

Der Erde wird es zu warm!

Einer der Gründe, dass es unserem Planet Erde zu warm wird ist, dass wir im täglichen Leben Energiearten nutzen, die die Atmosphäre der Erde verändern. Es gibt jedoch genügend Energiearten, die wir bedenkenlos nutzen können, nämlich Energiearten, welche die Erde direkt oder indirekt mit dem Licht der Sonne bekommen. Die Versuche der Energie-Werkstatt sollen helfen einen Blick für diese Energiearten zu bekommen. Übrigens: Rechnerisch würde die kleine Fläche von 700 mal 700 km* der Erde (Gesamtfläche: 510 000 000 km²) reichen, um den gesamten Energiebedarf der Erde zu decken.

*bei 10 % Wirkungsgrad



Nachhaltigkeit lernen



Ein Beitrag zur Weltdekade

Durch die Leitfrage: „Wie kann der Lüfter angetrieben werden?“ kann handelnd ein allgemeiner Energiebegriff erarbeitet werden. Der Lüfter benötigt bei allen unterschiedlichen Antriebs-Möglichkeiten immer „Etwas“. Einmal bekommt er dieses „Etwas“ mit dem Licht der Sonne oder einer Lampe, dem elektrischen Strom aus einer Batterie, dem Wind, der Wärme und Kälte,... Dieses „Etwas“ wird in der Technik „**Energie**“ genannt. Der Lüfter bekommt die Energie mit unterschiedlichen „**Energieträgern**“: Licht, elektrischer Strom, bewegte Luft, Wärme und Kälte,...

Mit diesem Bausatz wird der Energiebegriff erlebbar im Sinne der UNESCO-Dekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung“.

Mehr unter www.bne-portal.de



Lass den Lüfter drehen!

Energie-Werkstatt

Der Bau des Lüfters:

Arbeitszeit: etwa 15 Minuten

Vorbereiten: Loch in großer Holzscheibe auf M6 erweitern („Akkubohrer“).
Wenn kein Bohrer vorhanden ist kann die Einschlagmutter auch direkt in das vorgebohrte Loch eingeschlagen werden!

Werkzeug:

- Hammer
- Schere

zusätzliches Material

- 2 cm Klebeband
- 2 Marmeladengläser

Bauanleitung:

Anschluss der Krokokabel an den Kabeln des Motors:

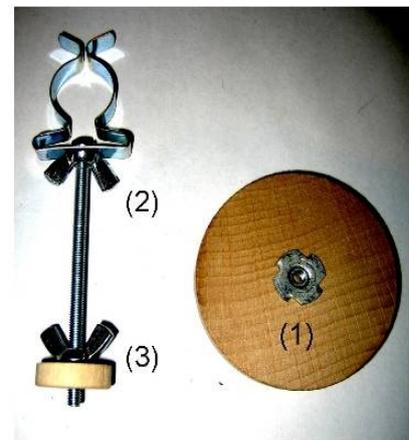
- Schneide das Krokokabel in 2 gleich lange Teile.
- Entferne die Isolierung an den Enden der Krokokabel mithilfe der Schere: ritze dazu den Plastikmantel etwa 1 cm vom Ende entfernt ein und ziehe ihn ab.
- Verdrille das freigewordene Kupferkabel zwischen deinen Fingern.
- Verbinde nun die beiden Krokokabel mit den beiden Kabeln des Motors: Verdrille die abisolierten Enden miteinander und drücke sie auf das Krokokabel.
- Umklebe die verdrillten Kabel stramm mit etwa 1 cm Klebeband.



Die Verbindungsstelle Motorkabel-Krokokabel werden mit Klebeband umwickelt.

