

Anfängerpraktikum V102

Drehschwingungen

Helena Nawrath
helena.nawrath@tu-dortmund.de

Carl Arne Thomann
arnethomann@me.com

Durchführung: 20. Januar 2015 Abgabe: 27. Januar 2015

TU Dortmund – Fakultät Physik

1 Zielsetzung

Elastische Konstanten charakterisieren das Verhalten eines Stoffes bei Krafteinwirkung. Sie funktionieren als Proportionalitätsfaktoren zwischen der pro Flächeneinheit angreifenden Kraft und der daraus resultierenden relativen Deformation – einer Gestalts- oder Volumenänderung. Ziel ist es, die elastischen Konstanten einer Metallegierung zu bestimmen.

2 Theorie

Wirken Kräfte auf einen Körper ein, kann dies auf zwei Arten geschehen. Die Kraft greift an jedem Volumenelement an und ändert dadurch den Bewegungszustand des Körpers; versetzt ihn beispielsweise in eine Translations- oder Rotationsbewegung. Andererseits ist es möglich, dass sich die angreifende Kraft nur auf die Oberfläche des Körpers beschränkt und dazu führt, dass Gestalt und/oder Volumen sich ändern. Dabei wird die Kraft pro Flächeneinheit als Spannung definiert. Diese teilt sich in zwei Komponenten auf: die Normalkomponente σ bewirkt eine Längenänderung senkrecht, eine Tangentialspannung τ eine Längenänderung parallel zur Kraftrichtung auf eine Probe. Die Kräfte wirken nachweislich an der Oberfläche und jeder beliebigen Querschnittsfläche des Körpers.

In Festkörpern sind die Atome in einem Kristallgitter regelmäßig angeordnet und befinden sich mit ihren direkten Nachbarn in einem Gleichgewichtszustand, in dem sich die abstoßenden und anziehenden Kräfte grade zu Null addieren. Durch Krafteinwirkung muss ein neuer Zustand hergestellt werden. Dies wird realisiert indem der Abstand r_0 der Teilchen zueinander variiert wird und sich ein neuer Gleichgewichtszustand mit dem Abstand r'_0 einstellt. Das Hooke'sche Gesetz

$$\sigma = E \frac{\Delta L}{L} \quad (1)$$

beschreibt für hinreichend kleine Kräfte an der Oberfläche einen linearen Zusammenhang zwischen der Spannung und der durch diese hervorgerufenen relative Deformation. Liegt eine elastische Deformation vor, so kehrt der Körper in seine Ausgangslage zurück, sobald die Krafteinwirkung vorbei ist - der Vorgang ist reversibel.

Betrachtet man unsymmetrische Kristalle mit richtungsabhängigen elektrostatischen Kräften müssen sehr viele Komponenten gemessen bzw. errechnet werden. Isotrope Körper, beispielsweise polykristalline Kristalle, zeichnen sich stattdessen durch richtungsunabhängige elastische Konstanten aus und können theoretisch durch zwei Konstanten beschrieben werden. Es erweist sich jedoch als zweckmäßig insgesamt vier Konstanten einzuführen. Der Schub- bzw. Torsionsmodul G beschreibt die Gestalts-, der Kompressionsmodul Q die Volumenelastizität. Der Elastizitätsmodul E ist der Proportionalitätsfaktor aus Gleichung (1), μ die Poissonsche Querkontraktionszahl.

$$\mu = -\frac{\Delta B}{B} \frac{L}{\Delta L} \quad (2)$$

beschreibt die relative Längenänderung bei angreifender Normalspannung in Spannungsrichtung. Die genannten Module sind nicht unabhängig voneinander und stehen über

$$E = 2G(\mu + 1) \quad \text{und} \quad E = 3(1 - 2\mu)Q \quad (3)$$

in Beziehung.

3 Durchführung

Ein Wanderurlaub im ehemaligen Jugoslawien. Klingt zunächst einmal furchtbar spannend, ist aber eigentlich der Gähner (=Langweiler, langweilige Sache) überhaupt.

Jeder denkt: Alte Militärbaracken, Herrenausstatter wohin man schaut, vielleicht ein Museum für altertümliche Fahrstuhltechnik, klingt doch toll! Doch hält diese vorgefasste Meinung einer genaueren Betrachtung nicht stand. Schon morgens im Hotel wird die Kehrseite der Medaille deutlich:

Aufzug defekt. Buffet unvollständig. Chinesische Loungemusik. Despotisches Hotelpersonal. Eierlikör ausverkauft. Französischer Kofferträger. Gewaltsamer Raubüberfall. Hasenzähnige Empfangsdame. Interplanetarer Schmugglerstützpunkt. Jodelmusikkorps nebenan. Kreditkarte gesperrt. Lilafarbener Teppichläufer. Monochromatisches Licht. Nucleophile Substitution. Ortsunkundige Japaner. Präsidentenleiche unübersehbar. Qualmender Ethanolofen. Resistiver Touchscreen. Systematische Tötungen. Trauriger Clown. Unerfreuliche Massenbegräbnisse. Verwanzte Matratzen. Wadenkrampffördernde Beleuchtung. X-Beinige Pianodame. Yorkshireterrier bellt. Bezahlung nur bar möglich (und nicht per EC-Karte, wie ich es sonst immer mache).

Also merke: Der Spruch „Im Norden geht die Sonne auf, im Süden nimmt sie Ihren Lauf, [...] Westen wird sie untergehen, usw.“, gilt nicht wenn man auf dem Mond (oder einem anderen Erdtrabanten) steht (oder sitzt, außer man liegt).

4 Auswertung

5 Diskussion

Lesen Sie pünktlich zum Beginn der Vorweihnachtszeit die Kolumnen aus unserer neuen Rubrik "Eine heiße Sache - Das Bügeleisen im Wandel Zeit" In der ersten Ausgabe widmet sich Dr. Atmin dem Schwerpunkt "Südeuropäische Fabrikate des ausgehenden 19. Jahrhunderts"

Literatur

- [1] John D. Hunter. „Matplotlib: A 2D Graphics Environment“. In: *Computing in Science and Engineering* 9.3 (2007), S. 90–95. URL: <http://link.aip.org/link/?CSX/9/90/1>. Version 1.3.1.
- [2] Travis E. Oliphant. „Python for Scientific Computing“. In: *Computing in Science and Engineering* 9.3 (2007), S. 10–20. URL: <http://link.aip.org/link/?CSX/9/10/1>. Version 1.8.1.
- [3] The GIMP Team. *GIMP: GNU Image Manipulation Program*. URL: <http://www.gimp.org/>. Version 2.8.10.

Die verwendeten Plots wurden mit *matplotlib*[1] und die Grafiken mit *GIMP*[3] erstellt und/oder bearbeitet. Die Berechnungen wurden mit *Python-Numpy*, [2] durchgeführt.