

Energie aus Nahrungsmitteln



Klassenstufe	Oberthemen	Unterthemen	Anforderungsniveau	Durchführungsniveau	Vorbereitung
Sek 1	Analytik	Kalorimetrie	15 min

Aufgabenstellung

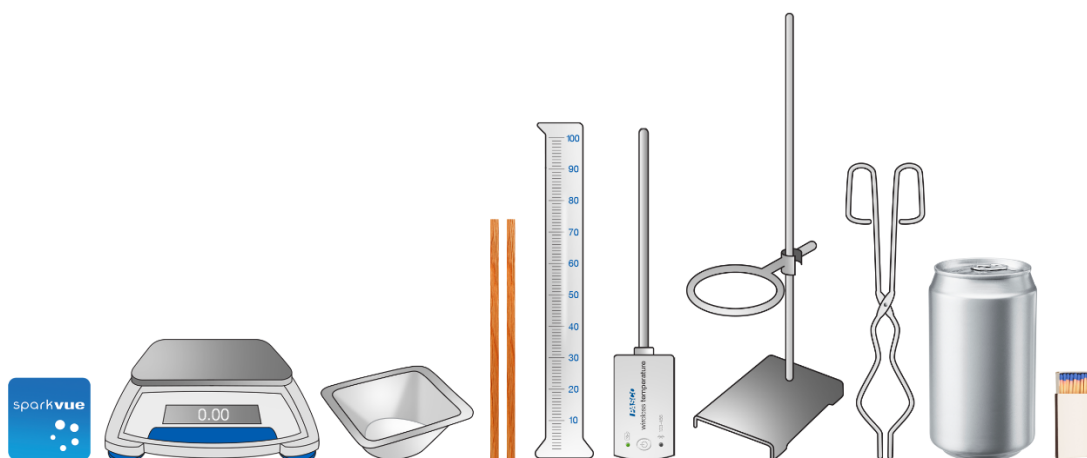
Die Schüler verwenden einen Temperatursensor, um den Unterschied zwischen den Kalorien von Lebensmitteln und der Kalorieneinheit zu untersuchen, und beobachten, wie verschiedene Lebensmittelproben ein unterschiedliches Verhältnis von Energie pro Gramm liefern.

Hintergrund

Unter dem Begriff „kalorimetrische Messungen“ fasst man solche physikalischen Messungen zusammen, bei denen man z. B. Wärmekapazitäten von Stoffen, den physiologischen Brennwert von Lebensmitteln oder chemische Reaktionsenthalpien quantitativ bestimmen kann. Dazu benutzt man verschiedene Arten von Kalorimetern, die sich im Messprinzip oder in der Konstruktion unterscheiden. Die während des Experiments freigesetzte bzw. verbrauchte Wärme wird aus der Temperaturänderung der Kalorimeterflüssigkeit berechnet.

Mithilfe kalorimetrischer Messungen lassen sich Wärmekapazitäten von Stoffen, Verbrennungswärmen oder der physiologische Brennwert von Nahrungsmitteln bestimmen. Verbrennungswärmen ermittelt man häufig in einfachen Bombenkalorimetern mit konstantem Volumen. Das Kalorimeter ist so aufgebaut, dass weder Energie noch Arbeit mit der Umgebung ausgetauscht werden können und stellt somit ein abgeschlossenes System dar.

Materialien und Ausrüstung



Sensoren:

- Temperatursensor

Material:

- Gerät mit SPARKvue Software
- Temperatursensor
- Messzylinder, 100 mL
- Ringstand mit Ring
- Waage (Ablesbarkeit: 0,01 g)
- Waagschale
- Tiegelflange
- Holzspäne (2)
- Büroklammer
- Klebeband

- Streichhölzer
- Aluminiumdosen (3, gleicher Typ)
- Alufolie
- Lebensmittel (Chips)

Sicherheit

Fügen Sie diese wichtigen Sicherheitsvorkehrungen zu Ihren normalen Laborverfahren hinzu:

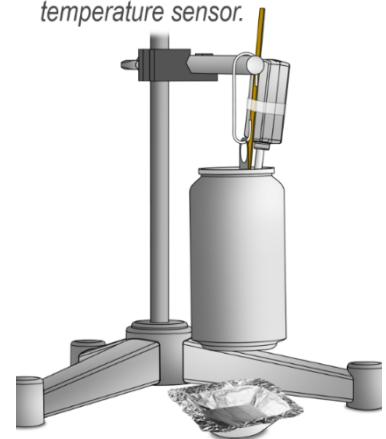
- ◆ Tragen Sie zu jeder Zeit eine Schutzbrille.
- ◆ Binden Sie lange Haare zurück und krempeln Sie lange Ärmel hoch.
- ◆ Legen Sie jeden baumelnden Schmuck ab.
- ◆ Essen und Trinken Sie nicht Labor – auch nicht bei der Arbeit mit Lebensmitteln.