Bau der Motorhalterung:

1. Schlag mit dem Hammer die Einschlagmutter in das Loch der großen Holzscheibe, soweit wie möglich (1).
2. Führe die Schraube von oben in die **Motorhalterung** und befestige sie mit einer Flügelmutter. Zieh die Schraube so fest wie du kannst an (2).
3. Schraube die zweite Flügelmutter etwa 1 cm auf die Schraube mit den Flügeln nach oben (3).
4. Schiebe die kleine Holzscheibe als Unterlegscheibe auf die Schraube (3) und drehe die Motorhalterung in den Fußteil.
5. Lege die Verbindungsstelle der Kabel unter die Unterlegscheibe und drehe die Flügelschraube so fest nach unten, dass die Kabel möglichst gut von der Unterlegscheibe festgehalten werden. Vergleiche **Bild: (4) auf Seite 1**
6. Schiebe den Motor in die Motorhalterung.



Fertigstellung des Lüfters

- Schraube den Lüfterpropeller so zusammen, dass die Blätter etwas schräg versetzt liegen. (s. Anlage letzte Seite)
 - Stecke den Propeller auf die Welle des Motors.
- Teste den Motor mit einer Batterie oder der Solarzelle mit Sonnen- oder hellem Lampenlicht.

Treibe den Lüfter auf möglichst unterschiedliche Arten an!

Dazu kannst du verwenden:

- die Solarzelle,
- das „Thermoelement“,
- eine Batterie,
- einen Fön, ...

Energie-Werkstatt

Solarkraftwerk

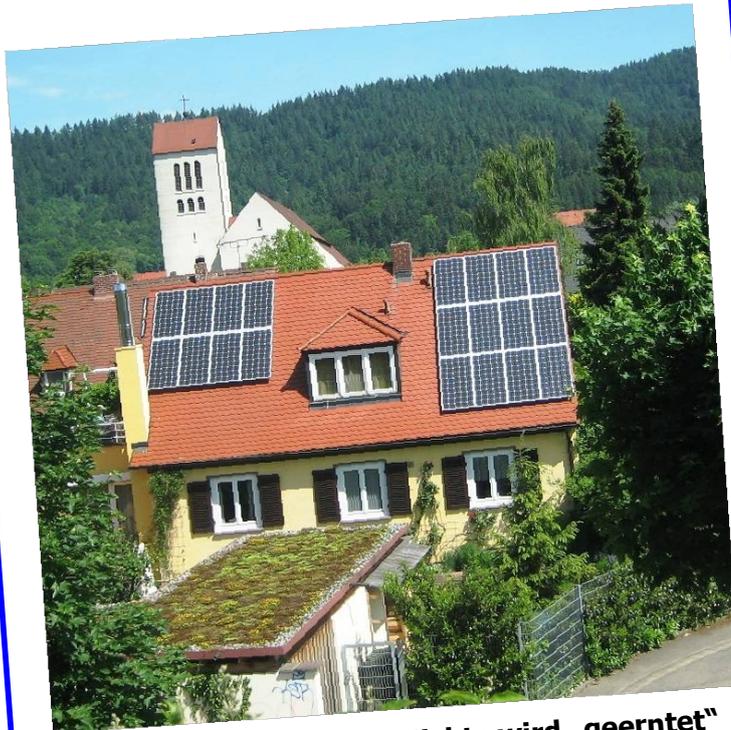
- Schließe den Lüfter an die Solarzelle an.
- Halte die Solarzelle in das Licht der Sonne oder einer Lampe!
- Wie musst du die Solarzelle in das Licht halten, damit sich der Propeller möglichst schnell dreht?
- Woran liegt es, wenn sich der Propeller mehr oder weniger schnell dreht?

Solarkraftwerk

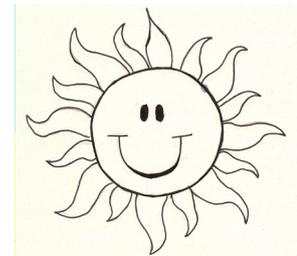


Die Energie des Lichts treibt den Lüfter an!

