

VERSUCHSBERICHT ZU

M3 - ELASZIZITÄT

Gruppe 6Mi

Alexander Neuwirth (E-Mail: a_neuw01@wwu.de)
Leonhard Segger (E-Mail: l_segg03@uni-muenster.de)

durchgeführt am 29.11.2017
betreut von
Christian Thiede

4. Dezember 2017

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	3
2	Methoden	3
2.1	Biegung Metallstäbe	3
2.2	Torsionspendel	3
3	Ergebnisse und Diskussion	4
3.1	Beobachtung	4
3.2	Diskussion	6
4	Schlussfolgerung	6

1 Kurzfassung

***Kurzfassung

Um die Elastizität verschiedener Materialien zu untersuchen, wurden zwei Experimente durchgeführt. Zunächst wurden die Auslenkungen von Stäben unter Last gemessen und daraus deren Elastizität bestimmt. Dies ließ Schlüsse auf die Art der Materialien zu. Dann wurde mithilfe verschiedener angehängter Objekte ein Torsionspendel untersucht und so der Schubmodul des Torsionsdrahtes bestimmt. Der so ermittelte Schubmodul wurde mit dem zu erwartenden Wert für das vermutete Material des Drahtes verglichen.

2 Methoden

***Methoden

*** Parallaxen frei wegen Spiegel *** Schwingung Messpunkt bei max. Speed

2.1 Biegung Metallstäbe

Zunächst wurde, um den Elastizitätsmodul von verschiedenen Materialien zu bestimmen, ihre Durchbiegung in Abhängigkeit von der auf sie wirkenden Kraft gemessen. Dazu wurden vier Stäbe unterschiedlichen Materials an einem Ende waagrecht eingespannt, an ihr anderes Ende fünf verschiedene Gewichte gehängt und dann die senkrechte Auslenkung dieses Endes gemessen. Dabei wurde jeweils zwischen jeder Messung die Ruhelage des Stabes ohne Gewicht neu gemessen. Parallaxenfreiheit beim Ablesen der Auslenkungsskala wurde sichergestellt, indem man so über den Stab gepeilt hat, dass die Reflexion des Stabes im Spiegel hinter dem Stab verschwindet. Dann wurden die Abmessungen der Stäbe an fünf Stellen je dreimal mit einer Mikrometerschraube gemessen. Hierdurch wird der Fehler dieser Messung sehr gering, wenn sichergestellt ist, dass kein systematischer Fehler durch eine falsche Nullposition der Mikrometerschraube existiert. Dies wurde sichergestellt, indem die Position der Mikrometerschraube im komplett zugeschraubten Zustand überprüft wurde.

2.2 Torsionspendel

Der zweite Versuch bestand darin die Schwingung eines Torsionspendels zu untersuchen, um den Schubmodul des Drahtes, an dem das Pendel aufgehängt ist zu bestimmen. Dazu wurde erst die Schwingungsdauer mit angehängter zylindrischer Scheibe dreimal je über drei Perioden gemessen und der Durchmesser des Torsionsdrahtes an fünf verschiedenen Stellen je drei mal gemessen. Dann wurde noch Höhe, Durchmesser und Masse der Scheibe bestimmt. Daraufhin wurde die Schwingung des Torsionspendel mit angehängter Hantel untersucht. Hierzu wurde zunächst die Schwingungsdauer der Hantel ohne aufgelegte Scheiben und dann mit zwei Scheiben, die sich in fünf verschiedenen Abständen vom Schwerpunkt der Hantelachse befanden, über drei Perioden gemessen. Die Abmessungen und die Masse der Hantel sowie der Scheiben wurde ebenfalls festgestellt. Die

Massen waren auf den betreffenden Teilen angegeben. Die Länge des Torsionsdrahtes wurde ebenfalls gemessen und in allen Fällen wurde eine Anfangsauslenkung von etwa 180° verwandt. Die Schwingungsdauer wurde jeweils bestimmt, indem mit einer Stoppuhr gemessen wurde, welche Zeit das Pendel für drei Perioden benötigt. Als Anfangs- und Endpunkt der Messung haben wir die Ruhelage der Scheibe gewählt, da sie sich dort näherungsweise mit konstanter Geschwindigkeit bewegt und man somit der Reaktionsfehler minimiert. Alternativ hätte man den linken oder rechten Wendepunkt der Bewegung wählen können. An dieser Stelle bewegt sich das Pendel allerdings langsam und der Zeitraum, in dem das Pendel scheinbar stillsteht, ist verhältnismäßig groß, weshalb das Ende der Bewegung kaum exakt zu erkennen ist.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Beobachtung

