

Lebensmittel sind Treibstoff

1. EINLEITUNG

Wir essen Lebensmittel, um die Energie zu bekommen, die unser Körper braucht, um richtig zu funktionieren. Aber nicht jedes Essen enthält die gleiche Menge Energie. Vielleicht ist dir schon aufgefallen, dass du nach einem großen Teller Pasta viel Energie übrig hast. Oder dass du nach dem Essen von nur Salat richtig müde warst.

Was genau ist in der Nahrung, das diese Energie liefert? Und wie misst man die Menge an Energie in der Nahrung? In diesem Experiment lernst du den Prozess der 'Kalorimetrie' kennen, um die Menge an Energie in Lebensmitteln zu bestimmen. Während des Experiments verbrennst du abgemessene Mengen verschiedener Lebensmittelproben. Die freigesetzte Energie kann verwendet werden, um die Temperatur einer festen Menge Wasser zu erhöhen (siehe Abbildung 1).

Sobald du die Temperaturänderung für die Menge Wasser kennst, die du verwendet hast, kannst du die Menge an Wärmeenergie im Wasser mit der folgenden Gleichung berechnen:

$$q = mC_p \Delta T$$

Hier steht q für die Wärmeenergie, m für die Wassermenge, ΔT für die Temperaturänderung und C_p für die spezifische Wärmekapazität des Wassers, die $4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ beträgt. Das bedeutet, dass $4,18$ Joule Energie benötigt werden, um die Temperatur eines jeden Gramms Wasser um 1 Grad Celsius zu erhöhen.

Dann wirst du die Menge an erzeugter Wärme und die Masse des verbrannten Essens nutzen, um den Energiegehalt zu berechnen, ausgedrückt in Kilojoule pro Gramm, und die Energie pro Portion für jedes getestete Produkt.

2. WAS WIRST DU TUN?

- Bestimmen, wie viel Energie freigesetzt wird, wenn verschiedene Lebensmittelproben verbrannt werden.
- Nach Mustern suchen in der Menge an Energie, die während des Verbrennens verschiedener Lebensmittelproben freigesetzt wird.



Abbildung 1

3. WAS DU BRAUCHST

- Chromebook, Laptop, Desktop oder Smartphone
- Die App Graphical Analysis
- Go Direct Temperatursensor
- Schutzbrille
- 2 Stativklammern (1 für die Dose und 1 für den Temperatursensor)
- Stativstange von etwa 75 cm
- Stativplatte
- 2 Rührer
- 2 verschiedene Proben von Lebensmitteln
- Lebensmittelhalter (mittelgroße Büroklammer und Alufolie)
- Hölzlöffel
- Messzylinder von 100 ml
- Kleine Dose
- Kaltes Wasser
- Streichhölzer
- Lineal
- Schere



Abbildung 2

4. UMSETZUNG

1. Setz die Schutzbrille auf.
2. Starte Graphical Analysis. Verbinde den Go Direct Temperatursensor mit deinem Laptop, Chromebook oder Smartphone. Diese App kann kostenlos sowohl auf Apple- als auch auf Android-Geräten heruntergeladen werden.
3. Klick oder tipp auf Modus, um die Einstellungen für die Datensammlung zu öffnen. Ändere die Rate auf **1** Messung pro Sekunde und das Ende der Sammlung auf **600** Sekunden. Klicke oder tippe auf Fertig.
4. Stell eine Büroklammer auf den Rücken, sodass die Metallklammern nach oben zeigen und zusammenkommen (siehe Abbildung 2). Die Essensprobe wird zwischen die Metallklammern gelegt.
5. Schneide ein quadratisches Stück Alufolie von etwa 15 x 15 cm zu.
6. Bestimm und notier das Gesamtgewicht von 1 Stück Lebensmittel, der Ordnungsklammer und der Alufolie. Bestimm und notier das Gewicht einer leeren Dose. Gieß etwa 50 ml kaltes Wasser in die Dose. Achte darauf, dass sich kein Eis im Wasser befindet. Bestimm und notier das Gewicht der Dose + Wasser.
7. Bestimm und notier das Gewicht einer leeren Dose. Füg etwa 50 ml kaltes Wasser in die Dose. Hol das kalte Wasser von deinem Lehrer. Es sollte kein Eis im Wasser sein. Bestimm und notier das Gewicht der Dose und des Wassers.
8. Stell den Aufbau wie in Abbildung 1 dar. Häng die Dose ungefähr 2,5 cm über der Lebensmittelprobe auf. Dann benutzt du die Klemme, um den Temperatursensor ins Wasser sinken zu lassen. Achte darauf, dass der Temperatursensor den Boden der Dose nicht berührt und dass der Sensor mindestens 30 Sekunden im Wasser ist, bevor du Schritt 9 durchführst.