Solarzellen auf dem Hausdach



Die Energie des Sonnenlichts wird „geerntet“

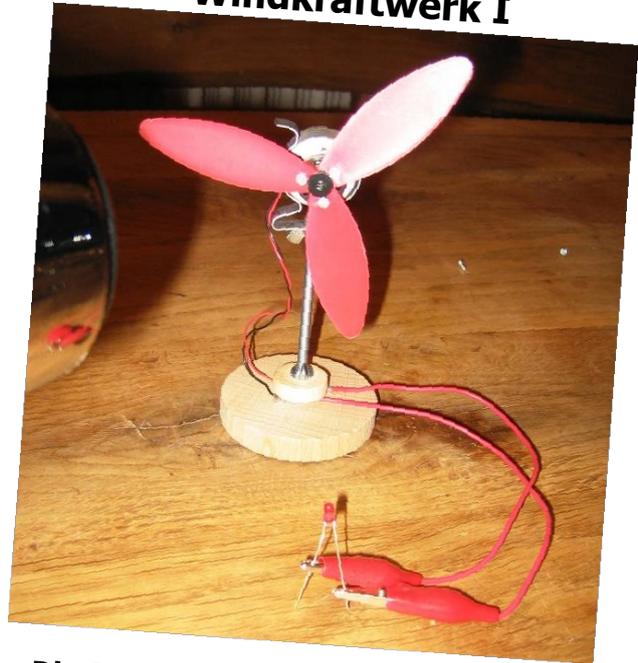


Energie-Werkstatt

Windkraftwerk I

- Verbinde die Anschlüsse der Leuchtdiode so mit dem Lüfter, dass der kurze Anschluss mit dem roten Kabel des Motors und der lange Anschluss mit dem schwarzen Kabel verbunden sind.
- Halte einen kräftigen Fön so vor den Propeller, dass er sich schnell dreht.
- Warum kann man das, was du gebaut hast, ein „Windkraftwerk“ nennen?

Windkraftwerk I



Die Energie des Windes lässt das Licht leuchten!

Windkraftwerk



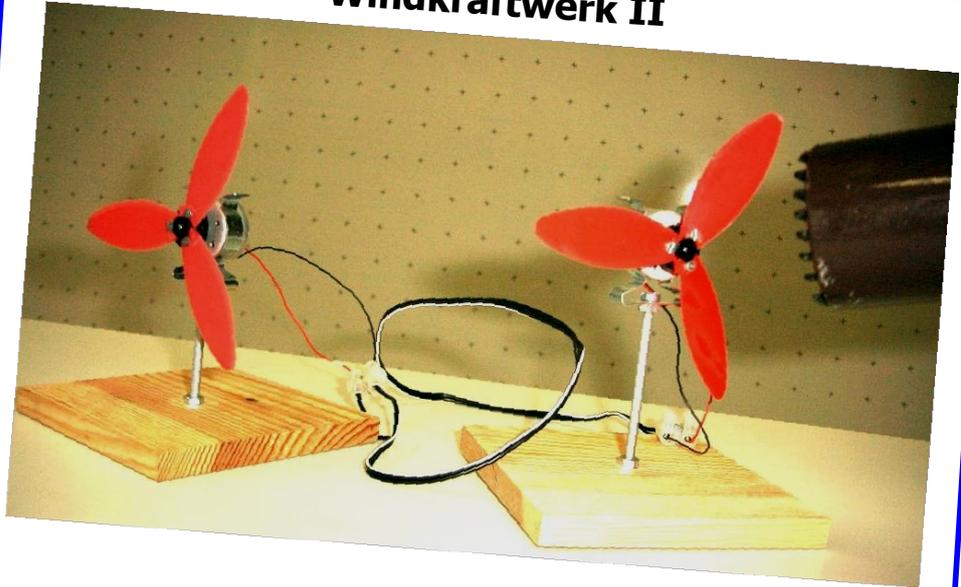
Die Energie des Windes wird genutzt.

Die Energie des Windes kommt von der Sonne.



Energie-Werkstatt

Windkraftwerk II



Die Energie des Windes treibt den Lüfter an!



