



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Vorlesungen über technische Mechanik**

**Föppl, August**

**Leipzig, 1900**

Feinmessvorrichtung von Bauschinger.

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-84594](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-84594)

durch die der Spannungszustand gekennzeichnet wird, auf drei unbekannte Grössen, die die Gestaltänderung beschreiben, zurückführen.

Darauf kommt in der That die Anwendung des Elasticitätsgesetzes immer hinaus. Die Formänderung, die zu ihrer Beschreibung nur drei Variable braucht, kann immer leichter untersucht werden, als der Spannungszustand, in dem sechs von einander unabhängige Veränderliche vorkommen. Zugleich erkennt man aber auch, wie wichtig es ist, die Zahl der unbekanntenen Grössen grade auf drei vermindern zu können, wenn man sich erinnert, dass zwischen den Spannungscomponenten an jeder Stelle die drei Gleichungen (5) erfüllt sind. Sobald man die Spannungscomponenten in den drei Verschiebungscomponenten, die die Gestaltänderung beschreiben, ausgedrückt und diese Werthe in die Gleichungen (5) eingesetzt hat, stehen uns ebenso viele Gleichungen als Unbekannte zu Gebote. Mit der Lösung dieser Gleichungen wird auch der Spannungszustand bekannt. Freilich macht die wirkliche Auflösung oft unüberwindliche Schwierigkeiten; auf jeden Fall ist aber der Nachweis von Werth, dass die Ausbildung des Spannungszustandes durch die in den Gleichungen (5) und in dem Elasticitätsgesetze ausgesprochenen Bedingungen schon vollständig geregelt ist, dass jede Unbestimmtheit aufhört und dass wir daher nicht nöthig haben, nach neuen Naturgesetzen zu suchen, die uns bisher entgangen wären.

Der gesuchte Zusammenhang zwischen Formänderung und Spannungszustand kann natürlich nur durch die Erfahrung gegeben werden und er ist auch für verschiedene Körper oft wesentlich verschieden. Man gewinnt diese Erfahrung, indem man die Formänderungen an Versuchskörpern misst, die durch abgewogene Belastungen hervorgebracht werden, dabei den Einfluss feststellt, den die Abmessungen des Probestücks auf den Zusammenhang zwischen Formänderung und Belastung haben und so zu einem Schlusse darüber gelangt, welche Formänderungen bei einem unendlich kleinen Parallelepiped, auf dessen Oberfläche gegebene Kräfte wirken, zu erwarten sind.

Erst nachdem man die Messungsergebnisse bis zu diesem Schlusse hin verarbeitet hat, ist die Grundlage gewonnen, auf der sich alle weiteren Untersuchungen der Festigkeitslehre aufbauen müssen.

Einer der häufigst vorgenommenen Versuche dieser Art besteht darin, dass man einen Eisenstab von rundem Querschnitte mit etwa 20 bis 25 mm Durchmesser und gegen 300 mm Länge, der an beiden Enden mit Köpfen versehen ist, in eine Festigkeitsmaschine einspannt und ihn einer allmählich anwachsenden Zugbelastung unterwirft. Zugleich misst man die Dehnung, die eine in der Mitte des Stabes gelegene Messstrecke von 100 bis 150 mm Länge erfährt. Anfänglich sind diese Dehnungen zu klein, um sie mit dem Zirkel abmessen zu können. Man muss sich daher einer Feinmessvorrichtung bedienen. Bauschinger hat für diesen Zweck einen Spiegelapparat construirt, mit dessen Hülfe man die Längenänderungen der Messstrecke bis auf etwa  $\frac{1}{10000}$  mm genau beobachten kann. Abb. 9 zeigt die Anordnung dieses Apparates in schematischer Darstellung. *S* ist der Stab, an dem von zwei Seiten her bei *A*

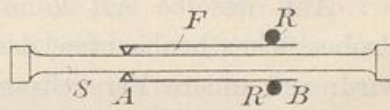


Abb. 9.

zwei etwas federnde Stangen *F* festgeklemmt werden, während die freien Enden von *F* mit geringem Drucke an zwei Hartgummiröllchen *R* anliegen. Diese Röllchen sind auf Spitzen in einem Rahmen gelagert, der an das andere Ende der Messstrecke bei *B* festgeklemmt, in der Zeichnung aber fortgelassen ist. Wenn der Stab gezogen wird, verlängert sich die Messstrecke *AB* und die Federn *F* setzen dabei die Röllchen *R* in Drehung. Mit jedem Röllchen ist ein Spiegel fest verbunden, der in der Zeichnung ebenfalls weggelassen ist. Auf jeden Spiegel ist ein Fernrohr mit Fadenkreuz gerichtet, das in etwa 1500 bis 2000 mm Entfernung von dem Spiegel aufgestellt ist. Am Gestelle der Fernrohre wird ein Maassstab befestigt, dessen Bild man im Spiegel beobachtet. Sobald sich der Spiegel ein wenig dreht, verschiebt sich das Bild des Maassstabes gegen das Fadenkreuz im Fernrohre, und man sieht leicht ein, wie man

