

Zugversuch

Gruppe 3
Protokoll: Simon Kumm
Mitarbeiter: Philipp Kaller, Paul Rossi

1. Einleitung, Aufgabenstellung

Im Zugversuch sollen grundlegende Mechanische Eigenschaften verschiedener Metalle bestimmt werden indem die Proben bis zum Bruch belastet werden.

Die Messung erfolgt mit Hilfe einer Prüfmaschine welche die Kraft misst welche bei steigender Dehnung auftritt.

Die Materialeigenschaften können aus den Diagrammen abgelesen werden, welche aus den

2. Grundlagen

Wird ein Festkörper einer äußeren Kraft ausgesetzt so verformt er sich erfahrungsgemäß.

Innerhalb eines gewissen Bereichs ist diese Verformung reversibel, der Körper nimmt nach dem wegnehmen der Kraft seine ursprüngliche Gestalt wieder ein. In diesem Bereich nennt man das Verhalten elastisch.

Die meisten Materialien verhalten sich in diesem Bereich linear nach dem Hooke'schen Gesetz. Den Linearitätsfaktor nennt man Elastizitätsmodul (Young's modulus) welches die Steigung der Geraden im Spannungs-Dehnungs-(σ - ϵ -)Diagramm angibt.

Übersteigt die Spannung einen bestimmten Wert verformt sich der Körper elastisch, d.h.

Versetzungen beginnen sich zu bewegen was zu einer Verfestigung des Materials führt.

Wird das Maximum der Verfestigung erreicht fängt der Körper an seinen Querschnitt zu verringern, was als Einschnürung bezeichnet wird, bis es dann zum Bruch kommt. Diese Einschnürung findet jedoch nicht immer statt. Spröde Materialien wie Keramiken brechen sofort ohne Einschnürung.

Durch die Einschnürung ergeben sich zwei mögliche Auftragungen für das Spannungs-Dehnungs-Diagramm. Da die Spannung mit der Fläche über die Formel

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

zusammenhängt steigt diese an wenn sich der Querschnitt durch die Einschnürung verringert.

Es wird angenommen, dass das Volumen der Probe im Versuch gleich bleibt, daraus ergeben sich für die wahre Spannung und die wahre Dehnung

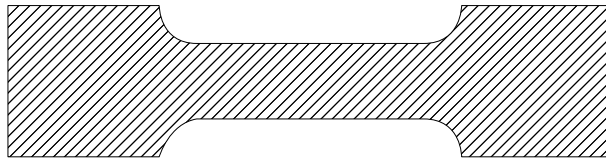
$$\sigma_w = \sigma(1 + \epsilon) \quad (2)$$

$$\epsilon_w = \int_{L_0}^L \frac{dL}{L} = \ln(1 + \epsilon) \quad (3)$$

Der Bruch kann entweder Spröde verlaufen was an der Bruchrichtung senkrecht zur Zugrichtung sichtbar ist, durch Scherung wobei die Bruchfläche schräg zur Zugrichtung verläuft, durch Einschnürung bei der die Querschnittsfläche verringert wird oder als Mischbruch durch mehrere der genannten Brucharten.

3. Versuchsdurchführung

Die Proben waren dünne Bleche welche an den großen Flächen in die Prüfmaschine eingespannt wurden.



Zeichnung 1: Schematische Form der Proben

Untersucht wurden drei Aluminiumproben und je eine Stahl, Kupfer und Messingprobe. Beim Einspannen der Probe wurde die durch das Einspannen auftretende Kraft beobachtet und durch manuelles Nachführen der Maschine kompensiert um keine Vorspannung im Material zu haben.

Nach dem Anlegen einer Vorkraft von 2N zur Überprüfung des festen Halts der Probe wurde die Probe mit konstanter Geschwindigkeit von 0,05mm/s gedehnt. Die Messung endete automatisch nach dem Bruch.

