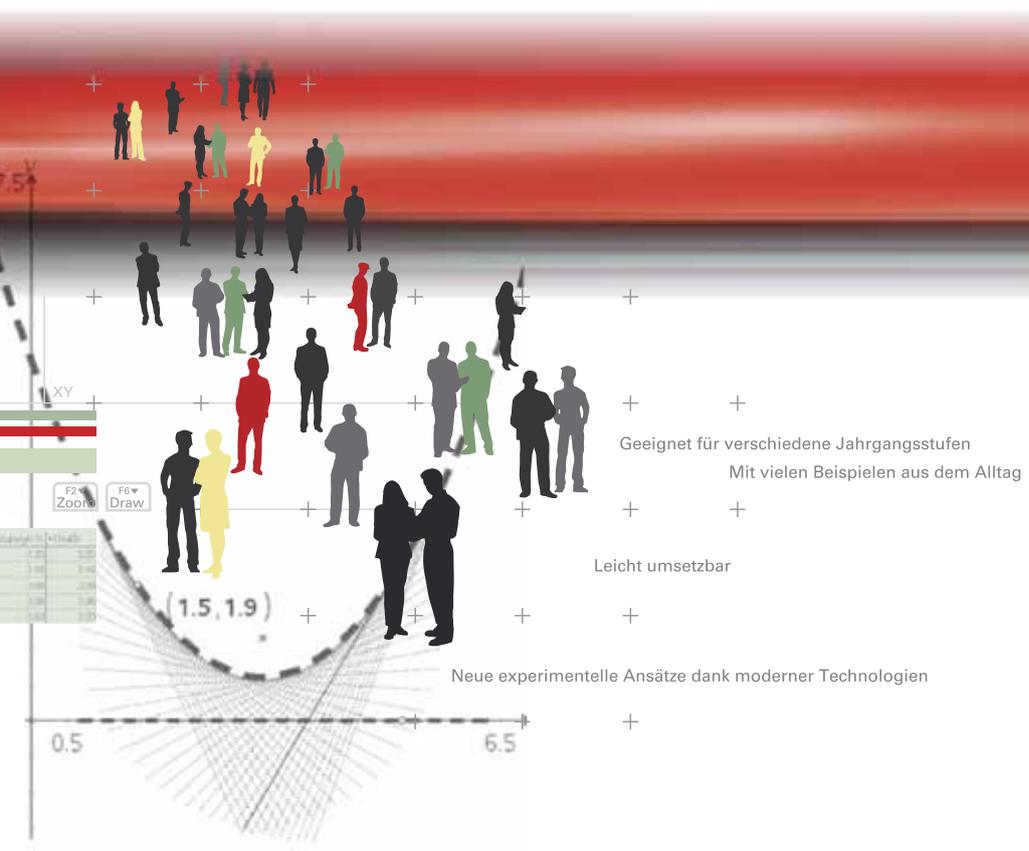


T³-NATURWISSENSCHAFTEN

Naturwissenschaftlichen Phänomenen auf der Spur

Experimente für den Naturwissenschaftlichen Unterricht

Frank Liebner (Hrsg.)



T³-NATURWISSENSCHAFTEN

Naturwissenschaftlichen Phänomenen auf der Spur

Experimente für den Naturwissenschaftlichen Unterricht

Frank Liebner (Hrsg.)

Herausgeber:

Frank Liebner

Autoren:

Thomas Appel, Kathrin Becker, Gaby Budke, Michaela Böttger, Sonja Bunk, Otmar E. Danninger, Eva Friedrich, Martin Holfeld, Ulrich Leckelt, Frank Liebner, Jürgen Pech, Cordula Rahn, Markus Schwarz, Hildegard Urban-Woldron, Thomas Waitz

Verlag:

Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Zentrum für Lehrerbildung

© 2011 T³

Dieses Werk wurde in der Absicht erarbeitet, Lehrerinnen und Lehrern geeignete Materialien für den Unterricht an die Hand zu geben. Die Anfertigung einer notwendigen Anzahl von Fotokopien für den Einsatz in der Klasse, einer Lehrerfortbildung oder einem Seminar ist daher gestattet. Hierbei ist auf das Copyright von T³ Deutschland hinzuweisen. Jede Verwertung in anderen als den genannten oder den gesetzlich zugelassenen Fällen ist ohne schriftliche Genehmigung von T³ Deutschland nicht zulässig.

V o r w o r t

Meist sind es die alltäglichen naturwissenschaftlichen Phänomene, die die Schülerinnen und Schüler für die Fächer Physik, Chemie und Biologie begeistern.

Beim Entdecken der Umwelt eröffnet Technologie für den experimentellen Bereich neue Ansätze.

Das vorliegende Material greift Alltagsprobleme, wie das Herstellen von Kältemischungen, Abkühlvorgänge unter Verwendung verschiedener Isolierungen und Lichtausbreitungen auf. Die Schülerinnen und Schüler sollen durch einfache Experimente und deren Auswertung an wissenschaftliche Fragestellungen herangeführt werden.

Die einzelnen Beiträge sind so gestaltet, dass die Experimente in der Regel mit allgemein zur Verfügung stehenden Materialien und Chemikalien durchzuführen sind.

Die Auswertungen enthalten neben einfachen, für jüngere Schüler geeigneten Fragestellungen, mit “ * “ gekennzeichnete Aufgaben. Diese sollen Anregungen für weitere, selbst zu planende Experimente geben und eine tiefgründigere Auswertung initiieren.

Diese Gliederung ermöglicht es, das Material in verschiedenen Fächern, in unterschiedlichen Kontexten und Klassenstufen einzusetzen.

Alle Experimente wurden mit dem TI-Nspire™ CX CAS Handheld und entsprechenden Messsonden durchgeführt. Bildschirmausdrucke und Graphiken wurden ebenfalls mit dem oben genannten Rechner erstellt.

Um das Material auch für andere Messwerterfassungssysteme (TI-84 Plus, TI-Nspire™, Voyage™ 200 in Verbindung mit dem CBL2™) nutzbar zu machen, befinden sich in den einzelnen Beiträgen keine detaillierten Anweisungen zum Handling der Technik, sondern nur Angaben zum Erfassungsmodus.

Hinweise zu speziellen mathematischen Funktionen des Rechners können im Glossar unter <http://wiki.zum.de/TI-Nspire/Glossar> nachgelesen werden. Entsprechende Verweise sind in den einzelnen Materialien zu finden.

Eine Kurzanleitung zur Bedienung der „Vernier DataQuest™ Applikation“, die zum Erfassen von Messwerten genutzt wird und auf jedem TI-Nspire™ CX (CAS) installiert ist, befindet sich am Ende des Materials.

Die Autoren wünschen allen Nutzern viel Freude und Erfolg beim Experimentieren und dem Entdecken naturwissenschaftlicher Phänomene.

W i c h t i g e H i n w e i s e

Bei der Erarbeitung der Experimente wurden die aktuell gültigen Sicherheitsbestimmungen im Umgang mit Chemikalien zu Grunde gelegt.

Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass der betreuende Fachlehrer die Verantwortung für den sachgerechten Umgang mit Chemikalien, die Einhaltung von Sicherheitsbestimmungen und das fachgerechte Entsorgen der Chemikalien trägt.

Alle Anleitungen wurden sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen die Herausgeber und Autoren für die Richtigkeit von Aufgaben, deren Lösungen, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.

1 Experimentieranleitungen

1	Kaffee oder Cappuccino	(Temperatursensor)
2	Isolierungen	(Temperatursensor)
3	Teetrinken mit Tina Trichter	(Temperatursensor)
4	Wärmepacks und Co	(Temperatursensor)
5	Kältemischungen – ein Kühlschranksatz?	(Temperatursensor)
6	Oma kriegt ihr Fett weg	(Temperatursensor)
7	Wasser, Salz und Nudeln	(Temperatursensor)
8	Erreicht das Speiseöl die Zündtemperatur?	(Temperatursensor)
9	Cool	(Temperatursensor)
10	Wie schützen sich Lebewesen gegen Wärmeverlust?	(Temperatursensor)
11	Flammentemperatur	(Hochtemperatursensor (Thermocouple))
12	Wasser als elektrischer Leiter	(Leitfähigkeitssensor)
13	Die Zitronenbatterie	(Spannungssensor)
14	Hochstapelei – die Volta-Batterie selbst gebaut	(Spannungssensor)
15	Mineralwasser oder auch „saurer Sprudel“	(pH- oder Leitfähigkeitssensor)
16	Intensität einer Lichtquelle – Abhängigkeit von der Entfernung	(Lichtsensor)
17	Welcher Wasserdruck wirkt auf einen Taucher?	(Drucksensor)
18	Können Pflanzen schwitzen?	(Sensor Luftfeuchtigkeit)
19	Tomaten atmen	(Kohlenstoffdioxid-Sensor)
20	Schlechte Luft im Klassenzimmer	(Kohlenstoffdioxid-Sensor)

2 Datenerfassung mit Venier DataQuest™ Applikation – Kurzanleitung

Kaffee oder Cappuccino?

Anna und Lisa treffen sich in ihrem Lieblingscafé. Beide lieben Kaffee, möglichst heiß. Lisa bestellt Cappuccino und behauptet, der Cappuccino bliebe wegen des Milchschaums länger heiß als Annas Kaffee. Anna glaubt nicht, dass es einen Unterschied gibt. Ein Experiment soll die Frage klären.



Experiment

Bereite die Datenerfassung so vor, dass über einen Zeitraum von 15 Minuten alle 10 Sekunden die Temperatur gemessen wird.

Befülle zwei gleiche Tassen mit derselben Menge heißen Kaffee. Gib in eine Tasse vorsichtig zwei Esslöffel Milchschaum auf den Kaffee. Stelle jeweils einen Temperatursensor in eine Tasse und starte die Messwerterfassung.

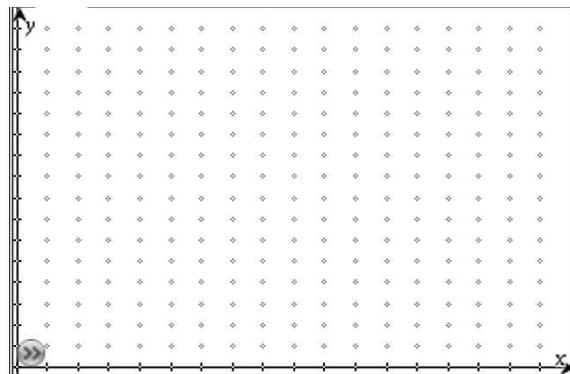


Hinweis:

Sollte dir kein TI-Nspire™ Lab Cradle zur Verfügung stehen, so führe die Messungen nacheinander aus. Achte darauf, dass der Kaffee die gleiche Ausgangstemperatur besitzt.

Auswertung

- 1 Skizziere beide Messreihen in nebenstehendes Koordinatensystem.



- 2 Beschreibe den Verlauf der beiden Abkühlungskurven.

- 3 Erkläre den Einfluss des Milchschaums auf die Abkühlung des Kaffees.

Kaffee oder Cappuccino? Lehrermaterial

Geräte

- zwei gleiche Tassen (Gläser)
- Esslöffel

- Temperatursensor(en)

Chemikalien

- heißer Kaffee oder heißes Wasser in einer Thermoskanne
- Milchschaum
Herstellung: H-Milch mit 3,5% Fettgehalt in einem Kochtopf erhitzen und mit einem Quirl oder elektrischen Milchschaumer aufschäumen.

Einstellungen zur Datenaufnahme / Erfassungsmodus

- Zeitbasiert
- Intervall (Sekunden/Stichprobe): 10 Dauer (Sekunden): 900

Hinweise zur Versuchsdurchführung

Es ist unbedingt darauf zu achten, dass der Kaffee in den beiden Tassen (Gläser) die gleiche Ausgangstemperatur besitzt.
Bei der Nutzung des TI-Nspire™ Lab Cradle können die Temperaturkurven gleichzeitig aufgenommen werden.
Steht das Gerät nicht zur Verfügung, muss die Messung nacheinander erfolgen. In diesem Falle muss die erste Messreihe gespeichert werden.

Kaffee oder Cappuccino? Lehrermaterial

Lernvoraussetzungen

Schülerinnen und Schüler

- kennen die verschiedenen Formen der Energieübertragung.

Empfehlungen zum Einsatz des Experimentes

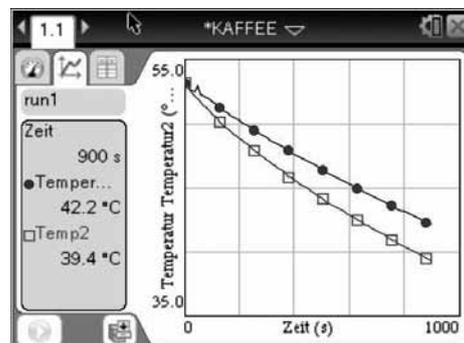
Das vorgeschlagene Experiment kann mit Schülern unterschiedlicher Jahrgangsstufen durchgeführt werden.

Jüngere Schüler können die Isolationswirkung des Milchschaums rein phänomenologisch beschreiben. In höheren Jahrgangsstufen erklären die Schüler verschiedene Aspekte der Isolationswirkung genauer.

Das Experiment eignet sich daher gut als Anwendungs- und Vertiefungsaufgabe im Themengebiet Wärmelehre.

Lösungshinweise

1 Graphische Darstellung



2 Es ist jeweils eine Temperaturverringerung zu verzeichnen (beide Kurven fallen).

3 Der Milchschaum besteht aus kleinen Luftblasen, die isolierend wirken. Dadurch wird der Energietransport und somit der Wärmeverlust durch u. a. Verdunstung, Wärmeleitung an die Oberfläche und Wärmeabstrahlung verhindert.

Wie schützen sich Lebewesen gegen Wärmeverlust?

Das Thermometer zeigt winterliche Temperaturen an. Wenn du nach draußen gehst, ziehst du einen dicken Anorak, Mütze und Handschuhe an, damit du nicht frierst.

Tiere sind durch ein Fell oder Federn gegen den Verlust von Körperwärme geschützt.

Untersuche, wie verschiedene Materialien gegen Wärmeverlust schützen.



Experiment

Stelle je ein kleines Becherglas in ein großes und fülle in den Zwischenraum verschiedene Isoliermaterialien wie z. B. Federn, Wolle, Stroh,... ein. Achtung, nur locker stopfen!

Fülle jeweils das kleine Becherglas mit heißem Wasser und stecke je einen Temperatursensor in das heiße Wasser. Beginne mit der Temperaturmessung über einen Zeitraum von 10 Minuten alle 30 Sekunden. Achte bei jeder Versuchsdurchführung darauf, dass das heiße Wasser jeweils die gleiche Ausgangstemperatur besitzt.

Wenn dir ein TI-Nspire™ Lab Cradle zur Verfügung steht, kannst du mehrere Messungen gleichzeitig durchführen.

Auswertung

- 1 Ergänze die nachfolgende Tabelle. Tausche gegebenenfalls die Messergebnisse mit anderen Arbeitsgruppen aus.

Isoliermaterial			
Anfangstemperatur in °C			
Endtemperatur in °C			
Temperaturdifferenz			

- 2 Beurteile die Wirkung der Wärmeisolierung der verschiedenen Isoliermaterialien und damit den Schutz vor Wärmeverlust.

- 3 Gib Beispiele an, wo die verschiedenen Isoliermaterialien Anwendung finden.

- 4 Unterbreite Vorschläge für eine gute Wärmeisolierung eines Wohngebäudes.

- 5* In der Arbeitsanleitung stand, dass die Isoliermaterialien nur locker zu stopfen sind. Formuliere eine Vermutung, warum dieser Hinweis wichtig ist. Plane ein geeignetes Experiment zur Überprüfung deiner Vermutung. Führe das Experiment durch und werte es aus.

Wie schützen sich Lebewesen gegen Wärmeverlust? Lehrermaterial

Geräte

- Wasserkocher
- kleine Bechergläser ($V = 100 \text{ mL}$)
- große Bechergläser ($V = 250 \text{ mL}$)
- Temperatursensor(en)

Chemikalien

- verschiedene Materialien,
z. B.
Federn, Fell, Wolle, Watte, Styropor,
Stroh, verschiedene Textilien
- heißes Wasser

Einstellungen zur Datenaufnahme/Erfassungsmodus

- Zeitbasiert
- Intervall (Sekunden/Stichprobe): 30 Dauer (Sekunden): 600

Hinweise zur Versuchsdurchführung

Es ist unbedingt darauf zu achten, dass das Wasser zu Beginn der Messwertaufnahme die gleiche Ausgangstemperatur besitzt.

Bei der Nutzung des TI-Nspire™ Lab Cradle können die Temperaturkurven gleichzeitig aufgenommen werden.

Steht das Gerät nicht zur Verfügung, muss die Messung nacheinander erfolgen. In diesem Falle ist darauf zu achten, dass die einzelnen Messreihen gespeichert werden.