9. Klick oder tippe auf "Sammeln", um die Datensammlung zu starten. Zünde einen Holzspan an und geh unter die Essensprobe, um das Essen zu entzünden. Lasse das Wasser erhitzen, bis die Essensprobe aufhört zu brennen. **Vorsicht:** Halte Haare und Kleidung von offenen Flammen fern.
10. Verwende einen Rührstab, um das erhitzte Wasser zu rühren. Rühre weiter, bis die Temperatur nicht mehr steigt. Nach 10 Minuten werden keine Daten mehr gesammelt. Wenn die Höchsttemperatur innerhalb von 10 Minuten erreicht wird, kannst du auch früher aufhören, Daten zu sammeln.
11. Klick oder drück auf die Grafik, bestimme und notiere die Mindest- und Höchsttemperatur des Wassers in der Dose.
12. Notiere das kombinierte Gewicht von Essen, Büroklammer und Alufolie nach der Verbrennung.
13. Wiederhole die Schritte 4 bis 12 für einen zweiten Teil des Essens. Die Büroklammer kann für dieses Experiment wiederverwendet werden. Sorge aber für zusätzliche 50 ml kaltes Wasser.
14. Wenn du fertig bist, achte darauf, dass alle benutzten Materialien sicher in den dafür vorgesehenen Abfallimer entsorgt werden. Die Dose kann vielleicht recycelt werden."

Tabelle der Daten

Typ/Name der Lebensmittelprobe		
Startgewicht der Probe, des Halters und der Aluminiumfolie	g	g
Endgewicht der Probe, des Halters und der Aluminiumfolie	g	g
Gewicht der leeren Dose	g	g
Gewicht der Dose und des Wassers	g	g
Mindesttemperatur, t_{mi}	°C	°C
Maximaltemperatur, t_{max}	°C	°C
Gewicht des erwärmten Wassers	g	g
Temperaturveränderung, ΔT	°C	°C
Gewicht der verbrannten Lebensmittelprobe	g	g
Wärme aufgenommen vom Wasser, q	kJ	kJ
Menge an Energie	kJ/g	kJ/g

5. DIE DATEN VERARBEITEN

1. Bestimme die Masse des aufgewärmten Wassers für jedes Experiment. Notiere die Antwort in der Tabelle.
2. Berechne die Temperaturänderungen im Wasser, ΔT , für jedes Experiment.
3. Berechne die Wärme, die vom Wasser aufgenommen wurde, mit der Gleichung: $q = mC_p\Delta T$
4. Berechne die Masse (in g) von jedem verbrannten Lebensmittelteil.
5. Mit den Ergebnissen aus Schritt 3 kannst du die Menge an Energie (in kJ/g) für jedes Lebensmittelteil berechnen. Tipp: Achte auf die Einheit (kJ/g) für die Berechnung.
6. Während der Verbrennung, bei welchem Lebensmittelteil wurde die meiste Wärme erzeugt?
7. Welches Lebensmittel enthält die größte Menge an Energie?
8. Energie aus Lebensmitteln wird oft in der Einheit Kalorie ausgedrückt. Vielleicht hast du schon einmal auf einer Verpackung im Supermarkt geschaut. Dort wird Energie meistens in Kilokalorien angegeben. Im Gegensatz zu Längenmaßen und Gewichten sind Kalorie und Kilokalorie jedoch gleich. Die Kalorie und das Joule sind jedoch nicht dasselbe. In 1 Kalorie sind nämlich 4,18 kJ Energie enthalten.
9. Wandel die Energiemenge von kJ/g in Kalorien/g um.
10. Berechne die Menge an Kalorien in einer 50g-Packung eines der von dir getesteten Lebensmittelteile.
11. Der Lehrer wird dir die tatsächliche Energiemenge der von dir getesteten Lebensmittelteile geben. Bestimme den Fehlerbereich in deinen Berechnungen der Energiemenge im Essen.

6. FRAGEN

1. Wo denkst du, kommt der Unterschied zwischen deinen Daten und der realen Energiemenge im Essen her? Wie könntest du das Experiment anpassen, um die Ergebnisse zu verbessern?
2. Chips werden normalerweise in Öl gebraten und enthalten viel Fett und Kohlenhydrate. Brezeln enthalten viele Kohlenhydrate, aber wenig oder kein Fett. Welches allgemeine Fazit kannst du über den relativen Energiegehalt von Fetten und Kohlenhydraten ziehen?