aus der Grösse der abgelesenen Verschiebung auf die Drehung des Spiegels und daher auf die Verlängerung der Messstrecke schliessen kann. Wesentlich ist bei dieser Einrichtung, dass zwei Spiegel verwendet werden. Beide drehen sich nämlich, wie man aus der Abbildung erkennt, in entgegengesetzten Richtungen und im allgemeinen um gleiche Beträge. Es kann aber leicht vorkommen, dass bei der Ausführung des Versuchs sich auch der Stab im Ganzen etwas dreht, indem sich etwa die Anlage des Stabs an den Köpfen etwas ändert oder auch in Folge von Verschiebungen oder Formänderungen der Theile der Festigkeitsmaschine selbst. Wenn man nur *einen* Spiegel verwendete, würde diese Drehung des ganzen Stabes zu unrichtigen Schlüssen über die Längenänderung der Messstrecke verleiten. Bei zwei Spiegeln wird dagegen in Folge einer solchen Drehung die Ablesung des einen Spiegels um ebensoviel vergrössert als die andere verkleinert wird und das Mittel aus beiden Ablesungen gibt daher den wahren Betrag der Längenänderung der Messstrecke an.

Auf dieselbe Art kann man auch die Verkürzung eines Probestückes beobachten, das einer Druckbelastung unterworfen wird; auf andere Versuchsanordnungen, die ähnlichen Zwecken dienen, kann hier nicht eingegangen werden.

Bei einem Flusseisenstabe, der einem solchen Versuche unterworfen wird, zeigt sich, dass die Längenänderungen in demselben Verhältnisse anwachsen wie die Belastungen, solange diese nicht zu gross sind. Ausserdem findet man, dass die Messstrecke nach Entfernung der Belastung genau wieder die ursprüngliche Länge annimmt. Ebenso verhalten sich Probekörper aus Stahl und auch solche aus Holz. Andere Stoffe zeigen dagegen ein abweichendes Verhalten. Die Eigenschaft des Stoffes, die wir bei solchen Versuchen feststellen, wird als Elasticität bezeichnet. Da die Bezeichnung „elastisch“, namentlich wenn ein Gradunterschied (mehr oder wenig elastisch) ausgedrückt werden soll, nicht immer folgerichtig gebraucht wird, gebe ich zunächst die Abgrenzung dieses Begriffes in folgenden Sätzen:

- 1) Elasticität ist allgemein die Fähigkeit eines Körpers, Formänderungsarbeit in umkehrbarer Weise aufzuspeichern.
- 2) Vollkommen elastisch verhält sich ein Körper bei einem gewissen Vorgange, wenn man die ihm durch äussere Kräfte zugeführte Formänderungsarbeit vollständig wieder in Form von mechanischer Energie aus ihm zurückgewinnen kann.
- 3) Der Grad der Elasticität eines nicht vollkommen elastischen Körpers wird durch das Verhältniss der in umkehrbarer Weise aufgespeicherten zu der gesammten ihm bei dem betrachteten Vorgange durch die äusseren Kräfte zugeführten Energie bestimmt.
- 4) Kein Körper ist gegenüber allen Vorgängen, denen man ihn unterwerfen kann, vollkommen elastisch; ist er es bis zu einer gewissen Grenze hin und darüber hinaus nicht mehr, so wird diese Grenze als Elasticitätsgrenze bezeichnet (Abkürzung für die ausführlichere Bezeichnung „Grenze der vollkommenen Elasticität“).
- 5) Die Elasticitätsgrenze ist nicht zu verwechseln mit der Proportionalitätsgrenze, die nur bei solchen Körpern in Betracht kommt, für die innerhalb eines gewissen Bereiches das Hooke'sche Gesetz der Verhältnissgleichheit zwischen Spannung und Formänderung gültig ist.

Diese Festsetzungen über den Wortgebrauch gründen sich auf den Begriff der Formänderungsarbeit. Darunter ist natürlich die Arbeit zu verstehen, die von den äusseren Kräften an dem Probestücke geleistet werden muss, um es in den gespannten Zustand zu versetzen. Bei dem Zugversuche, von dem vorher die Rede war, ist die Formänderungsarbeit, die zu einem gegebenen Spannungszustande gehört, gleich dem Mittelwerthe des von der Maschine während der Verlängerung ausgeübten Zuges, multiplicirt mit der erreichten Dehnung oder in Zeichen

$$A = \int_0^x P dx, \quad (17)$$

wenn die Zugkraft mit  $P$ , die Dehnung mit  $x$  und die Formänderungsarbeit mit  $A$  bezeichnet wird.