Wie schützen sich Lebewesen gegen Wärmeverlust?

Lehrermaterial

Lernvoraussetzungen

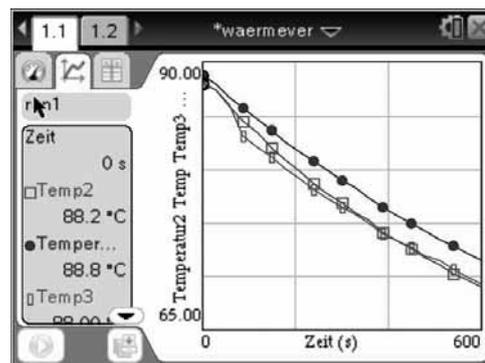
Es sind keine besonderen Lernvoraussetzungen notwendig.

Empfehlungen zum Einsatz des Experimentes

Es wird eine Kompetenzerweiterung beim Experimentieren und im Umgang mit der Messwerterfassung angestrebt. Dieses Experiment fördert das problemorientierte Arbeiten und unterstützt die Kreativität der Schüler.

Lösungshinweise

- Die aufgenommenen Werte variieren zwischen den eingesetzten Isoliermaterialien.



- Die Beurteilung erfolgt entsprechend der jeweils ermittelten Temperaturdifferenz.

- z. B.
 - Bekleidung - Wolle, Seide, Baumwolle, ...
 - Wohngebäude - Schiefer, Holz, Lehm, Beton, ...
 - Kühlschrank - Styropor
 - Tierwelt - Fell, Federn, ...

- z. B.
 - Isolierungen mit Styropor
 - Bau mit Lehm und Stroh
 - Holz- und Schieferverkleidung

- Vermutung:
Luft wirkt zusätzlich als Isolierung in Form eines Luftpolsters.

Experiment:

Wiederholung des Versuches mit **einem** Material, jedoch einmal locker und einmal fest gestopft.

Bestätigung oder Berichtigung der aufgestellten Vermutung.

Teetrinken mit Trixi Trichter

Trixi Trichter ist eine große Teetrinkerin. Letztens hat sie grünen Tee für sich entdeckt und ist begeistert von der gesundheitsfördernden Wirkung. Leider schmeckt der Tee nur, wenn er richtig heiß ist.

„Kannst du mir sagen, lieber Pit, wie ich meinen Tee länger warm halten kann?“ „Geh in den Chinaladen und kauf dir eine Teetasse mit Deckel, da bleibt der Tee schön lange heiß.“

„Eine Teetasse mit Deckel?“ denkt Trixi, „jetzt spinnt Pit aber wirklich.“

Überprüfe experimentell, ob Pits Vorschlag sinnvoll ist.



Experiment

Bereite die Temperaturmessung so vor, dass alle 10 Sekunden über einen Zeitraum von 10 Minuten Messwerte aufgenommen werden. Fülle siedendes Wasser in eine Porzellantasse, stelle den Temperatursensor hinein und decke die Tasse mit einem Deckel (Untertasse) ab. Starte die Messung. Wiederhole die Messung mit der gleichen Tasse und derselben Wassermenge, aber ohne Abdeckung.

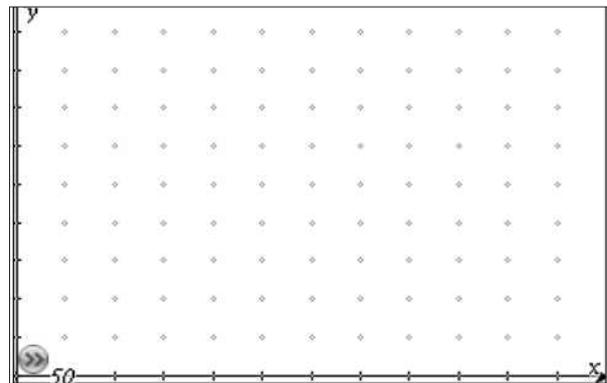
Hinweise:

Spüle die Tasse vor der erneuten Versuchsdurchführung mit kaltem Wasser aus und trockne sie ab. Achte darauf, dass das heiße Wasser jeweils die gleiche Ausgangstemperatur besitzt.

Wenn dir ein TI-Nspire™ Lab Cradle Verfügung steht, kannst du die Messungen auch gleichzeitig durchführen.

Auswertung

- 1 Skizziere den jeweiligen Temperaturverlauf in nebenstehenden Bildschirmausdruck. Interpretiere die Graphen.



- 2 Hat Pit mit seinem Ratschlag Recht? Begründe.

- 3* Ob die Abkühlung des Tees bei Tassen aus unterschiedlichen Materialien gleich ist? Plane Experimente zur Beantwortung dieser Frage und führe diese anschließend durch. Überlege dir zuerst, welche Bedingungen gleich sein müssen, damit die Ergebnisse vergleichbar sind. Ergebnisse deiner Untersuchungen kannst du in das Diagramm von Aufgabe 1 einzeichnen.

Teetrinken mit Tina Trichter

Lehrermaterial

Geräte

- Wasserkocher
- Porzellantasse(n)
- 1 Deckel z.B. Unterteller zum Abdecken

*- weitere Tassen mit annähernd gleicher Form aus verschiedenen Materialien (z.B. Keramik, Glas, Kunststoff, Steingut)

- Temperatursensor(en)

Chemikalien

- Wasser

Einstellungen zur Datenaufnahme/Erfassungsmodus

- Zeitbasiert
- Intervall (Sekunden/Stichprobe): 10 Dauer (Sekunden): 600

Hinweise zur Versuchsdurchführung

Es ist wichtig, dass die Ausgangstemperatur des Wassers in beiden Versuchsdurchführungen gleich ist.

Für den zweiten Versuch (Tasse ohne Deckel) sollte entweder eine neue Tasse verwendet werden, oder die Tasse von Versuch 1 wird mit kaltem Wasser gespült und abgetrocknet.

Bei der Nutzung des TI-Nspire™ Lab Cradle können die Temperaturkurven gleichzeitig aufgenommen werden.

Steht das Gerät nicht zur Verfügung, muss die Messung nacheinander erfolgen. In diesem Falle ist darauf zu achten, dass die einzelnen Messreihen gespeichert werden.

Teetrinken mit Tina Trichter Lehrmaterial

Lernvoraussetzungen

Schülerinnen und Schüler

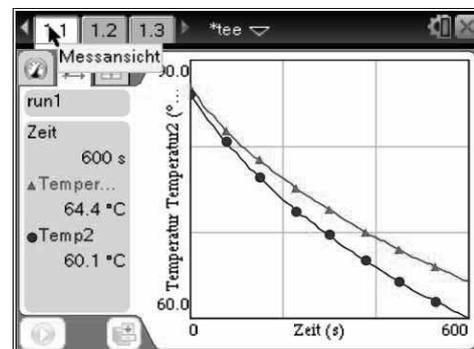
- kennen die Begriffe Temperatur, Wärmeenergie und können diese zur Beschreibung von Abkühlvorgängen verwenden
- können einfache Experimentieranordnungen entwickeln und aufbauen
- können einfache Messkurven beschreiben und interpretieren

Empfehlungen zum Einsatz des Experimentes

Das vorgeschlagene Experiment kann auch mit jüngeren Schülern durchgeführt werden. Sie sollen die experimentelle Methode einüben und einfache Alltagsvorgänge naturwissenschaftlich korrekt erläutern lernen.

Lösungshinweise

- 1 Das Wasser in der mit dem Unterteller abgedeckten Tasse kühlt deutlich langsamer ab. Beide Abkühlkurven unterscheiden sich deutlich.
Die Interpretation der Kurven sollte folgende Aspekte enthalten:
 - Benennen der Messgrößen auf der x- bzw. der y-Achse
 - Beschreibung der Temperaturkurven im Vergleich
 - Nutzung von Zahlenwerten



- 2 Pit hat recht mit seinem Vorschlag. Die Abdeckung der Tasse vermindert die Wärmeabstrahlung nach oben, somit bleibt der Tee tatsächlich länger warm.
- 3* Versuchsbedingungen, die gleich sein sollten:
z.B.
 - Fassengröße und -form
 - Ausgangstemperatur des Wassers
 - Raumtemperatur
 - Material der Tischfläche.Die unterschiedlichen Abkühlkurven sind materialabhängig, z. B. kühlen Kunststofftassen langsamer ab.

Wärmepacks und Co

Jeder kennt wohl die Taschenwärmer oder Wärmekissen, die in der kalten Jahreszeit für mollige Wärme sorgen.

Diese beruhen in der Regel auf dem Prinzip des Latentwärmespeichers. Herkömmliche Wärmekissen geben bei der Kristallisation von Salzen Wärme an die Umgebung ab.

Die Bundeswehr verfügt auch über Wärmekissen. Diese entwickeln sogar so viel Wärme, dass sich die Soldaten damit ihr Essen kochen können. Dazu geben die Soldaten ein Stoffgemisch in ein verschließbares Gefäß mit etwas Wasser. Das Faszinierende ist, dass man die Wärmeabgabe durch Öffnen und Schließen des Gefäßes steuern kann.



Experimente

Bereite für jedes Experiment jeweils eine Temperaturmessung so vor, dass über einen Zeitraum von 25 Minuten alle 30 Sekunden ein Messwert aufgenommen wird.

Experiment I – Wärmekissen oder Wärmeauflage aus der Apotheke oder Drogerie

Starte die in einem Wärmekissen oder einer Wärmeauflage ablaufende Reaktion so wie es in der entsprechenden Beschreibung steht. Umwickle den Temperatursensor mit der Wärmequelle und fixiere diese eventuell mit einem Klebeband.

Starte die Temperaturmessung.

Um genaue Messwerte zu erhalten, ist ein zügiges Arbeiten notwendig.

Experiment II – Wärmekissen auf Eisenbasis

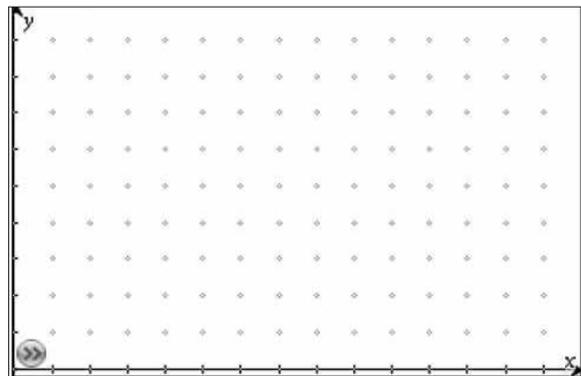
Mische 16 g Eisenpulver, 3 g Aktivkohlepulver und 3 g Kochsalz gut durch. Gib das Stoffgemisch in das bereitgestellte Becherglas. Versetze die Mischung mit 5 ml Wasser und verrühre gut. Forme anschließend die so entstandene Masse zu einem **lockeren** Haufen. Stecke den Temperatursensor sofort in das Reaktionsgemisch und starte die Messung.

Experiment III – Wärmekissen und die Rolle der Luft

Stelle nochmals die Mischung aus Eisenpulver, Aktivkohle, Kochsalz und Wasser her (siehe Experiment II). Gib das Reaktionsgemisch in einen 1 Liter-Gefrierbeutel und verschließe diesen. Fixiere den Temperatursensor so, dass er getrennt durch den Gefrierbeutel mit dem Stoffgemisch in Berührung kommt. Starte die Temperaturmessung. Öffne nach 3 Minuten den Beutel.

Auswertung

- 1 Skizziere den jeweiligen Temperaturverlauf aus den Experimenten I bis III aus den Bildschirmausdrucken. Interpretiere die graphische Darstellung.



- 2 Interpretiere die bei den durchgeführten Experimenten ablaufenden Reaktionen hinsichtlich energetischer Veränderungen.

- 3* Erläutere ausgehend von den Beobachtungen bei Experiment III die Rolle des Sauerstoffs.

Wärmepacks und Co Lehrmaterial

Geräte

- Becherglas niedrige Form ($V = 50 \text{ mL}$)
- Messzylinder ($V = 10 \text{ mL}$)
- Glasstab
- Gefrierbeutel ($V = 1 \text{ L}$)
- Waage

- Temperatursensor

Chemikalien

- handelsübliche Wärmepackungen
 - beruhend auf der Kristallisation von Natriumacetat
 - beruhend auf der Reaktion von Eisenpulver (z. B. ThermaCare®)
- Eisenpulver
- Aktivkohlepulver
- Kochsalz
- Wasser

Einstellungen zur Datenaufnahme / Erfassungsmodus

- Zeitbasiert
- Intervall (Sekunden/Stichprobe): 30 Dauer (Sekunden): 1500

Hinweise zur Versuchsdurchführung

Für die Durchführung der Experimente kann keine Holzkohle verwendet werden.

Die Reaktionsmischungen können bereits vor dem Unterricht vorbereitet werden, so dass nur noch das Wasser hinzugefügt werden muss.

Herkömmliche Wärmekissen enthalten neben Wasser und einem „Metallfrosch“ Natriumacetat-Trihydrat. Durch Erwärmen löst sich das Salz vollständig auf. Klickt man mit dem „Metallfrosch“, wird eine Kristallisation unter Wärmeabgabe gestartet und die gespeicherte Wärme an die Umgebung abgegeben. Zum „Laden“ des Kissens werden die Kristalle bei ca. $60 \text{ }^\circ\text{C}$ wieder gelöst. Diese Wärmekissen sind beliebig oft einsetzbar, jedoch erreicht man nur eine Wärme von ca. $50 \text{ }^\circ\text{C}$.

Wärmepacks und Co Lehrermaterial

Lernvoraussetzungen

Schülerinnen und Schüler

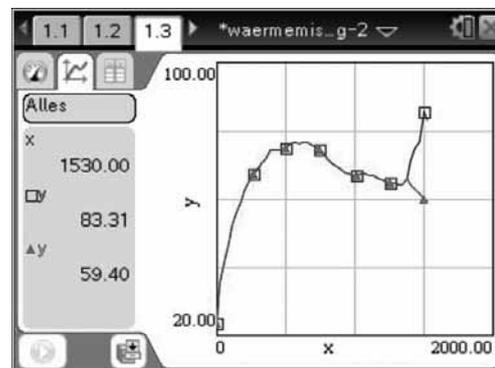
- kennen die Merkmale einer chemischen Reaktion insbesondere die Energieumwandlung
- sind mit dem Energie-Konzept vertraut

Empfehlungen zum Einsatz des Experimentes

Das vorgeschlagene Experiment kann mit Schülern unterschiedlicher Jahrgangsstufen durchgeführt werden. Je nach Wissensstand kann die vorgeschlagene Auswertung erweitert werden.

Lösungshinweise

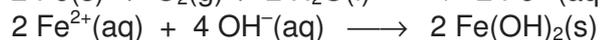
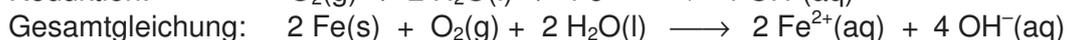
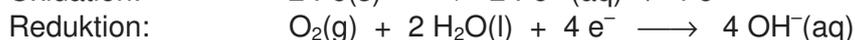
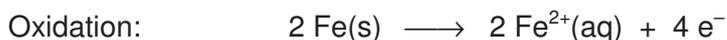
- 1 Die Temperatur steigt allmählich an und fällt nach Erreichen eines Maximums wieder ab.
Bei der Wiederholung des Versuchs im Gefrierbeutel ist ein erneuter Anstieg der Temperatur beim Öffnen des Beutels festzustellen.



- 2 Es findet eine Energieumwandlung statt, bei der chemische in thermische Energie umgewandelt wird. Die Reaktion verläuft exotherm. Der Energiegehalt der Ausgangsstoffe ist größer als der der Reaktionsprodukte.
 $E_{\text{Ausgangsstoffe}} > E_{\text{Reaktionsprodukte}}$, folglich ist die Reaktionsenergie $\Delta E < 0$.
- 3 Beim Verschließen kühlt der Beutel ab, beim Öffnen erwärmt er sich rasch wieder. Der Sauerstoff der Luft ist ein an der Reaktion beteiligter Ausgangsstoff.

Für Schüler höherer Klassenstufen:

Die bei Experiment II und III ablaufenden Reaktionen können in Analogie zum Rosten von Eisen (Sauerstoffkorrosion) betrachtet werden.



Kältemischungen – ein Kühlschranksersatz?

Frau Eisberg hatte im letzten Sommer häufig mit Stromausfällen zu kämpfen, bei denen auch die Kühlgeräte immer wieder ausfielen. Dennoch kann sie auf die Kühlung von Lebensmitteln nicht verzichten. Zum Glück war ihr bekannt, dass zu Zeiten der römischen Kaiser zur Herstellung gekühlter Leckereien wie gefrorene Sahne so genannte Kältemischungen verwendet wurden, da es ja noch keinen Kühlschrank gab.