Windkraftwerk II

- Verbinde die Anschlusskabel zweier Lüfter miteinander.
- Treibe den einen Lüfter mit einem Fön an.
- Der erste Lüfter funktioniert dann wie ein Windkraftwerk, da der Motor als Generator bzw. als Dynamo betrieben wird.
- Was ist das, was der Fön liefert, was vom Windkraftwerk aufgenommen wird, was durch die Kabel zum Lüfter gelangt und dann in die vom Lüfter bewegt Luft geht? Erkläre! Wie könnte man das nennen? Wo hat der Fön das her?
- Wenn du kräftig mit dem Mund das Windkraftwerk anbläst, kann es sein, dass der Lüfter sich auch zu drehen beginnt.

Energie-Werkstatt

Wärmekraftwerk

Ein Marmeladenglas ist mit heißem und ein Marmeladenglas mit kaltem Wasser gefüllt.

Die Gläser müssen vollständig gefüllt sein, damit sich keine Luftblasen bilden!

- Lege das weiße quadratische Blättchen, das so genannte Thermoelement, zuerst auf das kalte, dann auf das warme, dann zwischen das kalte und das warme Marmeladeglas.

- Unter welcher Bedingung dreht sich der Propeller kräftig?

Zusatzversuch:

- Halte einen Eiswürfel an die eine Seite des Thermoelements und deine Handfläche auf die andere.

- Dreht sich der Propeller jetzt nur mit kalt?

Wärmekraftwerk

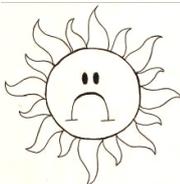


Die Energie der Wärme treibt den Lüfter an!

Kohlekraftwerk



Die Energie der Kohle wird genutzt: außer dem Feuer wird auch eine Kühlung benötigt - „nur mit heiß und kalt geht's halt!“.



Die Energienutzung von Kohle, von Erdöl, von Erdgas schädigt die Atmosphäre der Erde!

Energie-Werkstatt

Solare Wärmekraftwerke

Überall auf der Welt werden Wege gesucht, die Energie des Sonnenlichts sinnvoll zu nutzen.

In solaren Wärmekraftwerken wird Wasser durch Sonnenlicht so stark erhitzt, dass Wärmekraftwerke sinnvoll werden.



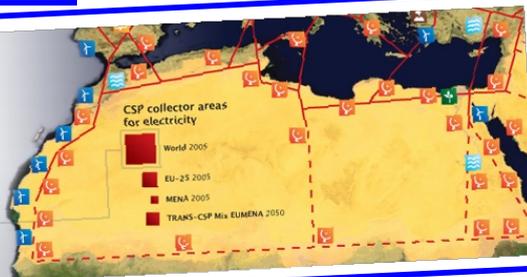
Wärmekraftwerk



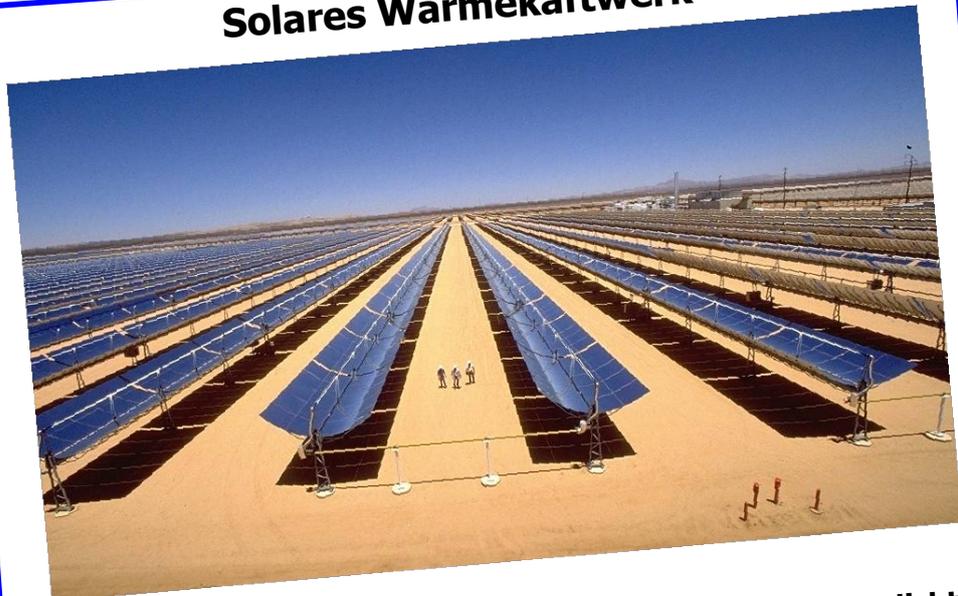
Die Energie der Wärme treibt den Lüfter an!