- *** linear-> Fit und Algorithmus angeben vgl. Theorie
- *** Biegungen in einen Graphen
- *** Graphen beschreiben
- *** Unsicherheitenrechnung

Daten

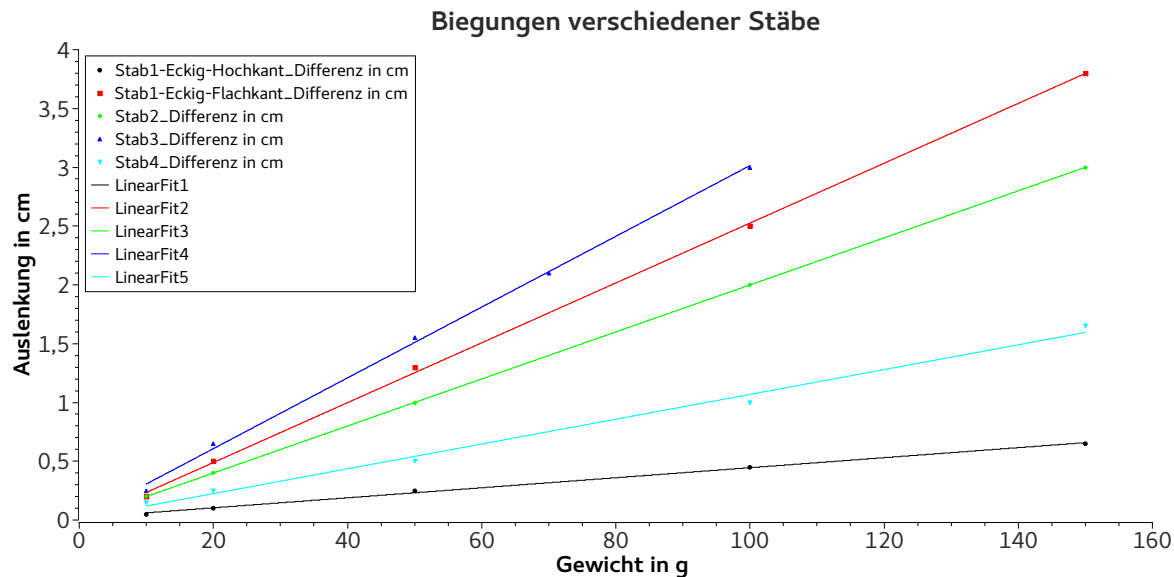


Abbildung 1: Biegungen verschiedener Stäbe

Tabelle 1: Parameter die beim Fitten sich ergeben

	S1 hochkant	S1 flachkant	S2	S3	S4
a in cm g^{-1}	0,004 264	0,025 452	0,02	0,030 093	0,010 546 6
b in cm	0,018 586	-0,019 825	$-2 \cdot 10^{-17}$	0,005 370	0,013 921