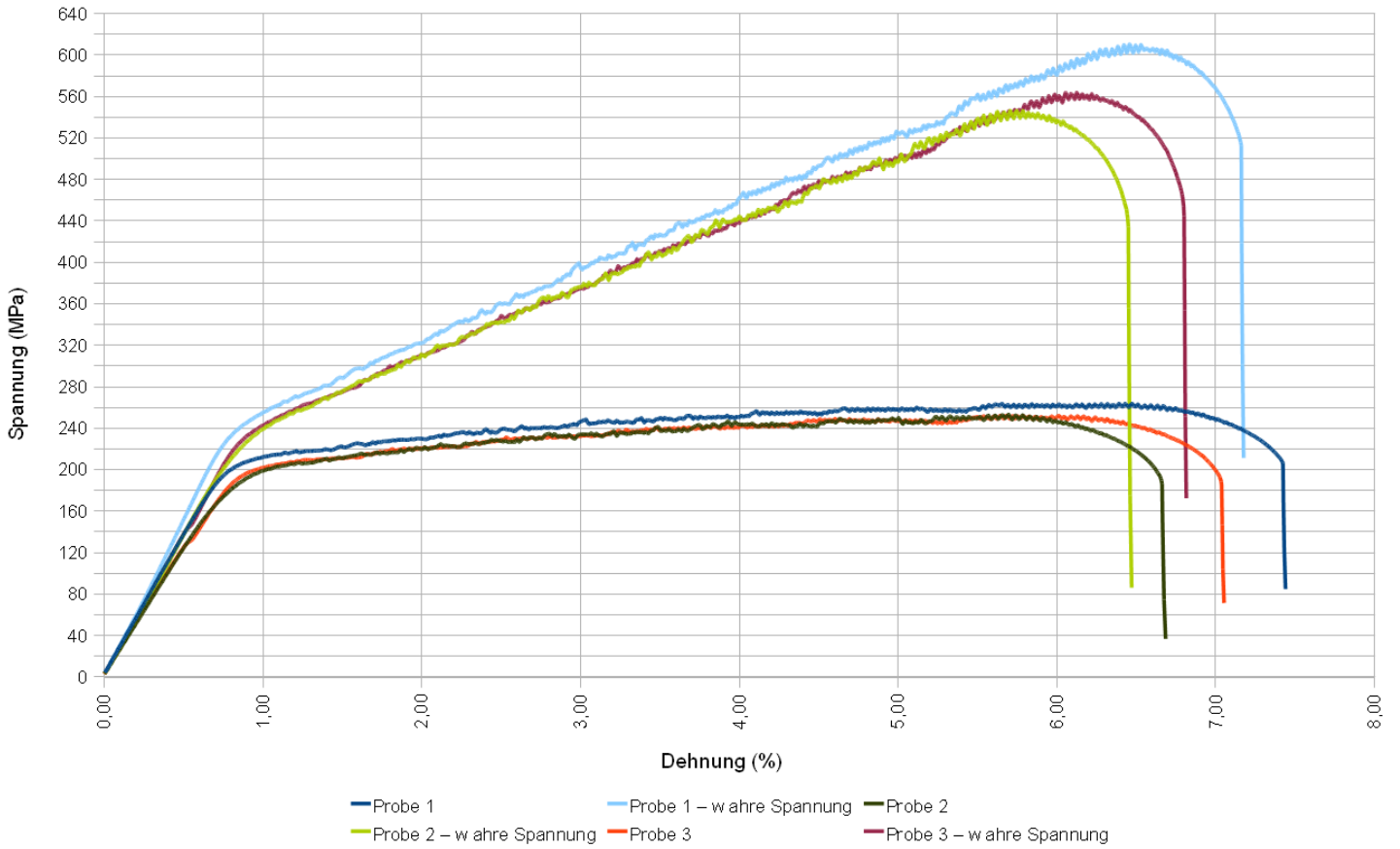
Gemessen wurde der Verfahrensweg der Maschine und die Kraft welche auf die Probe wirkte.