“Die Wüsten der Erde empfangen in **6 Stunden** mehr Energie von der Sonne, als die Menschheit in **einem Jahr** verbraucht.“
Dr. Gerhard Knies

Das rote Quadrat symbolisiert die Fläche, die notwendig ist, um den **Elektrizitätsbedarf der ganzen Welt** zu decken.
In der Realität werden viele CSP-Kraftwerke über die ganze Welt verteilt sein.



Solares Wärmekraftwerk



Das durch die Parabolspiegel-Rinnen konzentrierte Sonnenlicht erhitzt Öl, welches wiederum das Wasser im Heizkessel des Wärmekraftwerks zum Sieden bringt.



Zur Funktionsweise des Thermoelements

Die Funktionsweise eines Thermoelements kann erläutert werden, ohne auf „Teilchenvorstellungen“ zurückzugreifen. Die physikalische Grundlage unserer Beschreibung hier ist die onsagersche Transporttheorie, in der die **Kopplung** einzelner Ströme extensiver Größen betrachtet wird [2].

Im Folgenden ist ein Ausschnitt eines Vortrags von F. Herrmann dargestellt [3]:

„Ein elektrischer Leiter wird an einem Ende erhitzt und am anderen gekühlt, Abb. 6.13. Als Folge davon fließt ein Entropiestrom von heiß nach kalt. Dieser Entropiestrom ist nun, wenn auch schwach, an die Elektronen gekoppelt. Er versucht die Elektronen, samt ihrer elektrischen Ladung, Masse und Stoffmenge mitzunehmen. Man kann sich den Vorgang so vorstellen: Man möchte einen etwas rauen Fußboden kehren. Der Besen nimmt den Schmutz mit, aber nicht vollständig. „Besenstrom“ und „Schmutzstrom“ sind aneinander gekoppelt, aber die Kopplung ist lose. Damit man den ganzen Schmutz wegbekommt, muss man den Besen mehrere Male über den Boden bewegen. Die Entsprechung ist nun: Besen \propto Entropie und Schmutz \propto elektrische Ladung.

Was passiert nun im Fall unseres elektrischen Leiters? Die Entropie nimmt die elektrische Ladung zunächst etwas mit. Dadurch baut sich aber zwischen den Enden des Leiters eine elektrische Potenzialdifferenz auf, die einen Gegenantrieb für die Elektronen darstellt. Wenn thermischer und elektrischer Antrieb gleich geworden sind, was nach sehr kurzer Zeit passiert, so hören die Elektronen auf, sich zu bewegen.

Die Entropie dagegen fließt weiter, sie ist ja nicht fest an die Elektronen gekoppelt.

Wir versuchen, mit Hilfe dieser Erscheinung eine elektrische Energiequelle zu bauen. Man brauchte doch nur, so könnte man denken, an die beiden Enden des Leiters zwei Drähte anzuschließen, die zum Beispiel zu einer Lampe gehen, und diese Lampe müsste leuchten. Wirklich?

Wir nehmen zunächst das Lämpchen aus dem Stromkreis heraus. Dann haben wir ja, nach unserer Erwartung, einen kurzgeschlossenen Stromkreis, in dem ein elektrischer Strom fließen sollte. Das ist nun aber ganz und gar nicht der Fall. Es passiert etwas, das wir ganz am Anfang schon angesprochen hatten: Wenn man hier in Gedanken einmal im Kreis herum geht, so geht es für die Ladung genauso viel hoch wie runter, aber auch für die Entropie.