Ermittle experimentell, welche Temperatur durch die vorgeschlagenen Kältemischungen jeweils erreicht wird.

Experiment

Stelle die Kältemischungen entsprechend der Angaben in der Tabelle her und bestimme jeweils den Temperaturverlauf beim Vermischen. Nimm über einen Zeitraum von 5 Minuten alle 10 Sekunden Messwerte auf.

Starte die Temperaturmessung, sobald du die Stoffe in einem möglichst gut isolierten Becherglas vermischt hast. Rühre mit einem Glasstab während der gesamten Messung.

Ermittle jeweils die niedrigste Temperatur.



Kältesubstanz	Zusammensetzung der Kältemischung	niedrigste Temperatur in °C	Preis pro kg Kältesubstanz
Kochsalz	10 g / 25 g Eis		
Harnstoff	10 g / 25 g Eis		
...und wenn mal kein Wasser da ist:			
	10 g Citronensäure / 10 g Soda		

Auswertung

- Trage die ermittelten Temperaturen in die Tabelle ein. Tausche gegebenenfalls Werte mit deinem Nachbarn aus.
 Gib deine Beobachtungen bei den durchgeführten Experimenten an.

- Welche Kältemischungen würdest du Frau Eisberg empfehlen? Begründe deine Entscheidung.

- Erläutere die Wirkungsweise einer Kältemischung am Beispiel von Kochsalz und Eis.

Kältemischungen – ein Kältschrankersatz? Lehrermaterial

Geräte

- Waage (Genauigkeit: 1 g)
- Spatel
- Bechergläser ($V \approx 150 \text{ mL}$)
- Isolierung für die Bechergläser, z. B. Styropor
- Glasstab

Chemikalien

- Kochsalz
- Harnstoff
- Soda ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$)
- Citronensäure
- Crasheis / Eiswürfel (zerkleinert)

Einstellungen zur Datenaufnahme / Erfassungsmodus

- Zeitbasiert
- Intervall (Sekunden/Stichprobe): 10 Dauer (Sekunden): 300

Hinweise zur Versuchsdurchführung

Es sollte während der gesamten Messung mit dem Glasstab zügig gerührt werden. Wegen der teilweise sehr niedrigen Temperaturen und des Spritzens beim Rühren sollten keine kleineren Bechergläser verwendet werden.

Weitere mögliche Kältemischungen:

Kältesubstanz	Zusammensetzung der Kältemischung
Ammoniumchlorid	10 g / 25 g Wasser
Ammoniumchlorid	10 g / 25 g Eis
Spiritus	30 mL / 25 g Eis

Kältemischungen – ein Kühlschränkersatz? Lehrermaterial

Lernvoraussetzungen

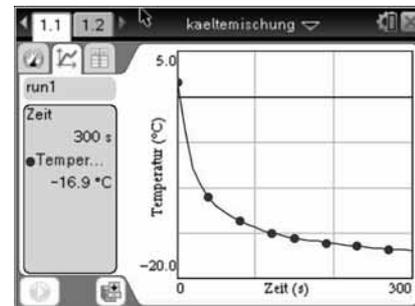
Es sind keine besonderen Lernvoraussetzungen notwendig.

Empfehlungen zum Einsatz des Experimentes

Es wird eine Kompetenzerweiterung beim Experimentieren und im Umgang mit der Messwerterfassung angestrebt. Bei der Untersuchung mehrerer Kältemischungen eignet sich ein Stationenbetrieb bzw. die Aufteilung der Klasse in Lerngruppen. Über Preiskalkulationen wird der Kompetenzbereich „Bewerten“ einbezogen. Die Bearbeitung der Aufgaben 2 und 3 kann für geeignete Schüler als Recherche in der Fachliteratur oder dem Internet gestaltet werden. Ein weiterer Diskussionspunkt bei der Auswertung des Experimentes könnte z.B. die Wirkung von Streusalz im Winter sein (Gefrierpunktniedrigung).

Lösungshinweise

- Die Temperatur sinkt kontinuierlich bis zu einem Minimum, das von der Kältemischung abhängt. Die Gemische werden zunehmend flüssig.



Beispiel der Kältemischung:

10 g Kochsalz / 25 g Eis

Kältesubstanz	Zusammensetzung der Kältemischung	erreichbare Temperaturen in °C
Harnstoff	10 g / 25 g Eis	-12
Ammoniumchlorid	10 g / 25 g Wasser	-1
Ammoniumchlorid	10 g / 25 g Eis	-16
Kochsalz	10 g / 25 g Eis	-20
Spiritus	30 mL / 25 g Eis	-10
...und wenn mal kein Wasser da ist:		
10 g Citronensäure / 10 g Soda		-10

- Frau Eisberg wird sich für die Kältemischung aus Eis und Kochsalz entscheiden, da hier die Temperatur am tiefsten sinkt und Kochsalz wesentlich billiger ist als Harnstoff.
- Eis ist von einem dünnen Wasserfilm überzogen. Salz hat das Bestreben, sich in Wasser zu lösen und so den Wasserfilm des Eises abzulösen. Die Wasserschicht auf dem Eis erneuert sich, weil die äußere Eisschicht schmilzt. Eis nimmt beim Schmelzen Wärme aus der unmittelbaren Umgebung auf. Dadurch kühlt sich die Eis/Salz-Mischung ab. Nach dem Schmelzen des Eises liegt eine Salzlösung vor.

Quelle: www.chemieunterricht.de/dc2

Oma kriegt ihr Fett weg

Oma behauptet: „Ich koche nur mit reinstem Fett. Unnatürliche Gemische kommen mir nicht in die Pfanne.“

Pit Pipette widerspricht: „Stimmt ja gar nicht, alle Fette sind Gemische und keine Reinstoffe wie z.B. Wasser.“

Wer von beiden hat Recht?



Experiment

Nimm für Fett und für Wasser die Schmelzkurven auf. Miss dazu über einen Zeitraum von 10 Minuten alle 10 Sekunden die Temperatur.

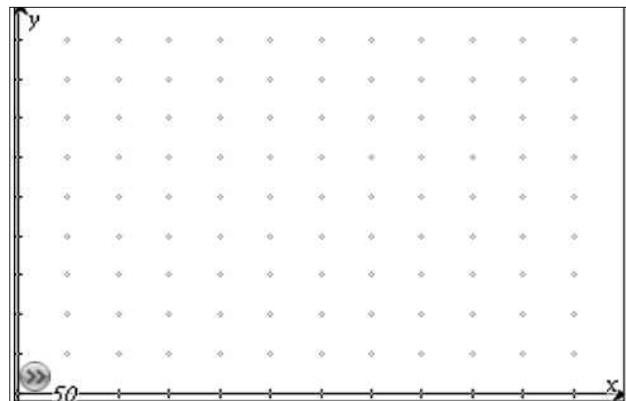
Gib ca. 2 Esslöffel Fett (gut geeignet ist Butter) in ein Becherglas und befestige den Temperatursensor so, dass dessen Spitze bis ca. 1 cm über den Reagenzglasboden in das Fett eintaucht.

Beginne die Temperaturmessung mit Einschalten der Wärmequelle. Erhitze das Fett in dem Becherglas, es sollte am Ende der Messung alles Fett flüssig sein. Speichere die aufgenommene Datenreihe.

Wiederhole den Versuch mit Eiswürfeln. Fülle zuerst kaltes Wasser ca. 1 cm hoch in ein Becherglas und füge 5 bis 7 Eiswürfel dazu. Achte darauf, dass zu Beginn der Messung der Temperatursensor möglichst einen Eiswürfel berührt. Nachdem das meiste Eis geschmolzen ist, kann mit dem Sensor gerührt werden.

Auswertung

- 1 Skizziere den jeweiligen Temperaturverlauf im Bildschirmausdruck. Interpretiere die Graphen.



- 2 Entscheide, ob Fett ein Reinstoff oder ein Stoffgemisch ist. Begründe.
*Hinweise: Reine Stoffe weisen eine typische Schmelztemperatur auf.
Stoffgemische schmelzen im Gegensatz dazu über einen bestimmten Temperaturbereich.*

Oma kriegt ihr Fett weg Lehrermaterial

Geräte

- 2 Bechergläser (V = 200 mL, hohe Form)
- Esslöffel (oder Spatel)
- Heizplatte (möglichst mit automatischem Rührwerk und Rührfisch)
- Temperatursensor

Chemikalien

- Wasser
- Eiswürfel
- beliebiges, festes Fett, gut geeignet ist Butter

Einstellungen zur Datenaufnahme / Erfassungsmodus

- Zeitbasiert
- Intervall (Sekunden/Stichprobe): 10 Dauer (Sekunden): 600

Hinweise zur Versuchsdurchführung

Beim Schmelzen von Eis sollten die Eiswürfel schon zur Hälfte im kalten Schmelzwasser schwimmen. Der Temperatursensor muss ständig Kontakt zu einem Eiswürfel haben und sollte vorgekühlt sein. Wenn die Eiswürfel schon fast geschmolzen sind, kann mit dem Temperatursensor gerührt werden.

Beim Schmelzen des Fetts ist darauf zu achten, dass soviel eingesetzt wird, dass das geschmolzene Fett das Becherglas mindestens 3-4 cm hoch füllt. (Das sind ungefähr drei Esslöffel voll.) Die Spitze des Temperatursensors muss ca. 1 cm vom Boden des Gefäßes entfernt in das anfangs noch feste Fett eintauchen. Bei diesem Experiment kann der Sensor im Stativ eingespannt werden.

Lernvoraussetzungen

Schülerinnen und Schüler

- besitzen Kenntnisse über Reinstoffe, Stoffgemische, Aggregatzustände und Aggregatzustandsänderungen

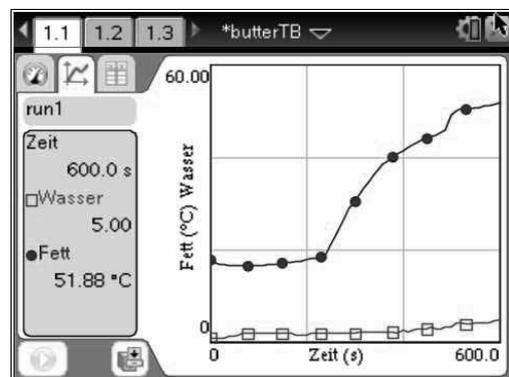
Empfehlungen zum Einsatz des Experimentes

Das vorgeschlagene Experiment kann in unterschiedlichen Kontexten eingesetzt werden so z.B. bei der Behandlung von Fetten oder bei der Unterscheidung von Reinstoffen und Stoffgemischen.

Lösungshinweise

- 1 Die Schmelzkurve von Eis zeigt einen fast konstanten Verlauf bei niedriger Temperatur. Bis zum vollständigen Schmelzen bleibt die Temperatur trotz andauerndem Erhitzen konstant niedrig.

Die Schmelzkurve des Fettes weist eine gleichmäßige Temperaturerhöhung während des gesamten Schmelzvorganges auf.



- 2 Die Schmelzkurve von Eis ist typisch für einen Reinstoff. Ursache für den Kurvenverlauf beim Schmelzen eines Fettes ist dessen Zusammensetzung aus vielen verschiedenen Triglyceriden. Es handelt sich bei einem Fett immer um ein Stoffgemisch, also keinen Reinstoff.

Wasser, Salz und Nudeln

Frau Küchenmeister steht an ihrem Herd, um Wasser für das Kochen von Nudeln zu erhitzen. Als sie in das noch kalte Wasser zwei Löffel Salz gibt, behauptet ihr Küchenjunge, dass dadurch Energie verschwendet wird, denn man gibt das Salz erst dann in das Wasser, wenn es bereits siedet.

Eine heftige Auseinandersetzung entfacht, denn Frau Küchenmeister gibt schon immer das Salz in das kalte Wasser. Ein geeignetes Modellexperiment soll den Streit schlichten.

Experiment

Wäge zwei Stoffportionen Kochsalz zu je 15 g ab. Gib 100 mL Wasser in ein Becherglas und bereite eine Versuchsanordnung zum Erhitzen des Wassers vor.

Während des Erhitzens sollen alle 10 Sekunden Messwerte über einen Zeitraum von 15 Minuten aufgenommen werden.

Beginne mit dem Erhitzen des Wassers und starte gleichzeitig die Temperaturmessung.

Gib nach Erreichen der Siedetemperatur des Wassers 15 g Kochsalz in das Wasser. Nachdem das Stoffgemisch wiederum einige Zeit siedet, kannst du die zweite Stoffportion Kochsalz zugeben.

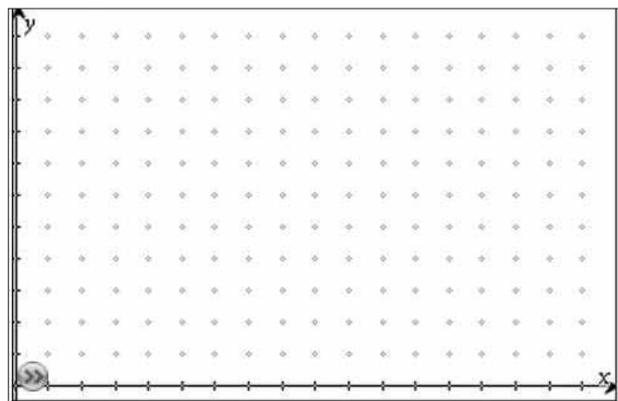
Achte bei der Versuchsdurchführung auf eine gleichmäßige Erwärmung des Reaktionsgefäßes.



Auswertung

- 1 Notiere Deine Beobachtungen.

- 2 Skizziere den Graphen in nebenstehendes Taschenrechnerbild. Interpretiere die graphische Darstellung.



- 3 Nun ist Deine Meinung als Streitschlichter gefragt. Entscheide anhand des durchgeführten Experimentes, wer Recht hat.

- 4* Erkläre die Veränderung der Siedetemperatur von Wasser durch Salzzusatz.

Wasser, Salz und Nudeln Lehrermaterial

Geräte

- Dreifuß mit Drahtnetz oder Ceranplatte
- Gasbrenner
- Becherglas (150 mL)
- Waage, Spatel
- zwei Gefäße zum Abwägen von jeweils 15 g Kochsalz

- Temperatursensor

Chemikalien

- Wasser
- Kochsalz

Einstellungen zur Datenaufnahme / Erfassungsmodus

- Zeitbasiert
- Intervall (Sekunden/Stichprobe): 10 Dauer (Sekunden): 900

Hinweise zur Versuchsdurchführung

Es ist darauf zu achten, dass während des Erhitzens die Brennerflamme nicht verändert wird.

Je nach Stärke der Wärmequelle muss gegebenenfalls die Dauer der Messung angepasst werden.

Wasser, Salz und Nudeln Lehrermaterial

Lernvoraussetzungen

Schülerinnen und Schüler

- kennen die Siedekurve von Wasser und können diese interpretieren

Empfehlungen zum Einsatz des Experimentes

Das vorgeschlagene Experiment kann mit Schülern unterschiedlicher Jahrgangsstufen durchgeführt werden.

Für jüngere Schüler können die richtige Interpretation der Graphik und die Beantwortung der Aufgabe 3 als ausreichend angesehen werden.

Die Einbeziehung der Aufgabe 4 richtet sich nach dem Wissensstand der Schüler und muss vom Lehrer individuell entschieden werden.

Lösungshinweise

- 1 Das erwärmte Wasser beginnt nach einer bestimmten Zeit zu sieden. Nach Zugabe der ersten Kochsalzportion setzt das Sieden trotz kontinuierlicher Wärmezufuhr kurz aus. Das Stoffgemisch siedet nach einiger Zeit bei erhöhter Temperatur. Die Beobachtung wiederholt sich bei der zweiten Zugabe von Kochsalz.

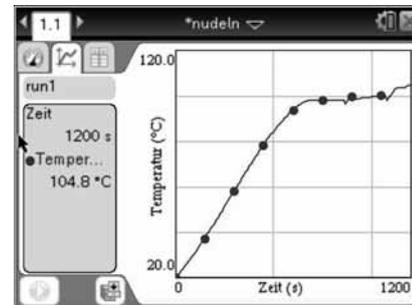
2 Graphische Darstellung

Nach einem kontinuierlichen Anstieg der Wassertemperatur bleibt diese konstant. Die Siedetemperatur ist erreicht. Die erste Kochsalzzugabe bewirkt eine kurzzeitige Absenkung und einen anschließenden Anstieg der Temperatur der Lösung. Die Ursache für die Absenkung der Temperatur ist u.a. der Zusatz von kaltem Kochsalz zum siedenden Wasser.

Nach einem Temperaturanstieg bleibt diese wiederum konstant.

Der Kurvenverlauf wiederholt sich bei der zweiten Kochsalzzugabe.

Die Endtemperatur der Lösung (Siedetemperatur des Salzwassers) ist höher als die Siedetemperatur des Wassers.