4. Messergebnisse

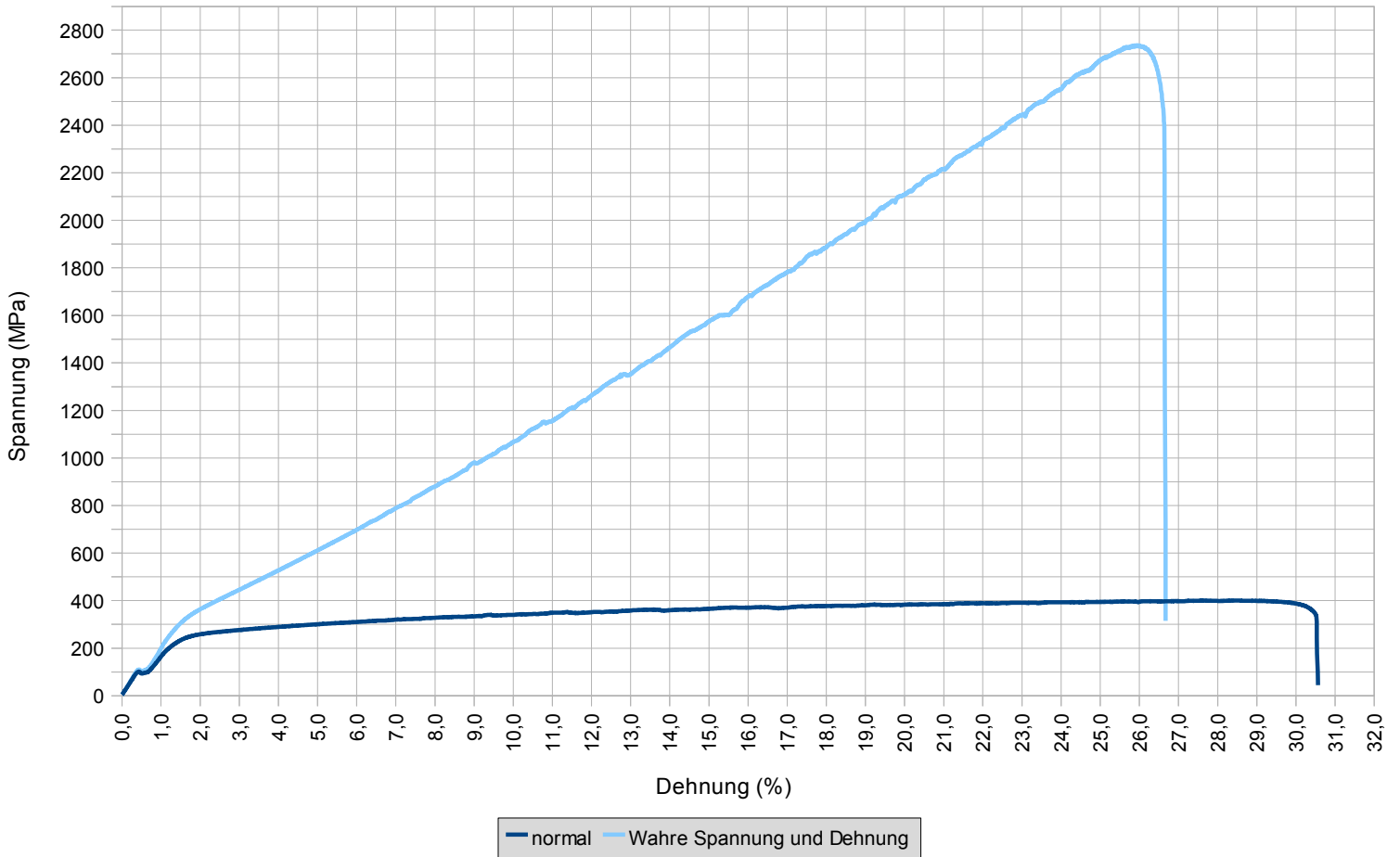
Maße der Proben

Material	Breite [mm]	Dicke [mm]
Aluminium 1	0,51	1,92
Aluminium 2	0,52	1,96
Aluminium 3	0,52	1,9
Messing	0,52	2,81
Stahl	0,99	3,64
Kupfer	0,5	1,91

