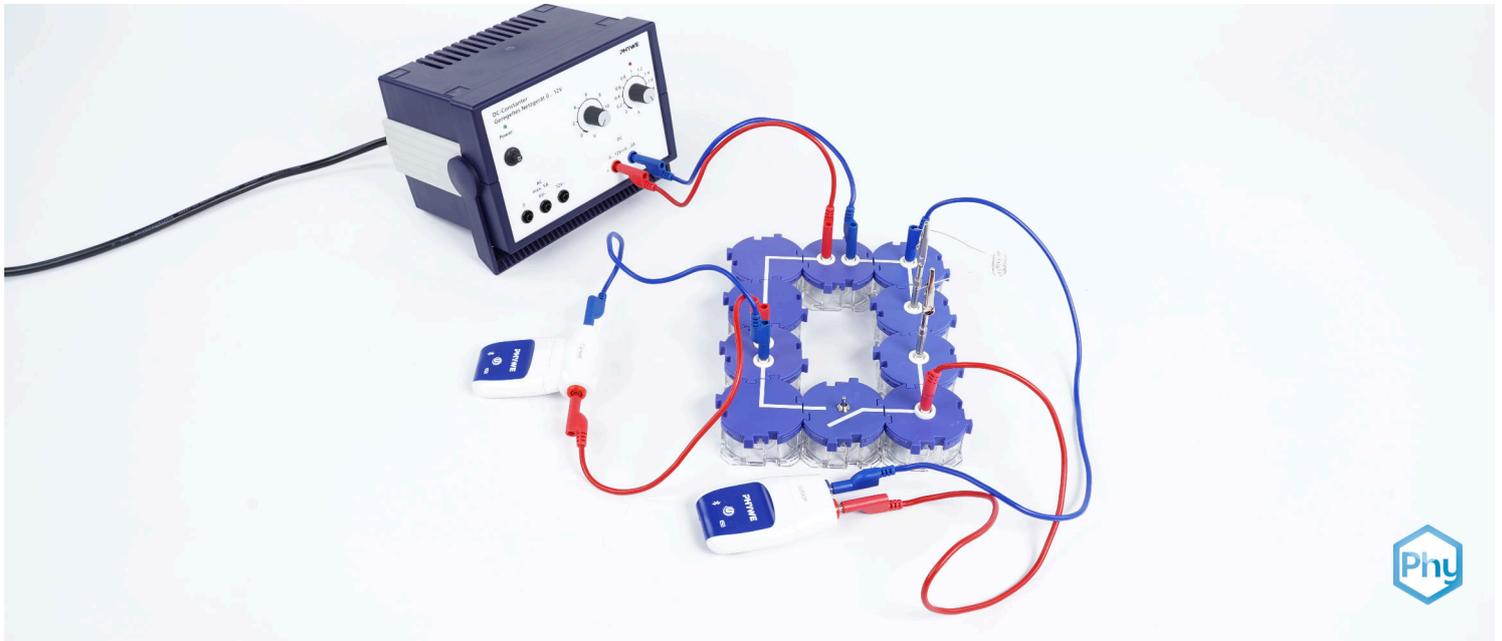


# Umwandlung von elektrischer Energie in thermische Energie mit Cobra SMARTsense



Physik

Energie

Energieformen, -umwandlung, -erhaltung



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

Diese Inhalte finden Sie auch online unter:



<https://www.curriculab.de/c/683702fc7886720002e8f095>

PHYWE



# Lehrerinformationen

## Anwendung

PHYWE

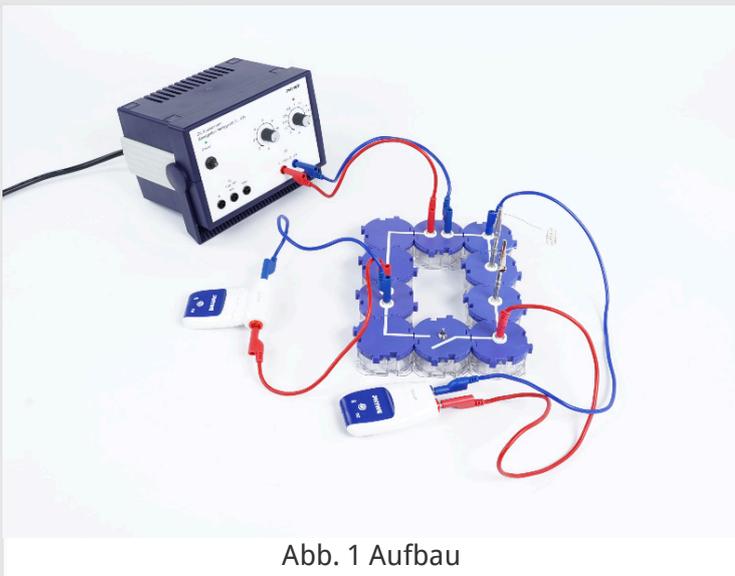


Abb. 1 Aufbau

Energie ist ein Maß für gespeicherte Arbeit und kann in verschiedenen Formen auftreten, die ineinander umgewandelt werden können. In einem geschlossenen System bleibt die Gesamtenergie bei Umwandlungsprozessen konstant, was sie zu einer fundamentalen Größe in der Physik macht.

## Sonstige Lehrerinformationen (1/4)

PHYWE

## Vorwissen



Bei diesem Experiment ist es wichtig zu wissen, dass elektrische Energie in thermische Energie in Form von Wärme umgewandelt werden kann.

Die Wärme- und Lichteffekte des elektrischen Stroms sind den Schülern aus dem Alltag vertraut, und sie haben auch schon experimentiert mit Glühlampen und nutzen deren Leuchtkraft oder Lichteffekt als Maß für die Stromstärke.

## Prinzip



Ein elektrischer Strom wird an einem Konstantendraht angelegt. Der Draht liegt in einem Wassertrog und erwärmt diesen. Die Temperaturänderung, so wie die elektrische Leistung werden gemessen.

## Sonstige Lehrerinformationen (2/4)

PHYWE

## Lernziel



In diesem Experiment wird die Äquivalenz der elektrischen Energie  $E_{el}$  und Wärmeenergie  $E_{th}$  experimentell nachgewiesen

## Aufgaben



Durch die parallele Messung des Stroms  $I$  und der Temperatur  $T$  in Abhängigkeit von der Zeit  $t$  können die beiden Energieformen mit den Einheiten Wattsekunde (Ws) und Joule (J) bei einer bekannten konstanten Spannung  $U$  quantifiziert werden

## Sonstige Lehrerinformationen (3/4)

PHYWE

### Zusätzliche Informationen

In diesem Experiment wird die Äquivalenz der elektrischen Energie  $E_{el}$  und Wärmeenergie  $E_{th}$  experimentell nachgewiesen. Die elektrische Energie  $E_{el}$  wird in der Heizspirale in Wärmeenergie  $E_{th}$  umgewandelt. Dies führt zu einer Erhöhung der Temperatur der Heizspirale (oder des Wassers, in das die Heizspirale eingetaucht werden kann). Durch die gleichzeitige Messung des Stroms  $I$  und der Temperatur  $T$  in Abhängigkeit von der Zeit  $t$  können beide Energieformen bei bekannter konstanter Spannung  $U$  quantitativ erfasst werden. Dies ermöglicht die experimentelle Überprüfung ihrer zahlenmäßigen Äquivalenz:  $E_{el} = E_{th}$ , wobei:

$$E_{el} = U \cdot I \cdot t$$

Die Wärmekapazität des Glasgefäßes muss bei der Bewertung berücksichtigt werden.

$$E_{th} = Q = [(C_{glass} + C_{wasser}) \cdot m_{wasser}] \cdot \Delta T$$

## Sonstige Lehrerinformationen (4/4)

PHYWE

### Zusätzliche Informationen

Die spezifische Wärmekapazität  $C$  von Glas wird gewöhnlich in Joule pro Gramm pro Kelvin [ $\text{J/gK}$ ] oder Joule pro Kilogramm pro Kelvin [ $\text{J/kgK}$ ] angegeben. Die genauen Werte variieren jedoch je nach Glaszusammensetzung und können zwischen etwa  $0,8 \text{ J/gK}$  und  $1,2 \text{ J/gK}$  liegen.

Die Wärmekapazität von Wasser beträgt etwa  $4,18 \text{ J/gK}$  oder  $4,18 \text{ kJ/kgK}$ . Dieser Wert gilt für reines Wasser bei normalen Bedingungen (etwa  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

## Sicherheitshinweise

PHYWE



### Anmerkungen

Eine Stromstärke von  $2\text{ A}$  reicht aus, um die Drahtspule zu einem (schwachen) roten Leuchten zu bringen, wenn sie aus dem Wasser genommen wird. Achten Sie darauf, dass alle elektrischen Anschlüsse ordnungsgemäß und sicher ausgeführt werden, um Unfälle zu vermeiden.