Es fehlt allerdings nur wenig, um das Gerät zum Funktionieren zu bringen. Wir brauchen nur die Verbindungen A und B aus verschiedenen Metallen zu machen, z. B. A aus Eisen und B aus Kupfer. Die Antriebe in A und in B sind jetzt nicht mehr gleich stark, denn die Kopplung der Entropie an die elektrische Ladung ist in den beiden Materialien unterschiedlich. In unserem Fall ist sie im Eisen fast zehnmal so stark wie im Kupfer. An den Elektronen im Eisenteil des Weges zieht die Entropie stärker als im Kupferteil. Der Antrieb im Eisendraht „gewinnt“ gegenüber dem im Kupferdraht. Die Elektronen setzen sich im Uhrzeigersinn in Bewegung.

Zusammenfassung:

Die Funktionsweise des Thermoelements beruht auf einem Unterschied der Kopplung der Entropie an die elektrische Ladung.

Ich erkläre die Sache noch einmal mit einem Vergleich. Über eine Rolle hängt ein geschlossenes Seil. Ich versuche, das Seil in Bewegung zu setzen, indem ich meine Hände von oben nach unten über das Seil weggleiten lasse. Dabei packe ich zunächst auf beiden Seiten gleich stark zu. Da ich gleichzeitig links und rechts ziehe, und zwar gleich stark, bewegt sich das Seil nicht. Ich mache nun die Kopplung zwischen Hand und Seil rechts und links unterschiedlich, indem ich links etwas stärker zupacke. Der Mitnahmeeffekt der linken Hand ist nun stärker, und das Seil beginnt, sich gegen den Uhrzeigersinn zu bewegen.

Die Entsprechung ist: Hände \propto Entropie und Seil \propto elektrische Ladung“

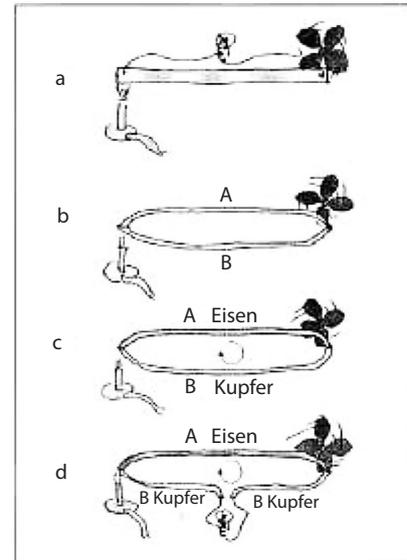
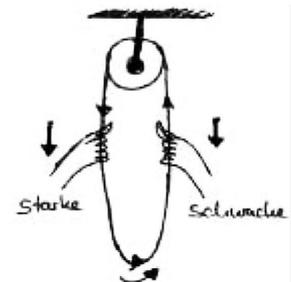


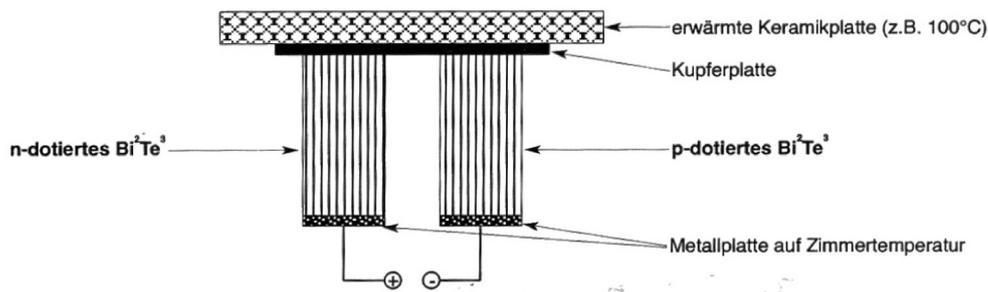
Abb. 6.13 Der Stromkreis ist geschlossen. Leuchtet das Lämpchen? (b) Stromkreis ohne Lämpchen. Sowohl am unteren also auch am oberen Arm des Stromkreises werden die Elektronen nach rechts getrieben. Es gibt keinen Antrieb der die Elektronen im Kreis herumdreht. (c) Die Kopplung zwischen Energie und elektrischer Ladung ist im Eisen stärker als im Kupfer. Die Elektronen werden im Uhrzeigersinn mitgenommen. (d) Das Lämpchen leuchtet.