Experiment

Experiment

- Öffnen Sie SPARKvue.
- Verwenden Sie das Bluetooth-Symbol, um den Temperatursensor zu verbinden.
- Messen Sie etwa 50 ml Wasser ab und notieren Sie das genaue Volumen Ihrer Tabelle. Gießen Sie das Wasser in eine Aluminiumdose.
- Kleben Sie eine Holzschiene parallel zur Sonde des Temperatursensors, so dass die Schiene 3-5 mm länger als das Ende der Sonde ist.
- Legen Sie den Fühler in die Dose: Der Fühler sollte nur mit dem Wasser in Berührung kommen, nicht mit der Dose. Die Schiene sollte auf dem Boden der Dose aufliegen.
- Verwenden Sie die Büroklammer, um die Dose und die Sonde wie gezeigt am Eisenring aufzuhängen.
- Notieren Sie die Arten von Lebensmitteln, die Sie testen in Ihrer Tabelle.
- Wickeln Sie die Waagschale mit Folie um, so dass die Oberseite vollständig bedeckt ist.
- Legen Sie das erste Lebensmittel in die Schale.
- Stellen Sie die Schale unter die Dose. Benutzen Sie eine Zange, um den äußeren Rand des Lebensmittels vorsichtig unter die Dose zu halten, ohne sie zu berühren.
- Passen Sie die Höhe der Dose so an, dass zwischen dem Lebensmittel und der mit Folie bedeckten Schale ein Abstand von 2 bis 3 cm besteht. Die Schale sollte so platziert werden, dass sie Lebensmittelstücke auffangen kann, die beim Verbrennen herunterfallen könnten.
- Beginnen Sie mit der Datenerfassung. Zünden Sie den anderen Holzspan mit einem Streichholz an. Lösche das Streichholz aus.

Tape wood splint to temperature sensor.



- Halten Sie das Lebensmittel wie zuvor unter die Dose und zünde es mit dem Holzspan von unten an. Löschen Sie die Schiene, sobald das Essen brennt.
- Beenden Sie die Datenerfassung, wenn das Lebensmittel nicht mehr brennt und die Temperatur zu sinken beginnt.
- Lassen Sie das verbrannte Lebensmittel in die Schale fallen. Vergewissern Sie sich, dass die gesamte Masse von der Zange auf die Schale übertragen wird, einschließlich des Öls, das möglicherweise während des Verbrennens getropft ist.
- Notieren Sie die endgültige Masse der Schale und der Lebensmittel in Ihrer Tabelle.
- Ermitteln Sie in SPARKvue mit dem Statistik-Tool die minimale (Anfangs-) und maximale (End-) Temperatur. Tragen Sie die Anfangs- und Endtemperaturen in ihre Tabelle ein.
- Entsorgen Sie die verbrannten Lebensmittel und wischen Sie die Schale und die Zange ab, um die Lebensmittelmasse zu entfernen. Wiederholen Sie die Schritte 4 - 17 mit einer neuen Dose für jedes verbleibende Lebensmittel. Sie können die Holzschienen wiederverwenden.

Die Datenanalyse

Die zu untersuchende Substanz wird in die kalorimetrische Bombe gebracht und dort unter Sauerstoffatmosphäre verbrannt. Die Bombe steht in einem Kalorimetergefäß, das mit Wasser gefüllt ist. Die bei der Verbrennung freiwerdende Wärme wird vom Wasserbad des Kalorimeters aufgenommen, wodurch sich die Temperatur des Wassers erhöht. Aus der gemessenen Temperaturänderung kann man die Verbrennungswärme nach der Grundgleichung der Wärmelehre berechnen.

$$Q_V = \frac{C_K \cdot \Delta T}{n}$$

Q_V – Verbrennungswärme bei konstantem Volumen

C_K – Wärmekapazität des Kalorimeters

ΔT – Temperaturänderung

n – Stoffmenge der Probe

Dazu muss man vor der Messung die Wärmekapazität des Kalorimeters ermitteln. Diese erhält man, indem man z. B. eine bestimmte Menge kaltes Wasser in ein Kalorimeter füllt, eine definierte Menge warmes Wasser dazugibt und die Mischungstemperatur bestimmt.