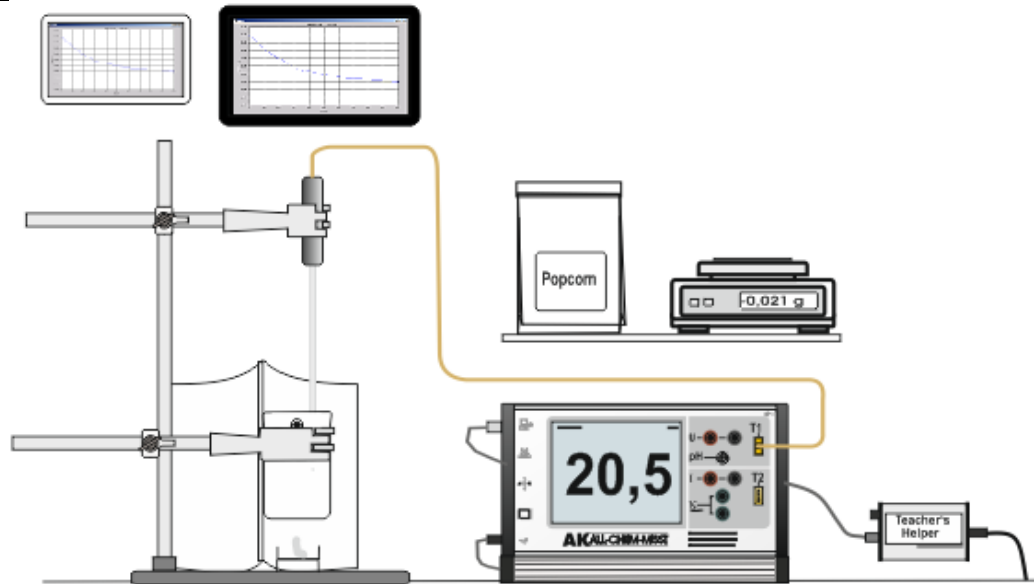




## Prinzip

Einige Lebensmittel sind brennbar, sodass die Bestimmung ihres Heizwertes keinen großen Aufwand erfordert. Man kann Sie anzünden und mit der Flamme eine Wasserportion erwärmen. So wird es einfach, den Energiegehalt von verschiedenen Lebensmitteln zu vergleichen.

## Aufbau und Vorbe- reitung



### Benötigte Geräte

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> ALL-CHEM-MISST II / Junior    | <input type="checkbox"/> 1 Metallbecher, gebohrt     |
| <input type="checkbox"/> USB-Kabel / Netzteil          | <input type="checkbox"/> 2 leere Teelicht- Schälchen |
| <input type="checkbox"/> Teacher's Helper /Netzteil    | <input type="checkbox"/> 2 Muffen                    |
| <input type="checkbox"/> Tablet/Laptop oder Smartphone | <input type="checkbox"/> 2 Greifklemmen              |
| <input type="checkbox"/> 1 Temperaturfühler            | <input type="checkbox"/> Holzspieß                   |
| <input type="checkbox"/> 1 Stativ                      | <input type="checkbox"/> Windschutz (z.B. Heft)      |
| <input type="checkbox"/> Waage                         |  |

### Verwendete Chemikalien

- brennbare Lebensmittel z.B.:
- Popcorn
- Cashew-Kerne
- Mandeln

### Vorbereitung des Versuchs

- ▶ Den Versuch laut Abbildung aufbauen.
- ▶ Den Kalorimeterbecher tarieren, etwa 75 g Wasser abwiegen und den genauen Wert notieren (Rückseite).
- ▶ Waage tarieren, Schälchen daraufstellen, ca. 0,3 g des Lebensmittels abwiegen und den Wert notieren.
- ▶ Den Kalorimeterbecher mit dem Spieß etwa 3 cm über dem Teelichtschälchen auf die Klemme hängen.
- ▶ Darauf achten, dass der Temperaturfühler sich im Wasser befindet, aber nicht die Gefäßwände berührt.
- ▶ Den Temperaturfühler in T1 beim ALL-CHEM-MISST II einstecken.