- 3 Die Siedetemperatur des Salzwassers ist höher als die von Wasser. Frau Küchenmeister würde also das Salzwasser bis zum Sieden länger erwärmen müssen. Da aber beim Kochen der Nudeln nur geringe Mengen Speisesalz verwendet werden, wird die Differenz der Siedetemperaturen nur sehr gering sein. Eine Energieersparnis wird kaum messbar sein.
- 4* Als Sieden bezeichnet man den Übergang einer Flüssigkeit in den gasförmigen Zustand, wenn der Dampfdruck der Flüssigkeit gleich dem Außendruck ist. Löst man in einem Lösemittel einen nichtflüchtigen Stoff auf, so behindern die Teilchen des gelösten Stoffes den Übergang der Teilchen des Lösemittels in die gasförmige Phase. Die Dampfdruckkurve des reinen Lösemittels liegt also immer über der der Lösung. Somit ist die Siedetemperatur einer Lösung immer höher als die Siedetemperatur des reinen Lösemittels bei gleichem Außendruck.

Erreicht das Speiseöl den Zündpunkt?

Frau Küchenmeister will ein Steak braten. Dazu gibt sie Öl in eine Bratpfanne und stellt diese auf den Herd.

Gerade in diesem Moment läutet das Telefon. Sie geht in das Wohnzimmer. Am anderen Ende der Leitung ist ihre Freundin, mit der sie schon lange nicht mehr telefoniert hat. Frau Küchenmeister vergisst das Öl auf dem Herd. Was kann passieren?



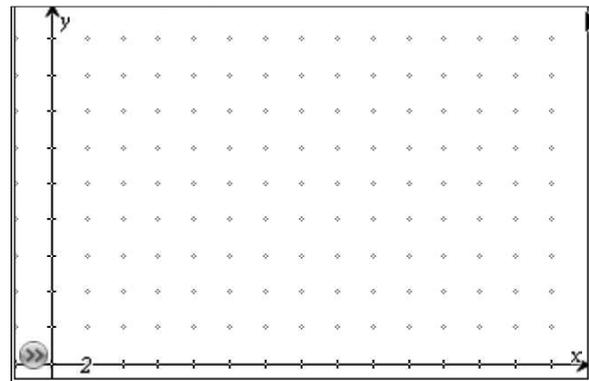
Experiment

Fülle 125 mL Speiseöl in ein Becherglas und bereite eine Temperaturmessung des Öls vor. Es sollen über einen Zeitraum von 30 Sekunden 30 Messwerte aufgenommen werden. Erhitze das Öl mit einem Tauchsieder der Leistung von $P = 300 \text{ W}$. Beginne mit der Messung sofort nach Einschalten der Heizquelle. Rühre das Öl beim Erwärmen um.

Hinweis: Alternativ kannst du auch eine elektrische Heizplatte verwenden.

Auswertung

- 1 Skizziere den Temperaturverlauf in nebenstehenden Bildschirmausdruck. Interpretiere die graphische Darstellung.



- 2 Ermittle unter Einbeziehung der experimentell ermittelten Daten die jeweilige Öltemperatur nach den angegebenen Erwärmungszeiten.

Das Öl erreicht nach einer Minute Erwärmung eine Temperatur von _____ °C, nach zwei Minuten _____ °C und nach fünf Minuten _____ °C.

- 3 Ermittle die Zeit, nach der das Öl bei angenommener gleichmäßiger Erwärmung die Zündtemperatur erreicht.

Zeit bis zum Erreichen der Zündtemperatur: _____ s

Hinweis: Die Zündtemperatur ist die niedrigste, unter festgelegten Bedingungen ermittelte Temperatur, bei der sich ein brennbarer Stoff in der Luft entzündet. Informiere dich über die Zündtemperatur von Öl.

- 4 Was passiert mit dem vergessenen Öl von Frau Küchenmeister?

Nimm an, dass

- Frau Küchenmeister 50 mL Öl in der Pfanne hatte,
- die Herdplatte eine Heizleistung von 300 W besitzt und
- sie fünf min im Wohnzimmer telefonierte.

Erreicht das Speiseöl den Zündpunkt? Lehrermaterial

Geräte

- Becherglas (V= 250 mL)
- Tauchsieder (Heizplatte)
- Glasrührstab

- Temperatursensor

Materialien

- Speiseöl
- Wasser

Einstellungen zur Datenaufnahme

- Zeitgraph
 - Zeit zwischen den Proben: 1 s
- Länge des Experimentes (s): 30

Hinweise zur Versuchsdurchführung

- Der Versuch gelingt gut, wenn man durch Umrühren dafür sorgt, dass die zugeführte Energie sich gleichmäßig in der Flüssigkeit verteilt und dadurch stets die gesamte Flüssigkeit die gleiche Temperatur besitzt.
- Um Verluste durch eine Wärmeabgabe an die Umgebung so gering wie möglich zu halten, kann in einem wärmeisolierten Gefäß (Kalorimeter) gearbeitet werden.
- Mit Hilfe der aus dem Experiment ermittelten Wärmekapazität und der bekannten Leistung des Tauchsieders lässt sich die Qualität des Experiments überprüfen.

Die Zündtemperatur von Speiseöl beträgt etwa 300 °C.

- Zur Differenzierung kann nachfolgende Aufgabe 5 genutzt werden.

- 5 Ergibt sich eine ähnlich gefährliche Situation, wenn Frau Küchenmeister die gleiche Menge Wasser auf dem eingeschalteten Herd zurücklässt?

Untersuche die Fragestellung mit Hilfe eines geeigneten Experiments.

- Das Wasser erreicht maximal _____ °C.
- Wenn weiter Energie zugeführt wird, _____ das Wasser.
- Die Energie, die zum Verdampfen von 1 kg Wasser notwendig ist, beträgt: _____ J.
- Überlege, wie die Verdampfungswärme für Wasser näherungsweise mit Hilfe des Temperatursensors bestimmt werden kann. Plane ein entsprechendes Experiment.

Erreicht das Speiseöl den Zündpunkt?

Lehrermaterial

Lernvoraussetzungen

Schülerinnen und Schüler können

- proportionale Zusammenhänge erkennen
- über einfache mathematische Methoden wie z.B. dem Dreisatz Werte berechnen

Empfehlungen zum Einsatz des Experimentes

Das Experiment kann sowohl in der Mittelstufe als auch in der Oberstufe eingesetzt werden. Es ist auch für den fächerübergreifenden Unterricht Mathematik/Physik geeignet. Aus der mathematischen Perspektive liegt der Schwerpunkt auf der Interpretation der Steigung der Gerade. In der Oberstufe sollen die Schülerinnen und Schüler auch dazu angeleitet werden, die theoretisch mögliche Erwärmung mit den tatsächlichen Messdaten zu vergleichen und zu analysieren, wo die fehlende Energie umgesetzt wird bzw. wie man die experimentellen Bedingungen noch optimieren könnte.

Für die Behandlung der Aufgabe in der Oberstufe ist auch die Aufgabe 5 interessant. Die Schülerinnen und Schüler sollen das Experiment selbst planen und überlegen, wie sie die Verdampfungswärme von Wasser durch Massenbestimmung näherungsweise ermitteln können.

Das Experiment wird am besten als Lehrerexperiment durchgeführt. Falls man über TI-Navigator™ verfügt, können die Daten zur Analyse sehr leicht an Schülerinnen und Schüler verteilt werden.

Lösungshinweise

Allgemeine Hinweise

Die Energie, die der Tauchsieder pro Sekunde in das Öl abgibt, ist als Leistung angegeben. Die gesamte Energiezufuhr während einer bestimmten Zeit ist daher das Produkt aus Leistung und Zeit: $E = P \cdot t$. Diese Energie E trägt zur Erwärmung der Flüssigkeit bei, ist also gleich groß, wie $\Delta Q = c \cdot m \cdot \Delta T$, wenn davon abgesehen wird, dass auch das Becherglas erwärmt wird und ein Teil der Energie an die Umgebung abgegeben wird.

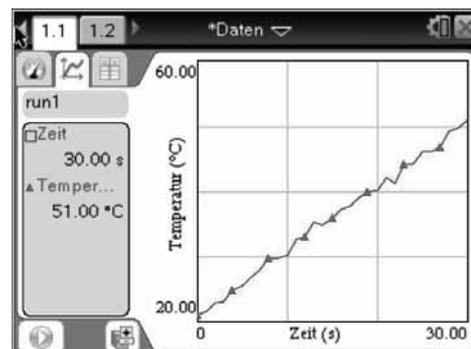
Ein Vergleich mit dem theoretischen Wert ergibt folgendes: Der Tauchsieder hat eine Leistung von 300 W, d.h. es werden pro Sekunde 300 J abgegeben. In 30 Sekunden wird daher eine elektrische Arbeit von 9000 J verrichtet. Die spezifische Wärmekapazität von Speiseöl beträgt etwa $1,7 \text{ kJ} \cdot (\text{kg} \cdot \text{K})^{-1}$. 125 mL Öl haben etwa eine Masse von 100 g.

Mit 9000 J könnte daher die Temperatur des Speiseöls um $\Delta T \approx 53 \text{ K}$ erhöht werden.

Tatsächlich beträgt die gemessene Temperaturerhöhung aber nur 31 K, da Wärme an das Becherglas und an die Umgebung abgegeben wird.

Die nachfolgend angegebenen Werte beziehen sich auf eine spezielle Versuchsdurchführung.

- 1 Im Diagramm wird die Öltemperatur in Abhängigkeit von der Erwärmungszeit dargestellt. Alle Messdaten liegen annähernd auf einer Geraden. Zwischen den dargestellten Größen besteht ein linearer Zusammenhang.



2 Die Datenauswertung kann nach unterschiedlichen Varianten erfolgen.

Variante 1

Die Schüler erkennen, dass eine direkte Proportionalität zwischen der Erwärmungszeit und der Öltemperatur vorliegt.

Mithilfe des Dreisatzes können sie nun die gesuchten Werte berechnen.

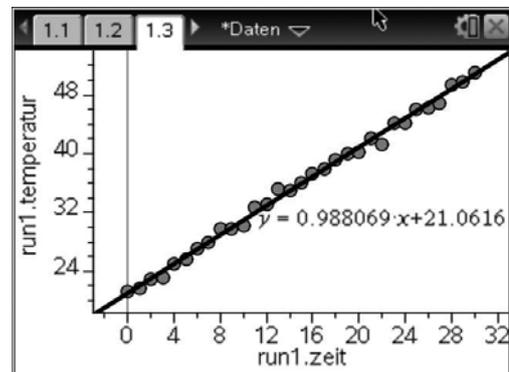
Variante 2

Nach Durchführung einer linearen Regression steht die Funktionsgleichung für weitere Berechnungen zur Verfügung.

Online-Glossar:

Regression → durchführen

Gleichungen → lösen

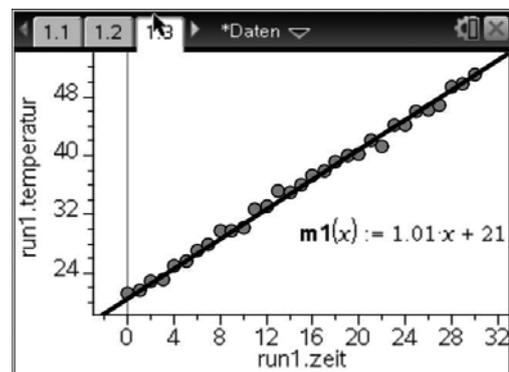


Variante 3

Durch Hinzufügen einer verschiebbaren Geraden kann eine Funktionsgleichung für den proportionalen Zusammenhang ermittelt werden. Diese steht für weitere Berechnungen ebenfalls zur Verfügung.

Online- Glossar:

Geraden



Das Öl erreicht nach einer Minute Erwärmung eine Temperatur von _____ °C, nach zwei Minuten _____ °C und nach fünf Minuten _____ °C.

3 Die Zeit bis zum Erreichen der Zündtemperatur bei angenommener gleichmäßiger Erwärmung kann wiederum mithilfe

- des Dreisatzes oder
- der in Aufgabe 2 ermittelten Funktionsgleichung berechnet werden.

Define $f(x)=x+21$	Fertig
$f(60)$	81
$f(120)$	141
$f(300)$	321
$\text{solve}(f(x)=300,x)$	$x=279$

Zeit bis zum Erreichen der Zündtemperatur: _____ s

4 Das Öl entzündet sich.

5 Das Wasser siedet; ein Teil wird verdampfen.

Cool

Endlich hatte Harry Potter den goldenen Schnatz gefangen und mal wieder ein Quidditch-Spiel für Gryffindor gewonnen. Nun lag er mit hochrotem Kopf unter einer alten Eiche und wünschte nichts weiter als ein bisschen Abkühlung. Wie immer wusste Hermine Rat. Sie legte Harry einen Lappen, getränkt mit einer farblosen Flüssigkeit, auf die Stirn. Sofort durchfuhr ihn ein kühler Schauer. „Hermine, was hast Du da für eine Zauberflüssigkeit entdeckt?“ fragte Harry verwundert. Hermine grinste und meinte: „Hast Du etwa noch nie einen nassen Waschlappen ins Gesicht bekommen?“ Harry dachte lange darüber nach. Konnte einfaches Wasser so eine Wirkung haben oder war doch Zauberei im Spiel? Wir wollen ausprobieren, ob wir Harry weitere „Zauberflüssigkeiten“ zur Abkühlung empfehlen können.

Experiment

Schneide aus Filter- oder Küchenpapier ein etwa 6 x 6 cm großes Stück aus und umwickle damit den Metallstab des Temperatursensors. Diese Papierhülle wird mit einem Gummiband fixiert. Berechne zwei Temperaturfühler vor, wenn du Vergleiche anstellen willst, z. B. zwischen Luft und einer beliebigen Flüssigkeit oder zwischen Wasser und Kölnisch Wasser (Erfrischungstuch).

Nach dem Anschließen der Temperatursensoren an das Messgerät ist der Rechner so einzustellen, dass eine Temperaturmessung über einen Zeitraum von ca. 5 Minuten alle 10 Sekunden erfolgt.

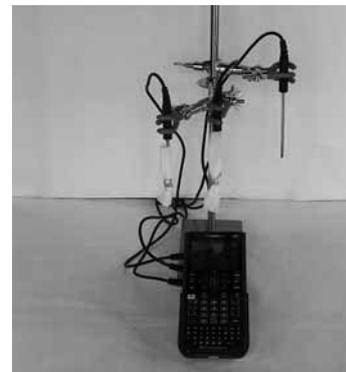
Gib in ein Reagenzglas etwa 1 mL Wasser oder Kölnisch Wasser (Rasierwasser).

Tauche die präparierten Temperatursensoren in die jeweilige Flüssigkeit.

Starte die Messung, ziehe die Temperatursensoren heraus und fixiere den jeweiligen Griff an einem Stativ oder direkt an der Kante eines Tisches, so dass die Flüssigkeit ungehindert verdunsten kann.

Hinweis:

Sollte dir kein TI-Nspire™ Lab Cradle zur Verfügung stehen, so führe die Messungen nacheinander aus.

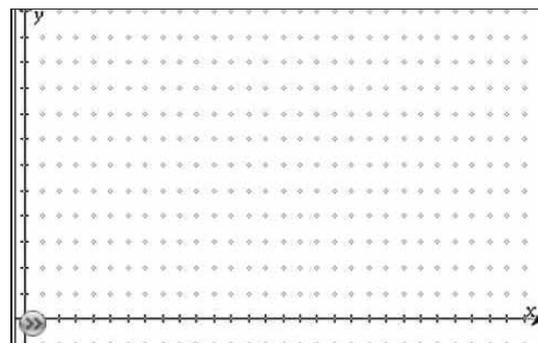


Auswertung

- 1 Ergänze nachfolgende Tabelle.

Untersuchte Probe	Anfangstemperatur in °C	Endtemperatur in °C

- 2 Skizziere die Graphen von mindestens zwei deiner Messungen in einem Diagramm und beschreibe den Unterschied.



- 3* Erkläre mit Hilfe der Teilchenvorstellung, warum sich Flüssigkeiten beim Verdunsten verschieden stark abkühlen.

Cool

Lehrermaterial

Geräte

- Reagenzgläser
- Filterpapier oder Küchenpapier
- Schere
- Gummiband, Tesafilm
- Temperatursensor(en)

Chemikalien

- Wasser
- Rasierwasser
- Kölnisch Wasser
- Erfrischungstuch
- usw.

Einstellungen zur Datenaufnahme / Erfassungsmodus

- Zeitbasiert
- Intervall (Sekunden/Stichprobe): 10 Dauer (Sekunden): 300

Hinweise zur Versuchsdurchführung

Die Papierhülse lässt sich am besten folgendermaßen herstellen: Man rollt ein etwa 6 cm x 6 cm großes Stück Filterpapier oder Küchenpapier eng zusammen und schiebt es dann über den Temperaturfühler. Dort kann man es mit einem Gummiband oder mit Tesafilm fixieren. Man kann auch ein Erfrischungstuch auspacken, über den Temperatursensor hängen und sofort mit der Messung beginnen.

