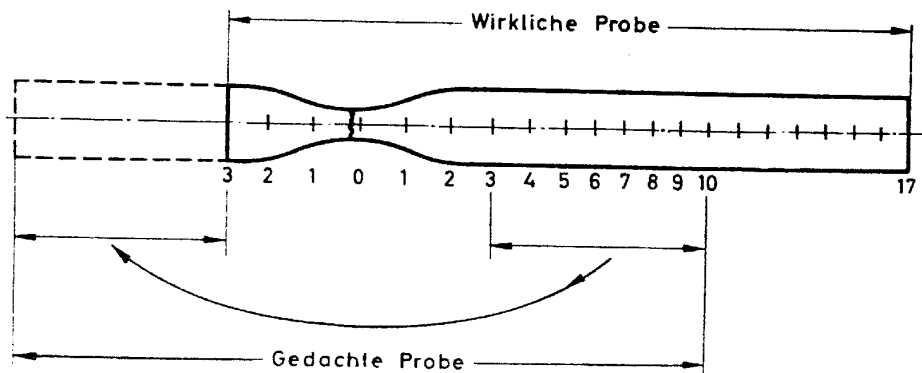


Abb. 7: Prinzipskizze zur Bruchverlegung bei außermittigem Bruch

Werkstoff	a (Dicke) mm	b (Breite) mm	s _o mm ²	s _u mm ²	Δs mm ²	Z %	l _o mm	l _u mm	Δl mm	A %	F _{eL} N	F _{eH} N	F _m N	F _r N	R _m N/mm ²	ReL N/mm ²	ReH N/mm ²	R _{p0,2} N/mm ²	E N/mm ²	
Blech (St 13)	a _o = a _u =	b _o = b _u =																X	?	
Blech (St 13, gealtert)	a _o = a _u =	b _o = b _u =																X	?	
Messing	a _o = a _u =	b _o = b _u =									X	X					X	X		X
Dural	a _o = a _u =	b _o = b _u =									X	X					X	X		X
Al (rein, kaltver- formt)	a _o = a _u =	b _o = b _u =									X	X					X	X		X
Al (rein, rekristal- lisiert)	a _o = a _u =	b _o = b _u =									X	X					X	X		X

Abb. 8.: Tabelle der Meß- und Berechnungswerte