### Vorbereitung an den Tablets / Laptops (Clients)

- ▶ Am Tablet / Laptop / Smartphone Einstellungen oder mit **WLAN** eine Verbindung herstellen: **ak.net** anwählen und warten bis die Verbindung eingebucht ist.
  - ▶ Browser z.B. **Firefox/Safari** aufrufen, in die Adresszeile/URL-Zeile (nicht in die Google-Suchzeile!) **http://labor.ak** eingeben. Es erscheinen 4 Bildschirme...
  - ▶ **AK MiniAnalytik** wählen. Im erscheinenden Bild können die Menüicons neben- oder (bei kleinen Bildschirmen) untereinander angeordnet sein.
  - ▶ Icon 'Messen' (2. Von links) und **Mit Messgerät verbinden** auswählen.
  - ▶ **Messgrößen-Auswahl:**  **Temp. 1 (T1)**
  - ▶ **Konfiguration-Methode:** Y-Achse T1 Min **20,00** °C und T1 Max **40,00** °C  
T1 Nachkomma **2** und Linien  **ja**
  - ▶  **X-Achse: Zeit**
  - ▶ X-Achse Zeit Intervall **2,0** s und Zeit Max **300,0** s  
Zeit Nachkomma **1** und
- Der Messbildschirm wird aufgebaut und Werte angezeigt.



Durchführung

- ▶ Mit **Aufzeichnung starten** die Messwertspeicherung starten.
- ▶ Nach etwa 10 s das Lebensmittel (nicht direkt unter dem Kalorimeter) entzünden und schnell unter den Kalorimeterbecher stellen.
- ▶ Ist das Lebensmittel verbrannt (oder von alleine erloschen) noch 30 s warten, in denen die Temperatur wieder sinkt.
- ▶ Zum Beenden des Versuchs **Stoppen** drücken.

Die Masse des Schälchens mit den Resten des verkohlten Lebensmittels bestimmen und notieren.

Masse an Wasser im "Kalorimeter" $m_W$		g
Masse des Schälchens + Lebensmittel (vorher)		g
Masse des Schälchens (+ Reste nachher)		g
Differenz (Masse des Lebensmittels) $m_L$		g

Versuchsdaten

Speichern

- ▶ Icon oben links und **Speichern unter** wählen
- ▶ Unter ‚Projekt Speichern‘ Projektnamen eingeben (hier: Beispiel) **G10 User** und **OK**

Excel-Export

- ▶ Icon oben links und **Datenreihen exportieren** wählen
- ▶ Unter ‚Datenreihen Speichern‘ Projekt  **G10 User** auswählen und **Speichern**
- ▶ Je nach Gerät mit ‚Speichern unter‘ noch Pfad aussuchen und bestätigen

Öffnen bei Bedarf

- ▶ Ist der Teacher's Helper nicht mehr zu erreichen: Browser z.B. **Firefox/Safari** aufrufen, in die Adresszeile (URL-Zeile) - nicht in der Google-Suchzeile! **http://labor.ak** eingeben. -
- ▶ Icon oben links und **Laden** "Projekt Laden" **G10 User** direkt auswählen und → anklicken

**Auswertung**

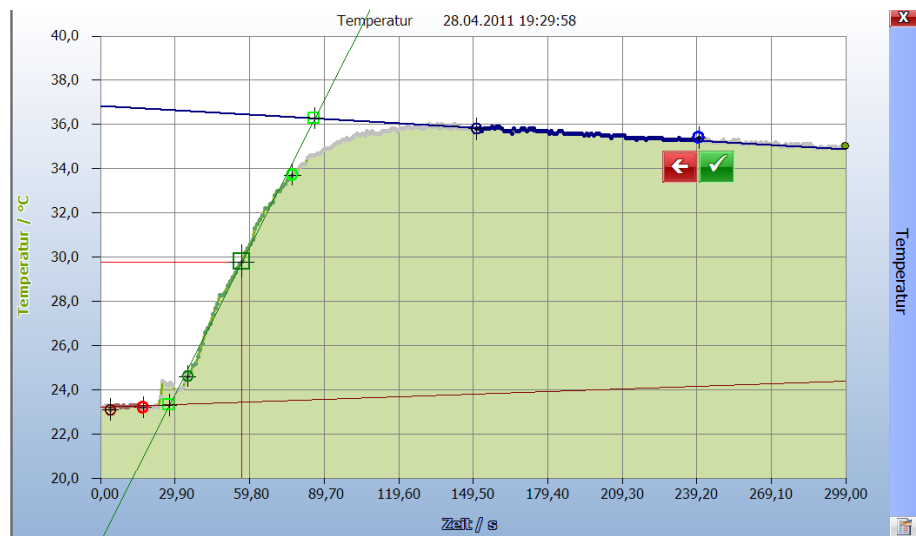
**Prinzip:** Das Verbrennen des Lebensmittels erwärmt das Wasser (und das Kalorimeter). Dabei wird eine bestimmte Wärmemenge  $Q$  frei.