Um die Abkühlung bei der Verdunstung eindrucksvoll in der Gegenüberstellung zu zeigen, empfiehlt es sich, mindestens zwei Temperatursensoren zu nutzen. Die nötigen Handgriffe kann ein Experimentator gut alleine bewältigen.

Bei der Nutzung des TI-Nspire™ Lab Cradle können die Temperaturkurven gleichzeitig aufgenommen werden.

Steht das Gerät nicht zur Verfügung, muss die Messung nacheinander erfolgen. In diesem Falle ist darauf zu achten, dass die erste Messreihe gespeichert wird.

Misst man etwa gleichzeitig die Temperatur der Luft, wird gezeigt, dass nicht ein kalter Luftzug die Abkühlung der Flüssigkeit bewirkt. In diesem Zusammenhang kann man die Experimente auch durch Anblasen mit einem Fön erweitern (Einstellung des Föns auf „KALT“).

Aussagekräftige Werte erhält man nur, wenn man genau gleiche Mengen verschiedener Flüssigkeiten aufsaugt. Auch ist es bei mehreren parallelen Messungen wichtig, die Messfühler synchron aus den Reagenzgläsern zu ziehen, damit die Verdunstung zeitgleich beginnt.

Cool Lehrermaterial

Lernvoraussetzungen

Schülerinnen und Schüler

- kennen die Regulation der Hauttemperatur durch Schwitzen.
- wissen über die Teilchenstruktur der Materie Bescheid und können dieses Wissen anwenden.

Empfehlungen zum Einsatz des Experimentes

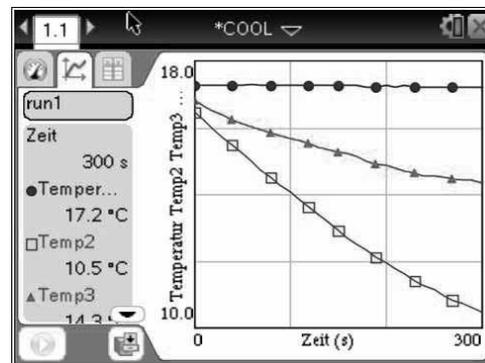
Das vorgeschlagene Experiment kann mit Schülern unterschiedlicher Jahrgangsstufen durchgeführt werden. Für jüngere Schüler ist die richtige Interpretation der Graphik ausreichend. Die Erfahrung, dass Schwitzen zur Abkühlung der Körpertemperatur beiträgt, kann auf einfacher Ebene erklärt werden (Verdunstung des im Schweiß enthaltenen Wassers). Die Erklärung mit Hilfe der Teilchenstruktur der Materie richtet sich nach dem Wissensstand der Schüler.

Lösungshinweise

1 Die mit den Messungen erhaltenen Korrelationen sind evident. Wasser kühlt stärker als Luft, Kölnisch Wasser (Erfrischungstuch oder Rasierwasser) noch stärker als Wasser. Die Schüler sollen jeweils Anfangs- und Endtemperatur notieren.

2 Im gemessenen Zeitraum von fünf Minuten erfolgt die Abkühlung des wasser-getränkten Temperaturfühlers etwa von 18 °C auf ca. 14 °C. Bei dem Erfrischungstuch ist die Abkühlung noch deutlicher ausgeprägt von etwa 18 °C auf 10 °C.

Je leichter ein Stoff verdunstet, desto stärker ist die Abkühlung bei der Verdunstung. Alkoholhaltige Flüssigkeiten (mit geringen Anziehungskräften zwischen den Teilchen) verdunsten leichter als Wasser (mit starken Anziehungskräften zwischen den Wassermolekülen).



Vergleich Luft – Wasser – Erfrischungstuch

3* Die Verdunstung einer Flüssigkeit, also der Übergang von der flüssigen in die gasförmige Phase, ist ein endothermer Prozess. Für diese Zustandsänderung wird demzufolge Wärme (Energie) benötigt, die den Körpern oder Substanzen entzogen wird, weshalb sie sich abkühlen. Die Moleküle werden bei diesem Vorgang aus dem Einfluss der anziehenden Wechselwirkung mit ihren Nachbarmolekülen befreit. In einer Flüssigkeit liegen die Teilchen noch relativ eng aneinander, im Gas sind sie sehr weit voneinander entfernt, wodurch die zwischenmolekularen Anziehungskräfte kaum mehr wirken. Man braucht also wenig Energie zur Verdunstung, wenn die zwischenmolekularen Anziehungskräfte gering sind (→ starke Abkühlung). Sind umgekehrt die Anziehungskräfte groß, benötigt man viel Energie, um die Teilchen vom flüssigen in den gasförmigen Zustand zu bringen (→ geringe Abkühlung).

Wie schützen sich Lebewesen gegen Wärmeverlust?

- 1 Besonders bei Kälte und starkem Wind kann man beobachten, dass viele Tiere wie z. B. Pinguine nah zusammenrücken. Welchen Vorteil bringt dieses Verhalten den Tieren?

Überprüfe im folgenden Modellexperiment die aufgestellte Vermutung.

Experiment

Bereite den Rechner zur Datenaufnahme so vor, dass alle 30 Sekunden über einen Zeitraum von 10 Minuten ein Messwert aufgenommen wird.

Steht ein TI-Nspire™ Lab Cradle zur Verfügung, können die beschriebenen Messungen mit drei Temperatursensoren gleichzeitig durchgeführt werden. Ansonsten können mehrere Rechner zur gleichzeitigen Datenaufnahme genutzt werden.

Bereite folgende Versuchsanordnungen vor:

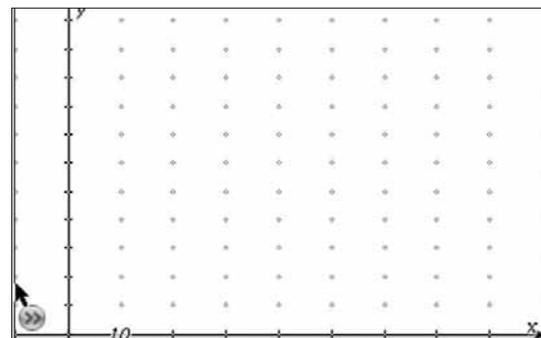
Binde mindesten 60 Reagenzgläser mit einem Gummi oder Bindfaden zusammen.

Stelle außerdem ein einzelnes Reagenzglas bereit.

Fülle in alle Reagenzgläser heißes Wasser. Stecke in das einzelne und in die „Reagenzglassammlung“ an unterschiedlichen Stellen (Mitte und Rand) jeweils einen Temperatursensor. Starte die Messwerterfassung.



- 2 Skizziere den jeweiligen Temperaturverlauf in nebenstehenden Bildschirmausdruck. Interpretiere die Graphen.



- 3 Überprüfe, ob deine in Aufgabe 1 gemachte Voraussage richtig ist. Fasse die Ergebnisse des Experimentes in einem Satz zusammen.

- 4* Informiere dich über die Bergmannsche Klimaregel und die Allensche Regel. Plane geeignete Modellexperimente zur Demonstration dieser Regeln.

Wie schützen sich Lebewesen gegen Wärmeverlust?

Lehrermaterial

Geräte

- Wasserkocher
- mind. 60 Reagenzgläser
- Gummi oder Faden zum Zusammenbinden der Reagenzgläser
- Temperatursensor(en)

Chemikalien

- heißes Wasser

Für die Aufgabe 4* werden u.a. benötigt:

- Knetmasse bzw. Rundkolben unterschiedlicher Größe
- Stativmaterial
- isolierte Glasgefäße
- 2 Kupferbleche oder Aluminiumlöffel

Einstellungen zur Datenaufnahme / Erfassungsmodus

- Zeitbasiert
- Intervall (Sekunden/Stichprobe): 10 Dauer (Sekunden): 600

Hinweise zur Versuchsdurchführung

Es ist unbedingt darauf zu achten, dass das Wasser zu Beginn der Messwertaufnahme möglichst die gleiche Ausgangstemperatur besitzt.

Bei der Nutzung des TI-Nspire™ Lab Cradle können die Temperaturkurven gleichzeitig aufgenommen werden.

Steht das Gerät nicht zur Verfügung sollten zwei oder drei Taschenrechner zur Datenerfassung genutzt werden. Aufgenommene Messreihen können nach erfolgter Datenaufnahme untereinander kopiert werden.

Genauere Versuchsbeschreibungen für die Bergmannsche und Allensche Regel (Aufgabe 4*) sind in nachfolgenden Veröffentlichungen zu finden:

Leckelt, U. & Liebner, F. (Hg.) (2006); Experimenteller Chemieunterricht – Datenerfassung mit dem CBL2™; T³-Deutschland

Leckelt, U. & Liebner, F. (Hg.) (2007); Experimenteller Chemieunterricht – Datenerfassung mit dem CBL2™ ; 1. Ergänzung; T³-Deutschland

Wie schützen sich Lebewesen gegen Wärmeverlust?

Lehrermaterial

Lernvoraussetzungen

Schülerinnen und Schüler

- kennen Modellexperimente zur Untersuchung der Realität

Empfehlungen zum Einsatz des Experimentes

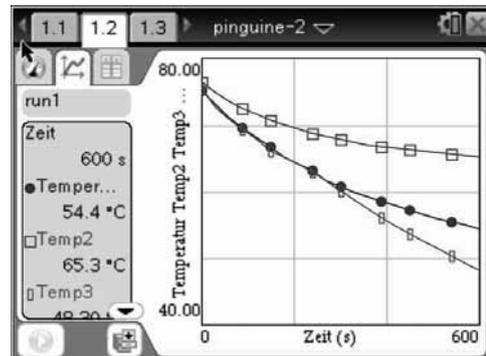
- erkunden eine Möglichkeit, wie Tiere an kalten Orten möglichst wenig Wärme abgeben

Lösungshinweise

In der weiteren Arbeit könnten die Parallelen zwischen Realität und dem Modellexperiment herausgearbeitet werden. Weite Möglichkeiten, wie sich Tiere an extreme Lebensräume anpassen, könnten erarbeitet/ wiederholt werden (z.B. Bergmannsche Regel, Allensche Regel, isolierende Wirkung von verschiedenen Materialien).

- 1 Vermuteter Vorteil: Die Tiere kühlen nicht so schnell aus. Der Wärmeverlust für die Tiere im Inneren ist geringer, als wenn sie einzeln oder am Rande der Ansammlung stehen würden.

- 2 Die Graphik zeigt, dass sich das Wasser in den untersuchten Reagenzgläsern unterschiedlich schnell abkühlt. Die Temperaturdifferenz im „inneren Bereich“ ist wesentlich geringer als die im „äußeren Bereich“ bzw. im einzelnen Reagenzglas. Die stärkste Abkühlung findet im einzeln stehenden Reagenzglas statt.



- 3 Die Vermutung konnte experimentell bestätigt werden.
- 4* Bergmannsche Regel:
Gleichwarme Tiere weisen bei geometrisch ähnlichem Körper einen umso geringeren Wärmeverlust auf, je größer ihr Körpervolumen ist.
Allensche Regel:
Bei homoiothermen Tieren eines Verwandtschaftskreises verändert sich Größe der Körperanhänge wie Ohrmuscheln, Schwanz und / oder Gliedmaßen entsprechend der Umgebungstemperatur.
In einfachen Modellexperimenten können diese Regeln bestätigt werden.

Flammentemperaturen

Fritz Finster ist leider das Lampenöl für seine Petroleumlampen ausgegangen. Um wieder Licht zu haben, überlegt er, ob es besser wäre sie mit Spiritus oder Grillkohleanzünder zu befüllen.

„Bestimmt ist die Spiritusflamme nicht heiß genug, um hell zu leuchten“, vermutet er.

Schließlich entscheidet er sich, einige Flüssigkeiten und Brennmaterialien zu testen.

Experiment

Schließe einen Hochtemperatursensor (Thermocouple) an den Rechner an.

Entzünde die Flüssigkeiten in den Spiritusbrennern. Miss jeweils die Temperatur im Kern und Saum der Flammen.



Auswertung

- 1 Notiere die verwendeten Materialien/Lösungen und die jeweils gemessenen Temperaturen in nachfolgender Tabelle.

Material / Lösung	Flammenkern in °C	Flammensaum in °C
Spiritus		
Grillkohleanzünder		

- 2 Erkläre, was man unter Brennbarkeit versteht.

- 3 Gib die Entzündungstemperatur von drei verschiedenen Stoffen an. Erläutere an einem selbst gewählten Beispiel, warum es häufig notwendig ist, die Entzündungstemperatur zu kennen.

- 4* Gib den Kohlenstoffanteil im Ethanol (Spiritus) (C_2H_5OH) und Decan (Grillkohleanzünder) ($C_{10}H_{22}$) an:

4.1 bezogen auf die Atomanzahl

4.2 bezogen auf die molare Masse

Flammentemperatur Lehrermaterial

Geräte

- Spiritusbrenner
- feuerfeste Unterlagen
- Hochtemperatursensor (Thermocouple)

Chemikalien

- Spiritus
- Grillkohleanzünder
- weitere brennbare Materialien (z.B. Kerzen, Gasbrenner, ...)

Einstellungen zur Datenaufnahme / Erfassungsmodus

Ereignisse mit Eingabe

Die Temperaturmessung kann auch direkt in der Messansicht erfolgen

Hinweise zur Versuchsdurchführung

Bei diesem Experiment ist unbedingt darauf zu achten, dass der Hochtemperatursensor (Thermocouple) eingesetzt wird.

Lernvoraussetzungen

Schülerinnen und Schüler

- haben Kenntnisse über Verbrennungsvorgänge

Empfehlungen zum Einsatz des Experimentes

Das vorgeschlagene Experiment kann mit Schülern unterschiedlicher Jahrgangsstufen durchgeführt werden.

Lösungshinweise

1	Material / Lösung	Flammenkern in °C	Flammensaum in °C
	Spiritus	640	720
	Grillkohleanzünder	620	670

2 Ein Stoff brennt, wenn er selbst ein brennendes Gas ist oder wenn sich aus ihm Gase entwickeln, die als Flamme verbrennen.

3 Damit ein Stoff brennen kann, muss seine Entzündungstemperatur erreicht werden. Dazu ist es notwendig, die entsprechende „Wärmequelle“ zur Verfügung zu haben.

4.1	Kohlenstoffanteil bezogen auf die	
4.2	Material / Lösung	Molare Masse
	Spiritus	ca. 52 %
	Grillkohleanzünder	ca. 84.5 %

Wasser als elektrischer Leiter

Destilliertes bzw. deionisiertes Wasser ist kaum elektrisch leitfähig. Es besteht nahezu vollständig aus elektrisch neutralen Teilchen, den Molekülen. Die Anzahl der freibeweglichen Ladungsträger ist vernachlässigbar klein.

Leitungswasser und Oberflächenwasser sind Lösungen, in denen eine elektrische Leitfähigkeit feststellbar ist. Dieses Wasser enthält gelöste Salze in Form von freibeweglichen Ionen.

Der Wert der elektrischen Leitfähigkeit L (gemessen in Microsiemens pro Zentimeter ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)) ist u. a. abhängig von der Anzahl der vorhandenen Ladungsträger.

Experiment

Finde durch Leitfähigkeitsmessungen heraus, in welchem Becherglas sich welches Wasser befindet.

Bereitgestellt wurden:

- destilliertes bzw. deionisiertes Wasser
- Leitungswasser
- „Boddenwasser“ (0,2 g Speisesalz in 100 mL destilliertem Wasser gelöst)
- „Ostseewasser“ (1,5 g Speisesalz in 100 mL destilliertem Wasser gelöst)



Nutze zur Datenerfassung die Methode „Ereignisse mit Eintrag“. Als Ereignis ist die Nummer des Becherglases einzusetzen. Beachte, dass die Messeinheit des Leitfähigkeitssensors vollständig in die Lösung eintaucht und dass der Messbereich $0\text{-}20000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ am Sensor eingestellt ist. Zwischen den einzelnen Messungen muss der Leitfähigkeitssensor mit destilliertem Wasser abgespült werden.

- 1 Notiere deine Messergebnisse in nachfolgender Tabelle.
- 2 Ordne die jeweilige Wasserprobe einem Becherglas zu.

Becherglas	Leitfähigkeit L in $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	Art der Wasserprobe
1		
2		
3		
4		

- 3 „Wichtige Anwendungsgebiete von Leitfähigkeitsmessungen sind u. a. die Überwachung der Entsalzung von Wasser oder die Kontrolle von Betriebsabwässern.“

Erläutere diese Aussage.