Hinweis: Auch wenn die Spule nicht zum Glühen kommt, hat sie eine so hohe Temperatur, dass es wichtig ist, die Schüler vor der Gefahr zu warnen, sich beim Berühren der Spule zu verbrennen.

Achten Sie darauf, dass das Thermometer das Wasserbad korrekt misst und nicht mit der Heizschlange in Berührung kommt, um Messfehler zu vermeiden.

PHYWE



## Schülerinformationen

## Motivation

PHYWE



Abb. 2 Wasserboiler

Elektrische Energie kann in Wärme umgewandelt werden – ein Tauchsieder veranschaulicht diesen Vorgang gut. Er besteht aus einer Heizspirale mit hohem elektrischem Widerstand, durch die Strom fließt. Aufgrund des hohen elektrischen Widerstands erwärmt sich die Spirale. Diese Wärme wird an das Wasser abgegeben und das Wasser erhitzt sich.

## Aufgaben

PHYWE

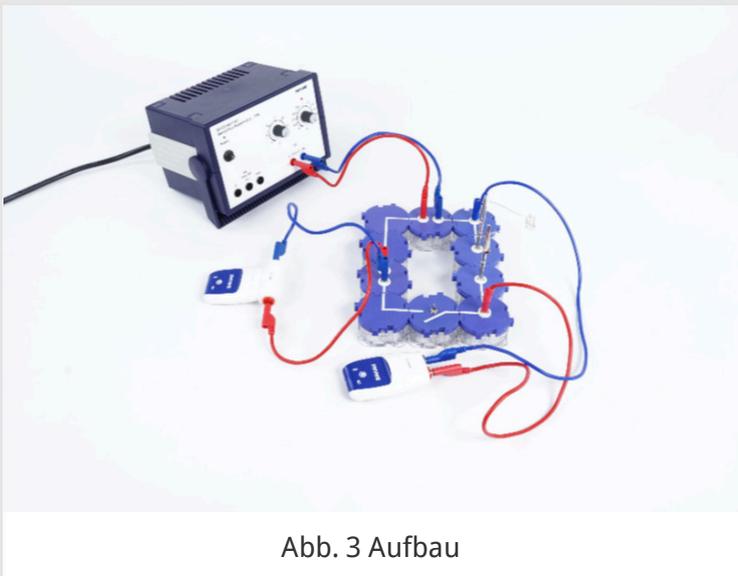


Abb. 3 Aufbau

1. Baue einen Schaltkreis mit den elektronischen Bausteinen, um ein Tauchsiedermodell zu erstellen.
2. Wandle elektrische Energie in Wärmeenergie um.
3. Messe währenddessen die Spannung und den Strom.

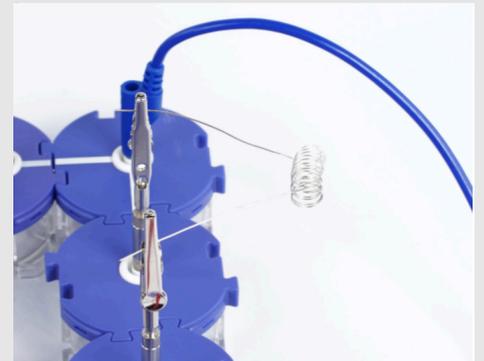
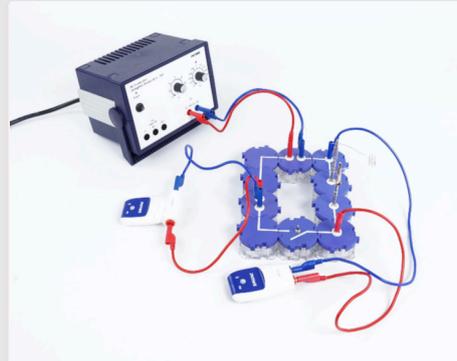
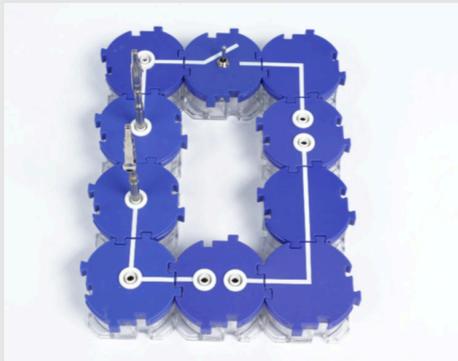
## Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Cobra SMARTsense Current - Sensor zur Messung von elektrischem Strom	12902-01	1
2	Cobra SMARTsense Voltage - Sensor zur Messung von elektrischer $\pm 30$ V (Bluetooth + USB)	12901-01	1
3	Leitungs-Baustein, gerade, SB	05601-01	1
4	Leitungs-Baustein, winklig, SB	05601-02	2
5	Leitungs-Baustein, unterbrochen mit Buchsen, SB	05601-04	2
6	Leitungs-Baustein, Anschlussbaustein, SB	05601-10	2
7	Leitungs-Baustein, winklig mit Buchse, SB	05601-12	2
8	Ausschalter, SB	05602-01	1
9	Rillentrog ohne Deckel, Borosilikat, 90 x 74 x 43 mm	34568-01	1
10	Krokodilklemme, blank, 10 Stück	07274-03	1
11	Verbindungsstecker, 2 Stück	07278-05	1
12	Verbindungsleitung, 32 A, 25 cm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07360-01	1
13	Verbindungsleitung, 32 A, 25 cm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07360-04	1
14	Verbindungsleitung, 32 A, 50 cm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-01	2
15	Verbindungsleitung, 32 A, 50 cm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-04	2
16	Konstantdraht, 6,9 Ohm/m, d = 0,3 mm, l = 100 m	06101-00	1
17	PHYWE Netzgerät, RiSU 2023 DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1
18	Laborthermometer, -10...+110°C, l=230mm, Tauchschaft 100mm	38005-10	1
19	measureAPP - die kostenlose Mess-Software für alle Endgeräte	14581-61	1

