

## 666 Thermoelement

Das Thema „Thermoelement“ ist zwar kein Pflichtbestandteil der Bildungspläne in der Mittelstufe – aber es ist ein sehr motivierendes Thema AUCH in der Mittelstufe. Dazu einige Unterrichtsideen.

### Exp 01 Herstellung eines Thermoelements

- [01] Schüler schneiden von einer Kupferdrahtrolle (Querschnitt  $0,2 \text{ mm}^2$ ) 30cm ab (wichtig: Der Kupferdraht darf keinen Lacküberzug haben).
- [02] Schüler schneiden von einer Konstantandrahtrolle (Querschnitt  $0,2 \text{ mm}^2$ ) 30cm ab.
- [03] Die Enden der beiden Drähte werden verdreht
- [04] Dann werden die beiden Enden verlötet. Der Lötspunkt kann ruhig sichtbar groß werden, damit man die Enden überhaupt erkennt.
- [05] Die beiden anderen Enden werden an ein Voltmeter angeschlossen – Messbereich mindestens  $0,1 \text{ mV}$ .
- [06] Wenn man nun das "Lötende" dem LötKolben nähert, kann man eine Thermospannung von einigen mV messen.
  
- [07] Mit einem XplorerGLX und dem integrierten Spannung-Messanschluss kann man nach dem Erwärmen – während der Abkühlung des Lötspunktes – das U-t-Diagramm über der Zeit aufnehmen.
  
- [08] Eine kleine Herausforderung wäre die Eichung dieses „einfach-Temperatur-Messgerätes“.

### Exp 02 Magnetnadel

Das Bild 01 zeigt ein Thermoelement mit Magnetnadel. Der obere Drahtbügel (rot) besteht aus Kupfer – der untere Stab (orange) aus Konstantan. Die Verbindung dieser beiden Metallsorten liegt normalerweise auf der gleichen Temperatur – thermodynamisches Gleichgewicht.

Die Magnetnadel dazwischen ist drehbar gelagert.

Wenn man nun einen der beiden Verbindungsstellen zwischen dem Kupferbügel und dem Konstantandraht mit einer Flamme erwärmt, schlägt die Kompassnadel aus.

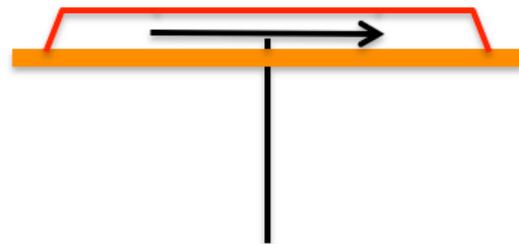


Bild 01

... mögliche Fragestellungen

- Wie kann man sich das erklären
- In welche Richtung fließt der Strom in dieser Anordnung?
- Woher kommt der Antrieb für diesen Strom?
- Was versteht man unter der Kontaktspannung?
- Wie kann man sich diese Kontaktspannung erklären?
- Warum kann man diese Kontaktspannung, die auch im thermodynamischen Gleichgewicht vorhanden ist, im Normalfall (thermodynamisches Gleichgewicht) nicht messen?
- Was ändert sich bei der Erwärmung einer Kontaktstelle?

### Exp 03 Haltemagnet

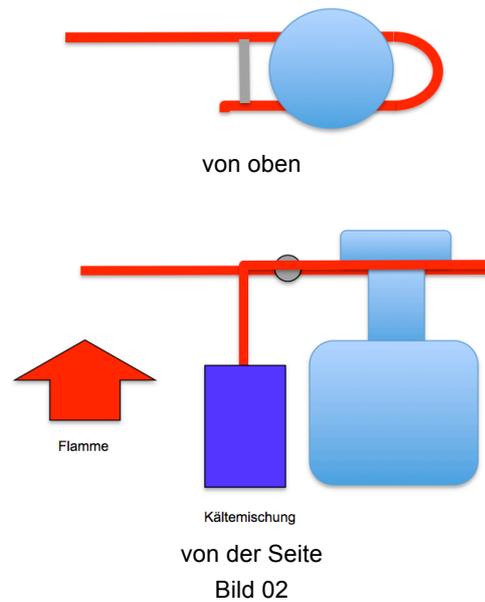
Das Bild 02 zeigt einen Kupferbügel (rot), der an einer Stelle einen eingesetzten Konstantan-Zylinder (grau) besitzt.

Die Anordnung passt in die Aussparungen im Kopf eines Massestücks (10kg!). Oben wird eine Metallplatte aufgesetzt, die einen Haltering zum Anheben der Anordnung besitzt.

Wenn man nun das nach unten gebogene Ende der Anordnung in einen Behälter mit einer Kältermischung (Eis mit Salz vermisch) und das andere Ende mit einer Brennerflamme erhitzt, dann kann man die ganze Anordnung an dem Haltering hochheben.

... mögliche Fragestellungen

- Wie kann man sich das erklären
- Woher kommt der Antrieb für diesen Strom?
- Was versteht man unter der Kontaktspannung?
- Wie kann man die Kontaktspannung messen?
- Wie kann man die Stromstärke bei diesem Experiment messen? <sup>1</sup>
- In welchem Bereich der Anordnung fließt dieser extrem große elektrische Strom?
- In welchem Bereich der Anordnung fließt der Entropiestrom?



### Exp 04 Knet-Experiment

– siehe Sendung „666z Knet-Exp dida modern“

### Theorie - Didaktische Reduktion

Es gibt unterschiedliche didaktische Reduktionen der Erklärung eines Thermoelements.

[01] siehe Zusammenfassung didakt. Ansätze: „666b DidaRed Thermoelement“

aus der Literatur:

[02] siehe z.B. „666c DidaRed Thermoelement“

[03] siehe z.B. „666d DidaRed Thermoelement“

[04] siehe z.B. „666e DidaRed Thermoelement“

<sup>1</sup> Mit einem Zangenstrom-Messgerät kann man die Stromstärke messen.