Wasser als elektrischer Leiter Lehrermaterial

Geräte

- 5 Bechergläser ($V = 150-200 \text{ mL}$)
- Waage

- Leitfähigkeitssensor

Chemikalien

- destilliertes oder deionisiertes Wasser
- Kochsalz

Einstellungen zur Datenaufnahme / Erfassungsmodus

- Ereignisse mit Eingabe
- Messbereich: $0-20000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$

Hinweise zur Versuchsdurchführung

In nummerierten Bechergläsern sind nachfolgende Lösungen bereitzustellen:

Becherglas 1:	1,5 g Speisesalz in 100 mL destilliertem Wasser gelöst
Becherglas 2:	0,2 g Speisesalz in 100 mL destilliertem Wasser gelöst
Becherglas 3:	Leitungswasser
Becherglas 4:	destilliertes bzw. deionisiertes Wasser

Sollte kein Leitfähigkeitssensor zur Verfügung stehen, könnte alternativ auch der Spannungssensor unter Verwendung zweier Elektroden eingesetzt werden.

Da die Zusammensetzung des handelsüblichen Speisesalzes variiert, unterliegen die Werte Schwankungen. Entscheidend ist das Erfassen der Tendenz.

Wasser als elektrischer Leiter Lehrermaterial

Lernvoraussetzungen

Schülerinnen und Schüler

- besitzen Kenntnisse über Ursachen der elektrischen Leitfähigkeit

Empfehlungen zum Einsatz des Experimentes

Das vorgeschlagene Experiment kann in unterschiedlichen Klassenstufen und Fächern eingesetzt werden.

Es ist auch dazu geeignet, Leitfähigkeitsmessungen mit Hilfe des entsprechenden Sensors einzuführen.

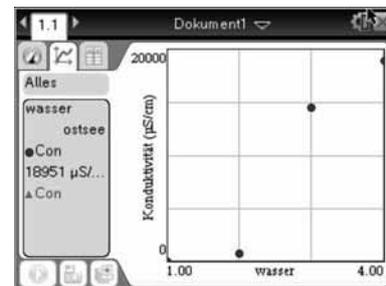
Mit älteren Schülern können weitere Aspekte der elektrischen Leitfähigkeit wässriger Lösungen in Abhängigkeit von z. B. der Temperatur, der Stoffmengenkonzentration der Lösung oder der Art der Ionen diskutiert werden.

Lösungshinweise

- 1 Die elektrische Leitfähigkeit der Stoffproben nimmt in nachfolgend angegebener Reihenfolge zu:

Destilliertes Wasser, Leitungswasser, „Boddenwasser“, „Ostseewasser“

Becherglas	Leitfähigkeit L in $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	Art der Wasserprobe
1	Auf die Angabe von Zahlenwerten wird aufgrund des Einsatzes von unterschiedlichem Speisesalz verzichtet.	„Ostseewasser“
2		„Boddenwasser“
3		Leitungswasser
4		dest. Wasser



- 3 Da die elektrische Leitfähigkeit u. a. von der „Menge“ der Ladungsträger abhängig ist, sollte destilliertes Wasser eine ganz geringe elektrische Leitfähigkeit aufweisen. Die Verunreinigung von Industrieabwässern erkennt man u. a. daran, dass die Leitfähigkeit bei starker Verschmutzung sehr groß ist.

Die Zitronenbatterie

Pit hat in einem spannenden Experimentalbum gelesen, dass man Strom aus verschiedenen Metallblechen und einer Zitrone erzeugen kann. In seinem Elektrobaukasten findet er zwei Kupfer- und jeweils ein Eisen-, Silber- und Zinkblech. Nachdem er sich eine Zitrone besorgt hat, fängt er an zu experimentieren.

Welche Metallplatte sollte Pit mit dem Kupferblech kombinieren, um eine möglichst große Spannung zu erhalten?



Experiment

Schließe den Spannungssensor an deinen Rechner an und wähle zur Datenaufnahme "Ereignisse mit Eingabe".

Stecke das Kupferblech in die rechte Seite der Zitrone (siehe Bild). In die linke Zitronenhälfte wird das jeweils andere Metall gesteckt. Eventuell musst du die Zitronenschale vorher mit einem Messer anschneiden. Achte darauf, dass sich die Metallplatten nicht berühren. Schließe die Kabel des Messensors so an, dass immer ein positiver Messwert erhalten wird.

Speichere die gemessene Spannung der ersten Zitronenbatterie (Kupfer- und Silberblech) als Ereignis 1. Kombiniere nun weitere Metalle mit dem Kupferblech und speichere die ermittelten Spannungen als fortlaufende Ereignisse 2,3,...

Auswertung

1 Ergänze die nachfolgende Tabelle.

Ereignis	1	2	3	4
	Silber	Kupfer	Eisen	Zink
Kupfer	<i>Spannung zwischen den Metallen in V</i>			
Plus-/Minuspol	Kupfer: Silber:	Kupfer: Kupfer:	Kupfer: Eisen:	Kupfer: Zink:

2 Welche Metalle sollte Pit miteinander kombinieren, um eine möglichst große Spannung zu erhalten? Welche Kombination ist überhaupt nicht geeignet?

3* Erläutere die Funktionsweise der Zitronenbatterie am Beispiel der Elektrodenkombination von Zink und Kupfer.

Die Zitronenbatterie

Lehrermaterial

Geräte

- Stativ mit Klemme und Muffe
- Messer

- Spannungssensor

Chemikalien

- möglichst zwei frische (saftige) Zitrone
- je ein Metallblech (ca. 2 x 5 cm) aus Kupfer, Zink, Silber und Eisen

Einstellungen zur Datenaufnahme

Ereignisse mit Eingabe

Die Spannungsmessung kann auch direkt in der Messansicht erfolgen.

Hinweise zur Versuchsdurchführung

Das Aufschneiden der Zitronenschale kann das Hineinstecken der Elektroden erleichtern. Die Schnitte sind so anzubringen, dass sich die Elektroden in der Zitrone nicht berühren. Eine Zitrone kann für alle Versuchsdurchführungen benutzt werden. Es ist darauf zu achten, dass gereinigte Elektroden verwendet werden.

Die Zitronenbatterie

Lehrermaterial

Lernvoraussetzungen

Schülerinnen und Schüler

- kennen den Begriff Spannung
- können einen Schaltkreis aufbauen
- kennen Elektronenübergänge bei chemischen Reaktionen

Empfehlungen zum Einsatz des Experimentes

Das vorgeschlagene Experiment kann mit Schülern unterschiedlicher Jahrgangsstufen durchgeführt werden.

Schülerinnen und Schüler erkunden das Phänomen der elektrochemischen Stromerzeugung und erkennen, dass die Spannung vom eingesetzten Elektrodenmaterial abhängig ist.

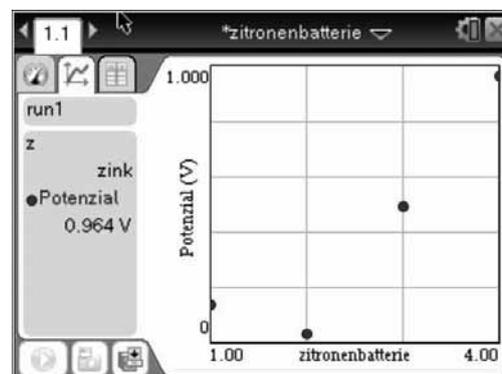
Das Experiment eignet sich auch zur Einführung der elektrochemischen Spannungsreihe. Allerdings ist darauf zu achten, dass nur Potentialdifferenzen gemessen werden können.

Bearbeiten Schüler das Experiment nach Behandlung elektrochemischer Sachverhalte, kann die Aufgabe 3 als Zusatzaufgabe eingesetzt werden.

Lösungshinweise

1

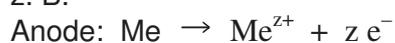
Ereignis	1	2	3	4
	Silber	Kupfer	Eisen	Zink
Kupfer	<i>Spannung zwischen den Metallen in V</i>			
	0,14	0	0,49	0,96
Plus-/ Minuspol	Cu: – Ag: +	Cu: Cu:	Cu: + Fe: –	Cu: + Zn: –



Die Messwerte können sich je nach eingesetztem Elektrodenmaterial und dem Zustand der Zitrone verändern.

2 Bei der Kombination der Metalle Kupfer und Zink erhält man die größte Spannung. Die Benutzung von zwei gleichen Metallen liefert keine Spannung.

3* z. B.



Das jeweils unedlere Metall reagiert zu Metall-Ionen und Elektronen, diese wandern durch den elektrischen Leiter über das Messgerät zum edleren Metall. Dort werden die Wasserstoff-Ionen des Zitronensafts entladen.

Hochstapelei – die Volta-Batterie selbst gebaut

Mit der ersten Batterie, erfunden von Alessandro Volta, wurden chemische Elemente entdeckt und „Gesellschaftsspiele“ in adeligen Salons veranstaltet. Zum Beispiel kleine Funken zwischen den Nasen von Prinz und Prinzessin oder beim Küssen...

Wie funktioniert eigentlich eine Batterie?
Wird durch chemische Reaktionen Strom erzeugt?

Der Arzt Luigi Galvani hat bei der Kombination von Zink und Kupfer den elektrischen Strom entdeckt. Der Wissenschaftler Alessandro Volta hat aus dieser Kombination die erste brauchbare Batterie gebaut.

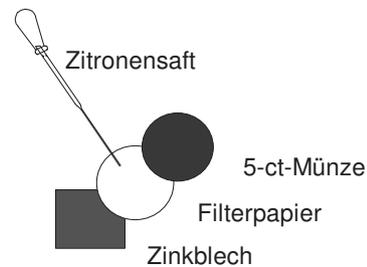


Experiment

Baue aus Zinkblech, Zitronensaft und 5-ct-Münzen (außen mit Kupfer überzogen) eine Batterie.

Schneide aus blankem Zinkblech mindestens 4 quadratische Plättchen, die etwas größer als eine 5-ct-Münze sind. Stelle dir vier Filterpapierstücken her, die so groß wie eine 5-ct-Münze sind.

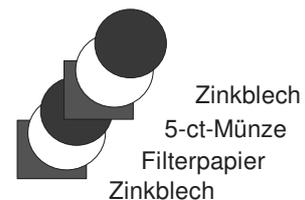
Beginne mit dem Bau der ersten Zink-Kupfer-Kombination. Lege auf ein Zinkblech das Filterpapier und tropfen zwei Tropfen Zitronensaft darauf. Lege auf das getränkte Filterpapier eine 5-ct-Münze.



Bereite die Datenaufnahme mit dem Rechner so vor, dass du der gemessenen Spannung einen Wert zuordnen kannst (Ereignisse mit Eingabe).

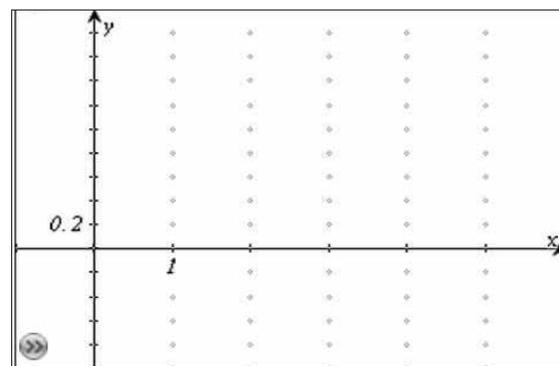
Nimm den ersten Messwert auf. Dabei soll der Spannungssensor kein Zink- bzw. Kupferblech berühren (Ereignis 0). Halte jetzt die schwarze Prüfspitze des Spannungssensors auf das Zinkblech und die rote auf das 5-ct-Stück. Miss die Spannung und ordne dieser den Wert 1 (ein Zink-Kupfer-Paar) zu.

Stapele ein weiteres Zink-Kupfer-Paar auf das bereits vorhandene. Achtung: das Zink-Filterpapier-Kupfer-Paar wird einfach aufgelegt. Es ist kein zusätzliches Filterpapier nötig! Miss wiederum die Spannung zwischen ersten Zinkblech und der oberen 5-ct-Münze. Ordne dieser den Wert 2 (zwei Zink-Kupfer-Paare) zu. Stapele weitere Zink-Kupfer-Paare auf die bereits vorhandenen und wiederhole die Spannungsmessung in der beschriebenen Art und Weise.



Auswertung

- 1 Skizziere den aufgenommenen Kurvenverlauf im nebenstehenden Bildschirmausdruck. Interpretiere die graphische Darstellung.



- 2 Alessandro Volta beschriftete seine Säulen mit der Anzahl der Zink-Kupfer-Paare und seinem Namen (z.B. 100 Volta). So ist übrigens die Einheit „Volt“ entstanden. Ermittle, um welchen Wert die Spannung je Zink-Kupfer-Paar steigt.

- 3 Gib an, wie viele Zink-Kupfer-Paare theoretisch notwendig sind, um

- einen Handy-Akku $U = 3.6 \text{ V}$ zu laden?

- eine Taschenlampe $U = 4.5 \text{ V}$ zum Leuchten zu bringen?

- das Bordnetz eines Autos $U = 12 \text{ V}$ zu betreiben?

- eine Glühlampe $U = 230 \text{ V}$ zum Leuchten zu bringen?

- 4 Beschreibe die Veränderungen der Oberfläche an der Kupfermünze nach Benutzung der Volta-Säule.

- 5 Leite aus dem durchgeführten Experiment ab, wie Kupfermünzen gereinigt werden können.

- 6* Versuche mit deiner selbst gebauten Volta-Säule eine Leuchtdiode, einen Solarmotor oder eine digitale Uhr zu betreiben.

Hochstapelei – die Volta-Batterie selbst gebaut

Lehrermaterial

Geräte

- 4 Fünf-Cent-Münzen
- Schmirgelpapier
- 4 x Filterpapier, ausgeschnitten so groß wie eine Fünf-Cent-Münze
- Spannungssensor

Chemikalien

- Zitronensaft (künstlich, gelbe Kunststoffflasche aus dem Supermarkt)
- Zinkblech (4 quadratische Stücke, etwas größer als eine 5-ct-Münze)

Einstellungen zur Datenaufnahme / Erfassungsmodus

Ereignisse mit Eintrag

Hinweise zur Versuchsdurchführung

Die Zinkbleche sollten etwas größer sein als die Kupfermünzen, damit ein Kontakt Zinkblech-schwarze Prüfspitze ohne Probleme möglich ist.

Das Filterpapier wiederum muss etwas größer sein als die Kupfermünzen, damit es nicht zum Kurzschluss kommt.

Die Kupfermünzen haben einen erhöhten Rand, der **nicht** über das Filterpapier heraus ragen darf.

Den Zitronensaft vorsichtig auftropfen. Zu viel Zitronensaft kann zwischen die Zink-Kupfer-Paare geraten und Kurzschlüsse verursachen (Spannung der Volta-Säule wird verringert). Ab 30 Minuten nach dem Zusammenbau der Volta-Säule nimmt die Spannung langsam ab. Das wird durch Korrosion am Zink und Lösen der Oxidationsprodukte (Patina) am Kupfer verursacht.

Die Spannung entsteht durch Lösen des Zinks ($\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^-$) und Übergang von Kupfer(II)-Ionen aus der Patina (Oxidschicht) ans Kupfer ($\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$).

Deshalb ist eine frische Zink-Oberfläche herzustellen und es sind möglichst alte Kupfermünzen zu verwenden.

Hochstapelei – die Volta-Batterie selbst gebaut Lehrermaterial

Lernvoraussetzungen

Schülerinnen und Schüler

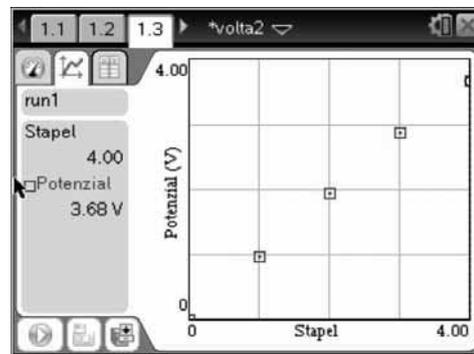
- haben Kenntnisse über proportionale Zusammenhänge
- Grundkenntnisse aus der Elektrizitätslehre

Empfehlungen zum Einsatz des Experimentes

Mit diesem Experiment können die Schülerinnen und Schüler eine einfache Batterie selbst bauen. Es kann für die Einführung in die Elektrizitätslehre oder die Elektrochemie genutzt werden.

Hinweise zur Lösung

- 1 Der Kurvenverlauf ist eine Gerade, die durch den Koordinatenursprung verläuft. Es liegt direkte Proportionalität zwischen der gemessenen Spannung und der Anzahl von Zink-Kupfer-Paaren vor.