## Aufbau (1/3)

PHYWE

- Baue den Stromkreis so auf, wie in den Abbildungen unten gezeigt ist. Nutze die Krokodilklemme, um die Heispirale einzuklemmen. Die Spirale baust du, indem du den Draht zum Beispiel um einen Stift wickelst.



## Aufbau (2/3)

PHYWE

Zur Messung mit den **Cobra SMARTsense Sensoren** wird die **PHYWE measureAPP** benötigt. Die App kann kostenfrei im jeweiligen App Store (QR-Codes siehe unten) heruntergeladen werden. Bitte überprüfe vor dem Starten der App, ob auf deinem Gerät (Smartphone, Tablet, Desktop-PC) **Bluetooth aktiviert** ist.



iOS



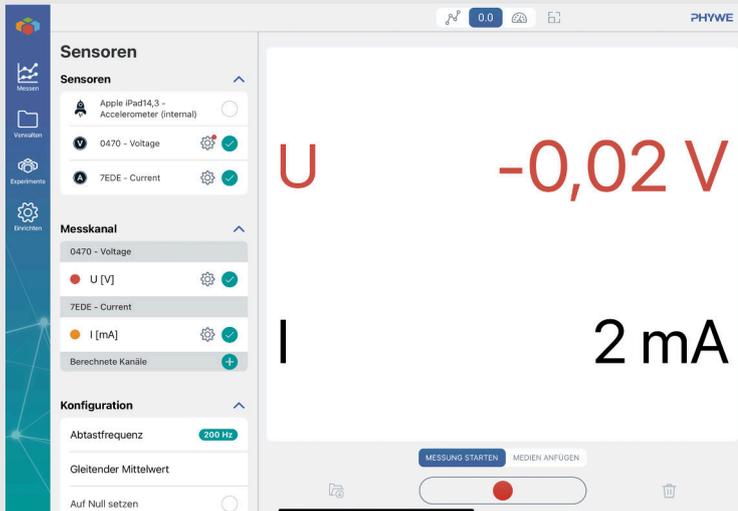
Android



Windows

## Aufbau (3/3)

PHYWE



Beispielscreenshot der App

- Starte die beiden Cobra SMARTsense Sensoren, indem du den Ein/Aus-Knopf bei beiden für circa drei Sekunden gedrückt hältst.
- Starte nun die measureAPP und verbinde dich mit beiden Sensoren. Stelle die Anzeige so ein, dass die Messwerte dir als Zahlen angezeigt werden. Das erreichst du, indem du auf "0.0" oben in der App klickst. Auf der linken Seite siehst du, wie das dann aussieht.

## Durchführung (1/3)

PHYWE

### 1. Experiment

- Fülle die gerillte Wanne mit 100 ml kaltem Wasser, stelle sie neben die Blöcke und tauche die Heizschlange vollständig in das Wasser ein.
- Messe die Wassertemperatur und trage die Temperatur unter  $t = 0 \text{ min}$  in Tabelle 1 des Protokolls ein.
- Schalte die Stromversorgung ein. Schalter schließen und Stoppuhr starten
- Stelle die Spannung so ein, dass der Strom 2 A beträgt. Trage die Messwerte für Spannung und Strom in Tabelle 1 ein.