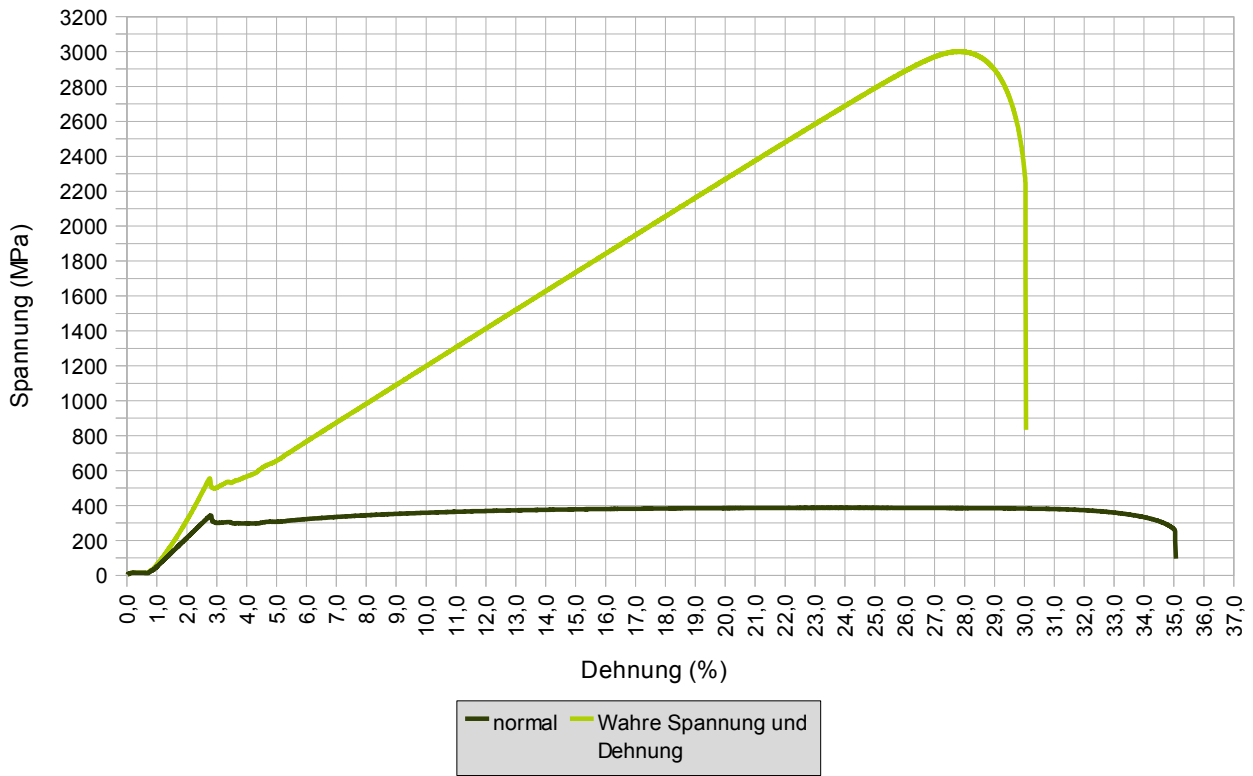
Spannungs-Dehnungs-Diagramm Aluminium



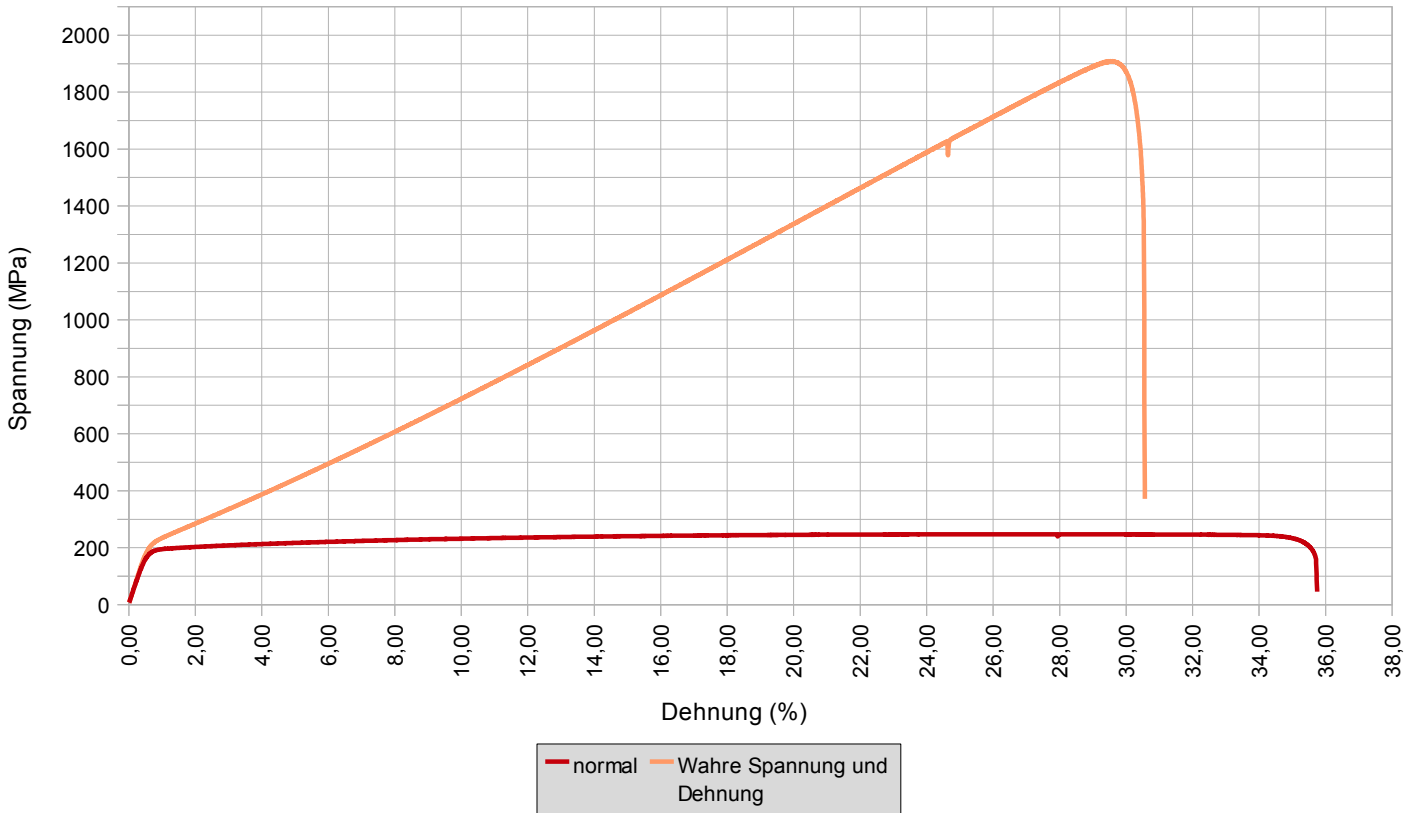
Spannungs-Dehnungs-Diagramm Messingprobe