- 2 Die Spannung steigt je Zink-Kupfer-Paar um ca. $U = 0.9 \text{ V}$ an.
- 3 Es werden theoretisch benötigt:
4 Zink-Kupfer-Paare für den 3,6 V Handy-Akku.
5 Zink-Kupfer-Paare für die 4,5 V Taschenlampe.
13 oder 14 Zink-Kupfer-Paare für das 12 V Bordnetz eines Autos.
256 Zink-Kupfer-Paare für eine 230 V Glühlampe.
- 4 Die Kupferoberfläche der Münzen ist auf einer Seite blank. Die Münze sieht aus wie neu.
An der Stelle, wo das Filterpapier mit dem Zitronensaft einwirken konnte, ist die Oxidschicht des Kupfers (die Patina) zerstört.
- 5 Zitronensaft kann als Reinigungsmittel für Kupfer verwendet werden.
Günstig ist die gleichzeitige Anwesenheit unedler Metalle wie Zink oder Aluminium.
- 6* Die Verbraucher dürfen keine hohen Stromflüsse (über 50 mA) benötigen.

Für die Leuchtdiode sind 4-6 Zink-Kupfer-Paare günstig.
Der Solarmotor benötigt 10 oder mehr Paare.

Mineralwasser oder auch „saurer Sprudel“

Spritzig, sanft perlend, medium oder still – alle diese Begriffe tauchen auf Mineralwasserflaschen auf und geben einen Hinweis darauf, wie sehr das Wasser gast. Die Begriffsvielfalt beginnt bereits bei der Bezeichnung dieses Getränkes. Neben Mineralwasser, Selterswasser und Sprudelwasser taucht speziell im süddeutschen Raum auch die Bezeichnung „saurer Sprudel“ auf. Diese Bezeichnung deutet einen Zusammenhang zwischen dem säuerlichen Geschmack und dem spritzigen Charakter des Getränks an. Das folgende Experiment untersucht diesen Zusammenhang.

Experiment

Fülle das Becherglas mit 50 mL Sprudelwasser, gib einen Rührfisch dazu und stelle es auf einen Magnetrührer. Befestige eine pH-Elektrode so an einem Stativ, dass der Kopf vollständig in das Sprudelwasser eintaucht, den Rührfisch aber nicht berührt.

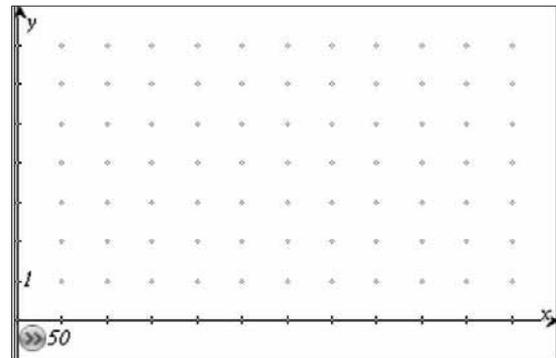
Bereite eine pH-Messung vor, bei der über 10 Minuten alle 5 Sekunden ein Messwert aufgenommen wird. Stelle nun den Magnetrührer auf volle Drehzahl. Warte etwa 20 Sekunden bis der pH-Sensor vollständig umspült ist und starte dann die Messung.



Auswertung

- 1 Notiere deine Beobachtungen.

- 2 Skizziere den Graphen in das nebenstehende Koordinatensystem und interpretiere die graphische Darstellung.



- 3 Wie hängt im „sauren Sprudel“ der Säuregehalt mit dem spritzigen Charakter zusammen?

- 4 Erkläre die Veränderung des pH-Wertes im Laufe des Versuches.

- 5* Wie verändert sich der pH-Wert des Sprudels, wenn man den Magnetrührer auf halbe Drehzahl stellt? Plane ein zweites Experiment und überprüfe deine Vermutung. Verwende dazu wiederum 50 mL desselben Sprudelwassers.

Mineralwasser oder auch „saurer Sprudel“ Lehrermaterial

Geräte

- Magnetrührer
- Rührfisch
- Becherglas (V = 80 mL)
- Stativ mit Klammer

- pH-Sensor

Chemikalien

- Handelsübliches Sprudelwasser

Einstellungen zur Datenaufnahme / Erfassungsmodus

- Zeitbasiert
- Intervall (Sekunden/Stichprobe): 5 Dauer (Sekunden): 600

Hinweise zur Versuchsdurchführung

Es ist darauf zu achten, dass beim Starten der Messung die Sensorspitze der pH-Elektrode bereits vollständig mit Sprudelwasser umspült ist.

Anstatt mit einer pH-Elektrode kann das Experiment auch mit Hilfe eines Leitfähigkeits-sensors durchgeführt werden. Die Leitfähigkeit der Lösung nimmt ab, da Hydronium- und Hydrogencarbonat-Ionen umgesetzt werden. Besonders überzeugend ist diese Variante, wenn mit Hilfe eines Wassersprudlers destilliertes Wasser mit Kohlenstoffdioxid versetzt und dieses Sprudelwasser dann für das Experiment verwendet wird. In diesem Fall ist die elektrische Leitfähigkeit der Lösung vollständig auf die Hydronium- und Hydrogencarbonat-Ionen zurückzuführen. Die Leitfähigkeit sinkt im Laufe der Zeit exponentiell gegen Null ab.

Mineralwasser oder auch „saurer Sprudel“ Lehrermaterial

Lernvoraussetzungen

Schülerinnen und Schüler

- kennen die Definition des pH-Wertes
- haben Kenntnisse über Gleichgewichtsreaktionen
- kennen das Kohlensäure-Hydrogencarbonat-Gleichgewicht

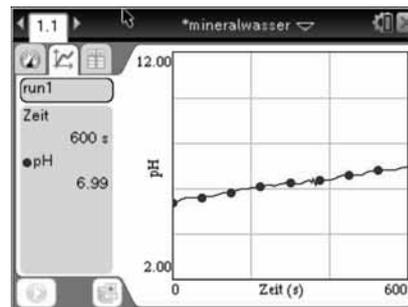
Empfehlungen zum Einsatz des Experimentes

Das vorgeschlagene Experiment ist geeignet für die Betrachtung von Gleichgewichtsreaktionen in der Carbonatchemie.

Lösungshinweise

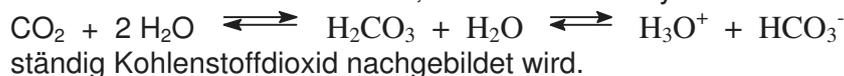
1 Nach dem Einschalten des Rührers ist sofort eine verstärkte Gasentwicklung zu beobachten, die im Verlauf des Experimentes abnimmt.

2 Der pH-Wert steigt im Verlauf des Experiments von etwa 5,6 auf 6,9 näherungsweise linear an (abhängig vom verwendeten Sprudelwasser und der Rührgeschwindigkeit).



3 Je stärker das Mineralwasser sprudelt, desto saurer ist es, da zu Beginn des Experiments bei starker Gasentwicklung der pH-Wert niedriger ist, als am Ende.

4 Das starke Rühren begünstigt das Entweichen von Kohlenstoffdioxid aus dem Mineralwasser. Dies führt dazu, dass durch das System



ständig Kohlenstoffdioxid nachgebildet wird.

Bei dieser Reaktion werden Hydronium-Ionen (H_3O^+) verbraucht, die für den sauren Charakter der Lösung verantwortlich sind. Dies erklärt den Anstieg des pH-Wertes.

5* Bei reduzierter Drehzahl des Magnetrührers entweicht in gleicher Zeit weniger Kohlenstoffdioxid, so dass der pH-Wert langsamer ansteigt. Der Graph im zweiten Experiment besitzt somit eine geringere Steigung.

Intensität einer Lichtquelle – Abhängigkeit von der Entfernung

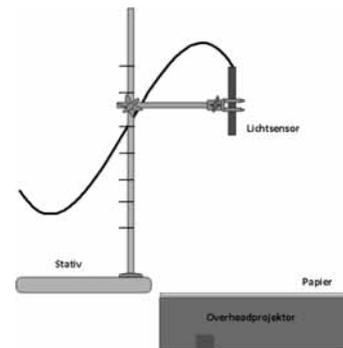
Physiker messen die Lichtstärke in „candela“, deutsch „Standardkerzen“. Die Sonne ist 2 Quadrilliarden candela, eine 60-W-Glühlampe 58 candela, eine Taschenlampe 5 candela und eine Kerze 1 candela hell.

Hast du dich mit Freunden schon einmal über Helligkeit unterhalten? Dabei ist euch bestimmt aufgefallen, wie schwierig es ist, Helligkeit auszudrücken. So hell wie die Sonne? So hell wie eine Kerze oder ein Glühwürmchen? Kann man die Begriffe „hell“ und „dunkel“ durch einen Messwert ersetzen?



Experiment

Markiere dir an einem Stativ Höhenlinien von 10 – 80 cm (aller 5 cm) über der Stativplatte. Befestige den Lichtsensor an diesem Stativ in einer Höhe von $h = 90$ cm. Bereite die Datenaufnahme mit dem Taschenrechner so vor, dass du den verschiedenen Höhen die jeweils gemessene Lichtstärke zuordnen kannst (Ereignisse mit Eintrag). Lege auf den Overheadprojektor ein weißes Blatt Papier (DIN A3) und positioniere das vorbereitete Stativ so, dass der Lichtsensor die Helligkeit der Lampe durch das weiße Papier misst.

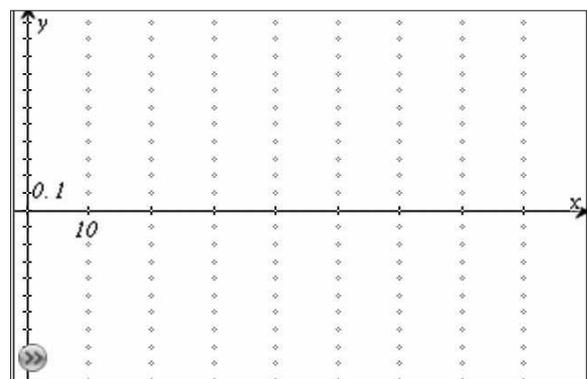


Nachdem du den Projektor eingeschaltet hast, kann die Messung gestartet werden. Nimm jeweils einen Messwert an den markierten Höhenlinien auf und ordne diesem die jeweilige Höhe zu.

Hinweis: Der Lichtsensor kann keine größere Lichtintensität als „1“ messen. Bei einem Abstand kleiner als 40 cm wird nur noch „1“ gemessen. Diesen Wert bitte nicht mehr aufnehmen.

Auswertung

- 1 Skizziere die aufgenommenen Messwerte in nebenstehenden Bildschirmausdruck. Interpretiere den Kurvenverlauf.



- 2* Ermittle anhand deiner Versuchsergebnisse, welche Gesetzmäßigkeit zwischen Lichtintensität (I) und Abstand von der Lichtquelle (r) vorliegt. Beschreibe deinen Lösungsweg und führe eine Fehlerdiskussion durch.

(1) $I \sim \frac{1}{r}$ (2) $I \sim r^2$ (3) $I \sim \frac{1}{r^2}$

- 3* Überprüfe die Gültigkeit der herausgefundenen Gesetzmäßigkeit in einem weiteren Experiment.

Intensität einer Lichtquelle – Abhängigkeit von der Entfernung Lehrermaterial

Geräte

- Arbeitsprojektor (Overhead, Polylux...)
- 1 Blatt weißes Papier DIN A3
- Stativ mit Muffe und Klemme
- Lineal (Zollstock, Maßband...)
- Folienstift
- Lichtsensor

Einstellungen zur Datenaufnahme / Erfassungsmodus

Ereignisse mit Eingabe

Hinweise zur Versuchsdurchführung

Das weiße Papier auf dem Arbeitsprojektor ist wichtig. Ohne Papier haben kleine Änderungen des Winkels (in dem der Lichtsensor gehalten wird) große Auswirkungen auf die gemessene Lichtstärke.

Jeder Arbeitsprojektor ist anders, es können sich unterschiedliche Abstände als optimal erweisen (z.B. 100 bis 50 cm statt 90 bis 40 cm)

Zum Experimentieren können z.B. auch Schreibtisch- oder Deckenlampen sowie Experimentierleuchten verwendet werden.

Zur Differenzierung kann nachfolgende Aufgabe 4 genutzt werden.

- 4* Das quadratische Abstandsgesetz gilt nicht nur für Licht, sondern für jede Art von Strahlung, z.B. radioaktive Strahlung.

Diskutiere ausgehend von deinen Versuchsergebnissen die Aussage des Betreibers eines Kernkraftwerkes:

„Im Abstand von 500 m zum Reaktor erreicht das Strahlungsniveau Werte, die der natürlichen (Umwelt-)Radioaktivität entsprechen.“

“Ab 1000 m vom Reaktor ist die zusätzliche Strahlenbelastung dann nur noch halb so groß wie die natürliche Radioaktivität.“

Intensität einer Lichtquelle – Abhängigkeit von der Entfernung

Lehrermaterial

Lernvoraussetzungen

Schülerinnen und Schüler

- haben Kenntnisse über proportionale Zusammenhänge

Empfehlungen zum Einsatz des Experimentes

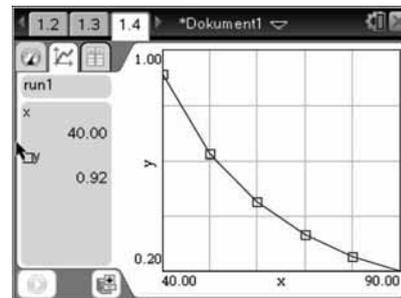
Das vorgeschlagene Experiment kann mit Schülern unterschiedlicher Jahrgangsstufen durchgeführt werden.

Für den Physikunterricht ist es insbesondere zur Einführung der SI-Einheit candela bzw. des Quadratischen Strahlungs-Abstands-Gesetzes geeignet.

Im Mathematikunterricht kann es im Lernbereich quadratischen Funktionen zur Auswertung reeller Daten durch z.B. die quadratische Regression genutzt werden.

Lösungshinweise

- 1 Mit zunehmendem Abstand von der Lichtquelle nimmt die Helligkeit und somit die Intensität des Lichtes ab.
Die Kurve entspricht einer Parabel.
- 2 Mit den aufgenommenen Messwerten lässt sich das quadratische Abstandsgesetz (3) bestätigen.



Mögliche Lösungswege:

- 1) Bei 10 cm ist die Intensität 0,89 (ohne Einheit) während sie bei 70 cm nur noch 0,03 (ohne Einheit) beträgt.
- 2) Überprüfung der Versuchsergebnisse durch Modellieren mit Funktionsmodellen:

$$I = \frac{1}{r}; \quad I = r^2; \quad = \frac{1}{r^2}; \quad I = r$$

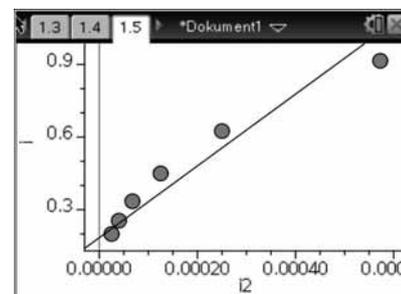
Quotientengleichheit liegt vor bei: $I \sim \frac{1}{r^2}$

		=1/(1/r)	=1/r^2	=1/(1/r^2)
1	90	0.202138	18.1924	0.000025
2	80	0.257146	20.5717	0.00004
3	70	0.336766	23.5736	0.000069
4	60	0.452626	27.1576	0.000126
5	50	0.625295	31.2647	0.00025

Online-Glossar:

[Listen und Formeln](#)

- 3) Graphische Darstellung der vier Funktionsmodelle.
Die Darstellung $I \sim \frac{1}{r^2}$ ergibt annähernd eine Gerade.



- 4* Die Aussage ist falsch. Im Abstand von 1000 m ist die zusätzliche Strahlenbelastung nur noch $\frac{1}{4}$ so groß wie die natürliche (Umwelt-)Radioaktivität.

Es gilt das quadratische Abstandsgesetz. Bei einer Verdopplung der Entfernung sinkt die Strahlungsintensität auf ein Viertel.

Welcher Wasserdruck wirkt auf einen Taucher?

Apnoetauchen, auch **Freitauchen** genannt, ist die älteste und ursprünglichste Form des Tauchens und ist Tauchen mit der eigenen Atemluft. Der Taucher atmet vor dem Abtauchen ein und benutzt nur diesen Luftvorrat.

Heutzutage wird Apnoetauchen als Freizeit- aber auch als Leistungs- oder Extremsport betrieben. Im Freizeitbereich geht es vor allem um die Erkundung der Unterwasserwelt und um die allgemeine Konditionierung für das Flaschentauchen. Im Leistungssport hingegen werden durch gezieltes Training immer längere Apnoezeiten oder Strecken- und Tiefenleistungen angestrebt.

Der Österreicher Herbert Nitsch ist der erfolgreichste Apnoetaucher aller Zeiten. Er war der erste Mensch, der ausschließlich mit eigener Kraft (Tiefentauchen mit konstantem Gewicht) über 100 m tief tauchte.