Die Hände bewegen sich nach unten, links mit starker, rechts mit schwacher Kopplung. Das Seil bewegt sich dann gegen den Uhrzeigersinn.

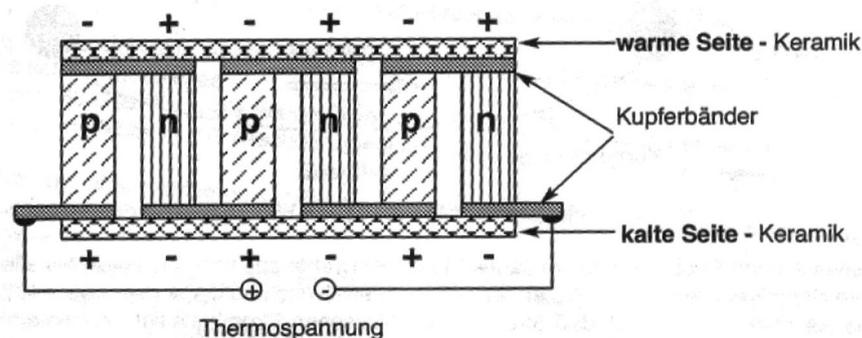
Zum Aufbau des Thermoelements

Anstatt der zwei verschiedenen Metalle, die zusammengelötet werden, werden in der Praxis Halbleiter verwendet, z.B. p- und n-dotiertes Wismut Tellurit, das einen um Größenordnungen höheren Wirkungsgrad als normale Metalle hat..



Statt dass die zwei Halbleiter miteinander verlötet sind, wird die Thermospannung von zwei Leitern desselben Materials abgenommen. Die beiden unteren Enden der Halbleiter befinden sich auf der tieferen Temperatur.

Bei den im Handel erhältlichen Thermoelementen sind die einzelnen Grundelemente je nach Bedarf parallel und in Serie geschaltet:



Technische Daten

Die bei Opitec erhältlichen Thermoelemente haben die folgenden technischen Daten:

- max. Kühlleistung 17 W
- max. Betriebsspannung 8 V
- ohmscher Widerstand 1,8 Ω
- max. Betriebstemperatur Dauerbetrieb: 70 °C
- Thermospannung 27 mV/K
- max. Temperaturdifferenz 67 °C
- max. Betriebsstrom 3,5 A
- Wärmeleitwert 140 mW/K
- kurzzeitig: 110 °C

Literatur

- [1] Falk, Ruppel: Energie und Entropie, Springer Verlag
 [2] Honerkamp, Römer: klassische theoretische Physik, Springer Verlag
 [3] F. Herrmann: elektrische Energiequellen, Comburg 2001
 [4] D. Plappert: das naturwissenschaftl. Praktikum im N-Profil www.n-profil.de
 [5] F. Herrmann: Thermodynamik, SekII, Karlsruher Physikkurs
 [6] H. Wagner: thermoelektrische Bausätze der Fa. Opitec
 [7] D. Plappert Verständliche Elektrizitätslehre, Praxis der Naturwissenschaften (PdN) Physik, 7/52 Auklis Verlag Köln
 [8] D. Plappert Kumulatives Lernen-die Bildung des Entropiebegriffs, PdN 4/53
 [9] D. Plappert Impuls von Anfang an PdN 1/54

weiterführende Literatur zum Thermoelement:

- M. Grote: „Von der Wärmepumpe zur k-Wertbestimmung an Fensterscheiben“, Praxis der Naturwissenschaften, 4/98

weiterführende Versuchsbeschreibungen:

online bei www.optiec.de

wenn Sie eigene Arbeitsblätter zur Verfügung stellen wollen, bitte Kontaktaufnahme mit Dieter Plappert, Seminar für Didaktik und Lehrerbildung Freiburg post@plappert-freiburg.de

Luftschrauben-Bauset