Spannungs-Dehnungs-Diagramm Stahlprobe



Spannungs-Dehnungs-Diagramm Kupferprobe



Aus den Diagrammen wurden folgende Werteⁱ abgelesen

Material	Aluminium	Al 2	Al 3	Mittel Al	Messing	Stahl	Kupfer
E [GPa]	30,00	26,30	22,70	26,33	26,00	16,40	31,70
A _g [%]	5,59	4,88	4,89	5,12	28,00	21,00	26,50
A [%]	6,60	5,75	6,00	6,12	30,20	32,00	35,20
R _e [MPa]	-	-	-	0,00	100,00	-	-
R _{sh} [MPa]	-	-	-	-	-	340,00	-
R _{el} [MPa]	-	-	-	-	-	300,00	-
R _{p0,2} [MPa]	260,00	200,00	195,00	218,33	-	-	190,00
R _m [MPa]	263,00	252,00	253,00	256,00	400,00	387,00	247,00
R _r [MPa]	205,00	190,00	190,00	195,00	350,00	275,00	180,00
R _e (R _{0,2})/R _m	0,99	0,79	0,77	0,85	0,25	0,83	0,77
Bruchart				Mischbruch	Mischbruch	Einschnürbruch	Mischbruch
	Literaturwerte						
E [GPa]		69			13-115	80-250	130
A _g [%]		-			-		
R _m [MPa]		89			440-490	490-950	200-360
R _e [MPa]		70			180-270	225-600	40-80
A [%]		33			18-20	25-50	2-45

i Quellen der Literaturwerte:

http://www4.architektur.tu-darmstadt.de/buildingmaterials/db/251,id_17,s_GeneView.fb15

<http://www.b-p-e-international.com/material.htm>

<http://www.wolframalpha.com>

5. Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse weichen teils stark von den Literaturwerten ab. Vor allem das E-Modul liegt nur bei Messing im (sehr großen) Bereich den die Literatur angibt.

Dies ist hauptsächlich dadurch zu erklären, dass nicht bekannt war, welche genaue Zusammensetzung die Proben hatten. Jedes der Metalle kann sehr unterschiedlich legiert sein.

In den Diagrammen lässt sich sehr gut der Effekt der Lüdersdehnung am Stahl und ansatzweise beim Messing sehen. Die Streckgrenze ist bei beiden ausgeprägt.

Die drei Aluminiumproben wiesen leichte Unterschiede auf welche unter anderem auf die unterschiedlichen Abmessungen zurückzuführen sind.

Fehler konnten im Versuch an der Maschine auftreten, durch Verformung im breiten Bereich der Probe und beim Vermessen der Proben. Auch konnte nicht absolut sichergestellt werden, dass die Proben exakt gerade eingespannt wurden.