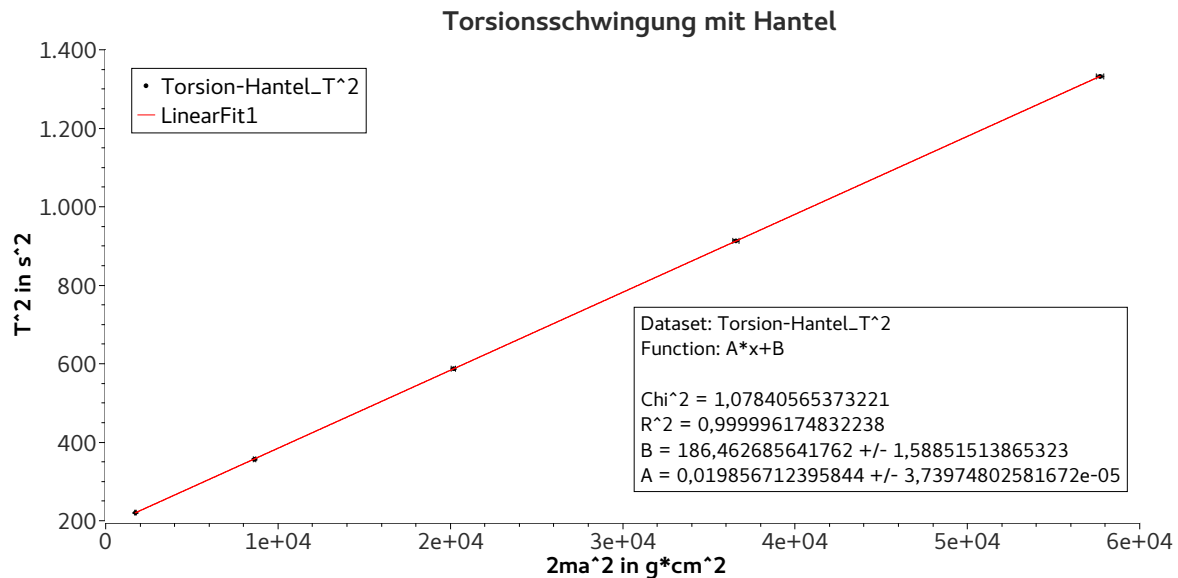


Abbildung 2: Torsion eines Drahtes mit verschiedene Hanteln

Unsicherheiten

Tabelle 2: Unsicherheiten der verwendeten Messinstrumente. Die Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen wurden als rechteckig angenommen.

	Mikroschraube	Maßband/Biegungsanzeige	Stoppuhranzeige	Reaktionszeit
u	0,005 77 cm	0,057 74 cm	0,005 774 s	0,115 47 s

Wir nehmen an, dass sowohl die Stäbe als auch die Gewichte am Torsionspendel exakte Quader bzw. Zylinder sind. Dies ist natürlich nicht exakt gegeben, aber eine genauere Betrachtung würde ein komplexeres Modell erfordern und die Näherung dürfte in diesem Fall recht präzise sein. Für die Abmessungen der Stäbe bilden wir einen Mittelwert aus den je $n = 15$ Messungen. Für diesen existiert eine Standardunsicherheit und die Unsicherheit der Mikrometerschraube. Diese kombinieren sich gemäß

$$u(\bar{x}) = \sqrt{\left(\frac{u_{\text{Schraube}}}{n}\right)^2 + u_S(\bar{x})^2}.$$

Dabei gilt für die Standardunsicherheit des Mittelwertes

$$u_S(\bar{x}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}.$$

In Tabelle 3 sind die sich daraus ergebenden Unsicherheiten dargestellt.

Tabelle 3: Unsicherheiten der Mittelwerte der Abmessungen der Stäbe. Soweit nicht anders gekennzeichnet, bezieht sich der Wert auf den Durchmesser des Stabes. u_S meint dabei die Standardunsicherheit und u die Gesamtunsicherheit.

	Stab 1, Breite	Stab 1, Höhe	Stab 2	Stab 3	Stab 4
u_S	0,000 165 cm	0,002 22 cm	0,000 192 cm	0,000 131 cm	0,000 306 cm
u	0,000 169 cm	0,000 225 cm	0,000 196 cm	0,000 137 cm	0,000 308 cm

In gleicher Art und Weise lassen sich die Unsicherheiten der Abmessungen des Torsionsdrahtes, der Scheibe, der Hantel und der Hantelscheiben bestimmen. Dabei gilt für den Torsionsdraht die Unsicherheit der Mikrometerschraube und ansonsten die des Maßbandes. Für die Standardunsicherheiten ergibt sich hier jeweils $u_S = 0$ und für die Gesamtunsicherheiten beim Torsionsdraht $u = 0,000\,04\text{ cm}$ und bei Durchmesser sowie Höhe bzw. Länge der Scheibe, Hantel und Hantelscheiben $u = 0,003\,85\text{ cm}$. Die Massen der Gewichte, mit denen wir die Stäbe und den Torsionsdraht belasten, nehmen wir als exakt an.

3.2 Diskussion

*** Gewichte als exakt angenommen ***Materialien vergleich mit Literatur *** kleinste quadrate

4 Schlussfolgerung

***Materialien vergleich mit Literatur

***Das metallene Ende der Maßbänder war lose, was Messung erschwerte.