Für genauere Bestimmungen muss man auch die Erwärmung des Metallgefäßes des Thermometers etc. berücksichtigen. Dieser Wert heißt Wasserwert des Kalorimeters  $W_{\text{Kal}}$ . Er wird unter ähnlichen Bedingungen mit einem Stoff mit bekanntem Brennwert bestimmt. In unserem Fall soll sein:  $W_{\text{Kal}} = 150 \text{ J/K}$ .

$$Q = (c_W \cdot m_W + W_{\text{Kal}}) \cdot \Delta T$$

**Auswerten der Daten mit dem Computer**

- ▶ Icon 'Auswerten' (3. von links) **Drei-Geraden-Methode**
- ▶ Folgen Sie den Anweisungen (mit 'Abhaken') **1.** für die **Vorperiode**, **2.** **Hauptperiode** und **3.** **Nachperiode**
- ▶ Dann auf **Berechnen** tippen.
- ▶ Evtl. die Position des Ergebniskästchens ändern.





- ▶ Icon 'Auswerten'  (3. von links) und **Werte umrechnen** und **bel. Funktion** **OK**
- ▶ **Nur Rechner** Termeingabe:  **(4,185\*50,87+150)\*13,0**  **=** 

**Hinweis**

**Längst abgeschafft aber immer noch allgegenwärtig: Die Kalorie** (eigentlich: Kilokalorie)

1 kcal  $\triangleq$  4,186 kJ und 1 kJ  $\triangleq$  0,239 kcal

**Wissenswertes**

Essen liefert Energie für alle Tiere, ohne Essen könnten wir nicht leben. Die Menge der gespeicherten Energie in der Nahrung ist von großem Interesse für den Menschen. Die Energie, die der Körper zum Laufen, Sprechen und Denken benötigt, kommt aus den Lebensmitteln. Nicht alle Lebensmittel enthalten die gleiche Menge an gespeicherter Energie. Es sind auch nicht alle Lebensmittel gleichermaßen nahrhaft. Eine durchschnittliche Person sollte ein Minimum von 2000 kcal/Tag verbrauchen. Obwohl die Einheit längst abgeschafft ist, steht sie häufig auf unseren Lebensmittelpackungen. Also beträgt der Minimalverbrauch eigentlich 8372 kJ/Tag.

Man kann den Energiegehalt von Lebensmitteln messen, indem man eine gewisse Portion verbrennt und mit der freigesetzten Wärme eine bestimmte Wassermenge erwärmt. Dieses Verfahren heißt Kalorimetrie. Der Energiegehalt wird bei Lebensmitteln meist in kJ/100 g angegeben.

Der hier **experimentell bestimmte Brennwert** kann aber von den Organismen nur zum Teil erreicht werden. Man versteht deshalb unter dem physiologischen Brennwert die Energie, die ein Organismus aus einem Nährstoff gewinnen kann.

Der **physiologische Brennwert** von Nahrungsmitteln gibt die spezifische Energie an, die bei deren Verstoffwechslung (Zellatmung) im Körper eines Organismus verfügbar gemacht werden kann. Der energetische Aufwand, den der Körper hierfür andererseits betreiben muss, bleibt dabei unberücksichtigt; es handelt sich also um Bruttowerte. Der physiologische Brennwert ist im Allgemeinen geringer als der physikalische Brennwert bei der vollständigen Verbrennung in einer Flamme.

**Weiteres**

Führen Sie diese Messung mit verschiedenen weitere brennbaren Nahrungsmitteln (Popcorn, Cashew-Kerne, Erdnussflips...) durch und vergleichen Sie die Ergebnisse.

**Beachten:**



**Entsorgung**

Abfalleimer

**Literatur**

M. Wainwright, Chemische Energetik, Seite 16 ff, Verlag B. Franzbecker, Bad Salzdetfurth 1979  
F. Kappenberg, Computer im Chemieunterricht 1988, S. 151, Verlag Dr. Flad, Stuttgart  
E. W. Bauer, Humanbiologie, Berlin 1987