## Durchführung (2/3)

PHYWE

### 1. Experiment

- Wasser mehrmals umrühren. Öffne den Schalter jede Minute einmal, um die Wassertemperatur zu messen. Trage die Ergebnisse in Tabelle 1 ein. Danach jedes mal den Schalter wieder schließen. Nach 5 min den Schalter geöffnet lassen.
- Gieße das Wasser aus, spüle den gerillten Trog mit kaltem Wasser aus und fülle ihn erneut mit 100 ml kaltem Wasser.
- Wiederhole die Messungen bei einem Strom von 1,4 A
- Trage die Messwerte in Tabelle 2 ein

## Durchführung (3/3)

PHYWE

### 2. Experiment

- Die Heizschlange aus dem Wasser nehmen, den Schalter schließen
- Stelle den Strom wieder auf  $I = 2 \text{ A}$  ein
- Beobachte die Heizspirale. VORSICHT: Berühre nicht die heiße Spule!
- Öffne den Schalter und schalte die Stromzufuhr aus.
- Notiere deine Beobachtungen in deinem Protokoll

PHYWE



# Protokoll

## Tabelle (1/2)

PHYWE

Trage die Messwerte für die Temperatur des Wassers, die Spannung und den Strom  $I = 2 \text{ A}$  in die Tabelle ein.

Zeit in min	$T$ in $^{\circ}\text{C}$	$U$ in Volt	$I$ in Ampere
1			
2			
3			
4			
5			

## Tabelle (2/2)

PHYWE

Trage die Messwerte für die Wassertemperatur, die Spannung und einen Strom von  $I = 1,4 \text{ A}$  in die Tabelle ein.

Zeit in min	$T$ in $^{\circ}\text{C}$	$U$ in Volt	$I$ in Ampere
1			
2			
3			
4			
5			

## Aufgabe (1/4)

PHYWE

Berechne die aufgenommene thermische Energie des Wassers mit folgender Gleichung:

$$Q = [(C_{\text{glass}} + C_{\text{wasser}}) \cdot m_{\text{wasser}}] \cdot \Delta T$$

$\Delta T$  ist die Änderung der Temperatur pro Messschritt. Ebenfalls kann folgendes angenommen werden:

$$C_{\text{glass}} = 1 \text{ J/gK}, C_{\text{wasser}} = 4,18 \text{ J/gK}$$

Die Masse muss dementsprechend in Gramm angegeben werden.

Trage dein Ergebnis auf der nächsten Seite ein.



## Aufgabe (2/4)

PHYWE

 $Q =$   $E_{th} =$  

Berechne nun die thermische Energie  $E_{th}$  für die Heizspirale. In diesem Experiment kannst du dafür die Formel verwenden:

$$E_{th} = P \cdot t$$

$P$  ist die Leistungsaufnahme der Heizspirale und  $t$  ist die Zeit.

Die Leistung  $P$  wird durch das Produkt aus Spannung  $U$  und Strom  $I$  berechnet:

$$P = U \cdot I$$

Wenn du die Spannung  $U$  und den Strom  $I$  der Heizspirale im Stromkreis gemessen hast, kannst du die Leistung  $P$  berechnen. Multipliziere dann die Leistung mit der Zeit  $t$ , um die Wärmeenergie  $E_{th}$  zu erhalten. Ist  $E_{th}$  größer oder kleiner  $Q$ ? Wieso gibt es dieses Verhältnis?

## Aufgabe (3/4)

PHYWE

Welche Einheit wird zur Messung der elektrischen Energie verwendet?

 Watt (W) Joule (J) Ampere (A) Volt (V) Siehe

Wie berechnet man die Leistung (P) in einem Stromkreis?

  $P = U + I$   $P = U - I$   $P = U / I$   $P = U \cdot I$  Siehe

## Aufgabe (4/4)

PHYWE

Was besagt die Wärmekapazität  $C$ ?

- Die elektrische Leistungsaufnahme
- Die Menge der thermischen Energie
- Die Menge an Energie, die benötigt wird, um die Temperatur eines Systems zu erhöhen
- Die Temperaturänderung eines Systems

✓ Siehe

Dia	Ergebnis / Insgesamt
Dia 23: Mehrere Aufgaben	0/2
Dia 24: Was ist die richtige Antwort?	0/1

Insgesamt  0/3

 Lösungen

 Wiederholen Sie

 Text exportieren