Experiment

Ermittle den Wasserdruck in Abhängigkeit von der Eintauchtiefe des Messfühlers.

Befülle den bereitgestellten Standzylinder mit Wasser. Befestige den zum Drucksensor gehörenden Plastikschlauch an einem langen Lineal oder Stab, an dem du vorher Höhenmarkierungen im Abstand von 5 cm angebracht hast. Bereite den Rechner zur Datenaufnahme so vor, dass du dem gemessenen Druck jeweils die Eintauchtiefe des Schlauches zuordnen kannst („Ereignis mit Eintrag“).

Tauche den Plastikschlauch bis zum Boden oder mindestens 25 cm in den mit Wasser gefüllten Standzylinder.

Nimm den ersten Messwert (Druck am Boden des Standzylinders) auf und ordne ihm die Eintauchtiefe des Plastikschlauches zu. Erfasse weitere Daten, indem du den Plastikschlauch jeweils 10 cm (oder 5 cm) aus dem Wasser ziehst und den Druck misst.



- 1 Notiere deine Messwerte in nebenstehenden Bildschirmausdruck.
- 2 Ermittle den aktuellen Luftdruck im Klassenzimmer. $p = \underline{\hspace{2cm}}$
- 3 Ermittle mit Hilfe des Rechners den absoluten Wasserdruck, indem du den Luftdruck vom jeweils gemessenen Druck subtrahierst.
Stelle den absoluten Wasserdruck in Abhängigkeit von der Eintauchtiefe graphisch dar.

Eintauch-
tiefe

gemessener
Druck

Aufgabe 3
gemessener Druck –
Luftdruck

	1.2	1.3	2.1
A	tiefe	druck	druckw
1			
2			
3			
4			
5			

- 4 Ergänze nachfolgenden Lückentext.

Der Wasserdruck nimmt um ___ kPa = ___ Bar pro cm zu.

Pro Meter Eintauchtiefe nimmt der Wasserdruck um ___ kPa = ___ Bar zu.

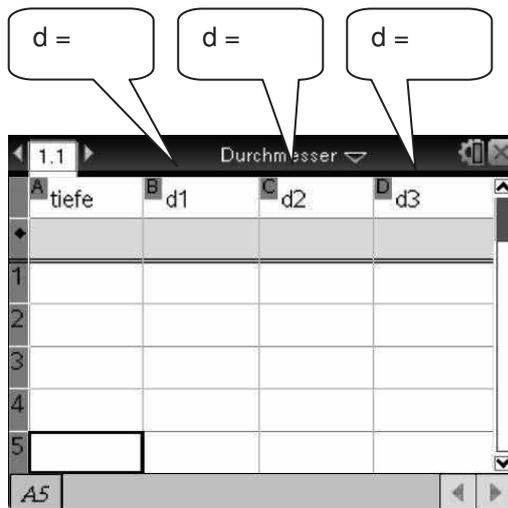
In 100 m Wassertiefe wirkt auf den Taucher daher etwa der ___ - fache Luftdruck.

- 5 Untersuche den Flüssigkeitsdruck in Abhängigkeit vom Durchmesser des Standzylinders oder von der Konzentration der verwendeten Salzlösung.

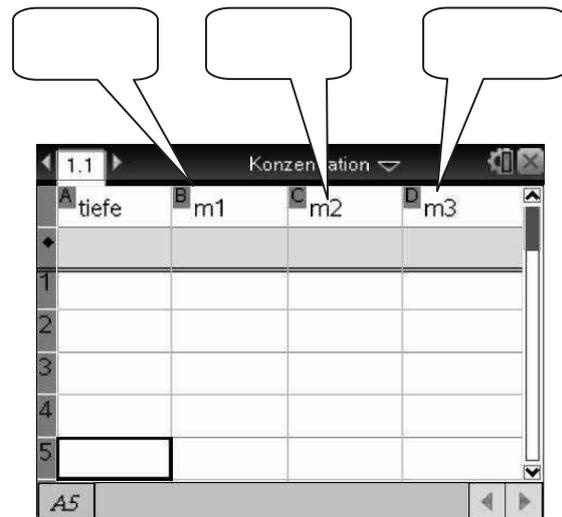
Führe dazu das oben beschriebene Experiment mit Standzylindern verschiedener Durchmesser oder mit Salzwasser unterschiedlicher Konzentration arbeitsteilig durch. Tausche die Messwerte aus und ergänze die nachfolgenden Bildschirmausdrucke.

Berechne in weiteren Spalten den Wasser oder Flüssigkeitsdruck wie in Aufgabe 3 beschrieben.

Standzylinder mit verschiedenen Durchmessern



Standzylinder mit gleichem Durchmesser aber verschiedenen Salzlösungen



d1, d2, d3 ... Messwerte für den jeweiligen Druck bei Standzylindern mit unterschiedlichen Durchmessern

m1, m2, m3 ... Messwerte für den jeweiligen Druck bei unterschiedlich konzentrierten Lösungen und Standzylindern mit gleichem Durchmesser

- 6 Ergänze nachfolgenden Text und unterstreiche die richtige Antwort.

Der Wasserdruck *hängt* / *hängt nicht* vom Durchmesser des Standzylinders ab.
 Das heißt der hydrostatische Druck *hängt* / *hängt nicht* von der Form des Gefäßes ab.
 Dieser Zusammenhang ist unter dem Begriff _____-Paradoxon bekannt.

Der hydrostatische Druck ist für Salzwasser *größer* / *kleiner* als für reines Wasser.
 Das heißt, dass der hydrostatische Druck proportional zur Dichte der Flüssigkeit ist.

- 7 Überprüfe die Güte deiner Messergebnisse mit Hilfe der Formel $p = h \cdot \rho \cdot g$ („Pascal’sches Gesetz“). Hierbei ist p der (hydrostatische) Druck, h die Höhe der Flüssigkeitssäule, ρ die Dichte der Flüssigkeit (in $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) und g die Erdbeschleunigung ($g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$). Beschreibe, welcher Zusammenhang zwischen der Steigung der linearen Funktion p(h) und den Koeffizienten der oben angeführten Gleichung besteht.

Welcher Wasserdruck wirkt auf einen Taucher? Lehrermaterial

Geräte

Teil 1

- hoher Standzylinder (z. B. $V = 1000 \text{ mL}$)
- Lineal oder Maßband
- (Kunststoff-) Stab (ca. 30-40 cm)
- etwas Wickeldraht

- Drucksensor

Teil 2

- hohe Standzylinder (z.B. $V = 1000 \text{ mL}$) mit verschiedenen Durchmessern
- Lineal oder Maßband
- (Kunststoff-) Stab (ca. 30-40 cm)
- etwas Wickeldraht
- Waage (Genauigkeit 0.1 g)

- Drucksensor

Materialien

Teil 1

- Wasser

Teil 2

- Wasser
- Kochsalz

Einstellungen zur Datenaufnahme

Ereignisse mit Eintrag

Hinweise zur Versuchsdurchführung

Der Schlauch des Drucksensors wird an einem Stab, der Höhenmarkierungen im Abstand von 5 cm enthält (oder an ein langes Lineal) befestigt. Für verschiedene Eintauchtiefen wie z. B. von 5 cm bis 25 cm werden Druckdaten erfasst.

Um die im Alltag gebräuchlichen Einheiten mbar oder bar für den Druck zu erhalten, müssen die gemessenen Werte (standardmäßig in kPa) umgerechnet werden. Es gilt: 1 bar = 100 kPa. Alternativ kann bei der Datenerfassung eine andere Druckeinheit vorgegeben werden.

Welcher Wasserdruck wirkt auf einen Taucher?

Lehrermaterial

Lernvoraussetzungen

Schülerinnen und Schüler

- haben Kenntnisse über die physikalische Größe Druck und können entsprechende Einheiten umrechnen
- können proportionale Zusammenhänge erkennen und über einfache mathematische Methoden wie dem Dreisatz Werte berechnen

Empfehlungen zum Einsatz des Experimentes

Das Experiment kann sowohl in der Mittelstufe als auch in der Oberstufe eingesetzt werden. Wenn Schülerinnen und Schüler den Funktionsbegriff noch nicht kennen, lassen sich die Fragen auch mit Hilfe von Schlussrechnungen aus den gemessenen Werten lösen.

Das Experiment ist auch für den fächerübergreifenden Unterricht Mathematik/Physik geeignet. Aus der mathematischen Perspektive liegt der Schwerpunkt auf der Interpretation der Steigung der Gerade. In der Oberstufe sollen die Schülerinnen und Schüler auch dazu angeleitet werden, den aus der Formel berechneten theoretischen Wert für den Flüssigkeitsdruck mit den tatsächlichen Messdaten zu vergleichen und zu analysieren, welche Messfehler eventuell zu Abweichungen führen könnten.

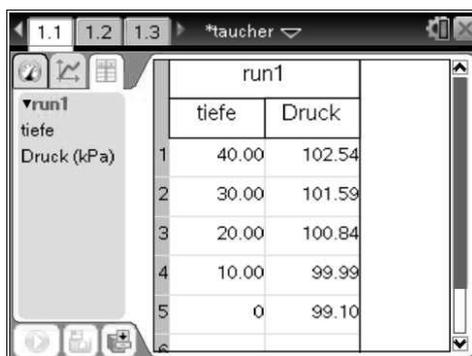
Methodisch lässt sich das Experiment gut als arbeitsteiliges Gruppenexperiment einsetzen. So kann einerseits die Abhängigkeit des Flüssigkeitsdrucks von der Dichte einer Flüssigkeit in verschiedenen Gruppen untersucht werden. Daraus lässt sich der Zusammenhang gewinnen, dass der Flüssigkeitsdruck in der gleichen Tiefe direkt proportional zur Dichte der Flüssigkeit ist. Andererseits lässt sich mit arbeitsteiligen Schülergruppenversuchen auch sehr effizient zeigen, dass der Druck in einer ruhenden Flüssigkeit nicht von der Form des Gefäßes abhängt, indem man z.B. Standzylinder mit verschiedenen Durchmesser oder z. B. auch andere Gefäße, wie Blumenvasen oder Ähnliches, verwendet.

Alternativ kann das Experiment auch mit Öl als Flüssigkeit durchgeführt werden. Dabei könnten die Schülerinnen und Schüler angeregt werden, den Druck in einer bestimmten Tiefe aus der Formel und der Dichte der Flüssigkeit zu berechnen und dann mit Hilfe der Messung zu überprüfen.

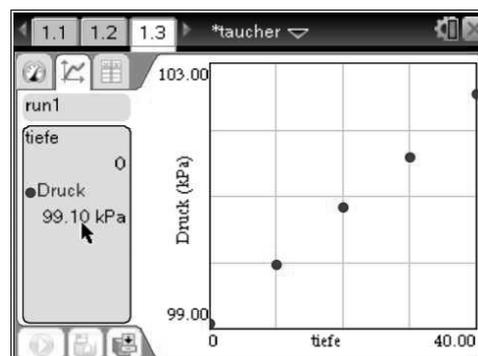
Lösungshinweise

Die nachfolgend angegebenen Werte beziehen sich auf eine spezielle Versuchsdurchführung.

1



	tiefe	Druck
1	40.00	102.54
2	30.00	101.59
3	20.00	100.84
4	10.00	99.99
5	0	99.10

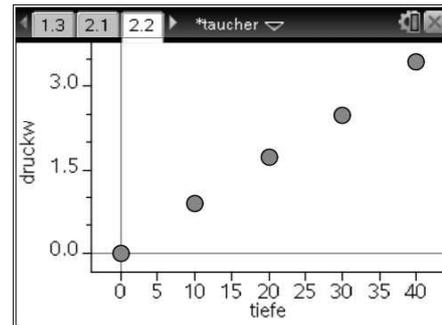


2 Aktueller Luftdruck p=

tiefe	druck	druckw
		=druck-b5
1	40.	102.54
2	30.	101.59
3	20.	100.84
4	10.	99.99
5	0	99.1

3 In der Liste „druckw“ wird mithilfe nachfolgender angegebenen Gleichung der absolute Wasserdruck berechnet: $\text{druck} - p$ (hier befindet sich der aktuelle Luftdruck in Zelle B5)

Online-Glossar:
 Formeln → eingeben
 Listen → graphisch darstellen



4 Die Datenauswertung kann nach unterschiedlichen Varianten erfolgen.

Variante 1

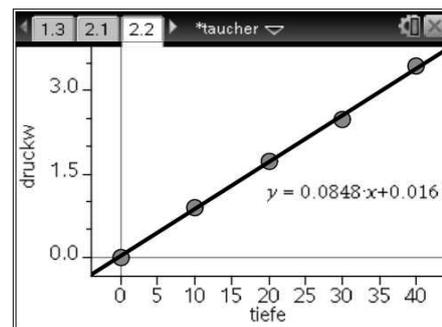
Die Schüler erkennen, dass eine direkte Proportionalität zwischen der Eintauchtiefe und dem absoluten Druck besteht.

Mithilfe des Dreisatzes können sie nun weitere Werte berechnen.

Variante 2

Nach Durchführung einer linearen Regression steht die Funktionsgleichung für weitere Berechnungen zur Verfügung.

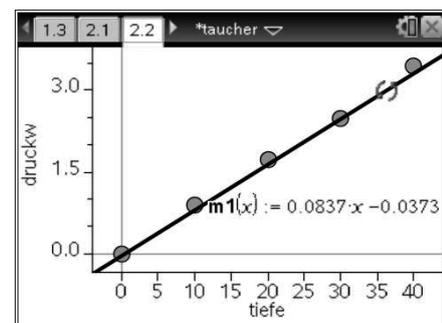
Online- Glossar:
 Regression → durchführen
 Gleichungen → lösen



Variante 3

Durch Hinzufügen einer verschiebbaren Geraden kann eine Funktionsgleichung für den proportionalen Zusammenhang ermittelt werden. Diese steht für weitere Berechnungen ebenfalls zur Verfügung.

Online- Glossar:
 Geraden



Der Wasserdruck nimmt um 0.1 kPa = 0.001 bar pro cm zu.

Pro Meter Eintauchtiefe nimmt der Wasserdruck um 10 kPa = 0.1 bar zu.

In 100 m Wassertiefe wirkt auf den Taucher daher etwa der 10-fache Luftdruck.

- 6 Der Wasserdruck hängt nicht vom Durchmesser des Standzylinders ab. Das heißt der hydrostatische Druck hängt nicht von der Form des Gefäßes ab. Dieser Zusammenhang ist unter dem Begriff hydrostatisches Paradoxon bekannt.
- Der hydrostatische Druck ist für Salzwasser größer als für reines Wasser. Das heißt, dass der hydrostatische Druck proportional zur Dichte der Flüssigkeit ist.
- 7 Das Pascal'sche Gesetz $p = h \cdot \rho \cdot g$ beschreibt die direkte Proportionalität zwischen den Größen h und p , d. h. das Schaubild der Funktion $p(h)$ stellt eine Gerade dar, die durch den Koordinatenursprung geht. Die Steigung der Geraden gibt an, um wie viel kPa sich der hydrostatische Druck sich pro cm Eintauchtiefe ändert.

Können Pflanzen schwitzen?

„Mann, ist das eine Hitze!“ stöhnt Tina Trichter. Pit nickt und stürzt seine kalte Cola runter. „Das tut gut. Leider nur für den Moment, gleich werde ich wieder schwitzen.“ Tinas Blick fällt auf den kleinen Blumentopf, der vor den beiden auf dem Tisch steht. Sie macht Pit auf das schon leicht vertrocknete Pflänzchen aufmerksam und bemerkt: „Na, der Pflanze tut die Hitze anscheinend auch nicht besonders gut. Was macht eigentlich eine Pflanze, wenn ihr zu warm wird? In den Schatten gehen fällt ja wohl aus.“

Pit behauptet, dass auch Pflanzen schwitzen. „Und das kühlt, wie ja jeder weiß!“

Überprüfe diese Behauptungen mit einem einfachen Experiment.



Experiment

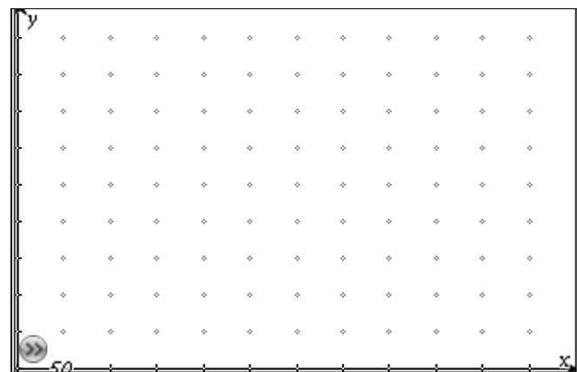
Bereite die Messgeräte für die Messung der relativen Luftfeuchtigkeit über einen Zeitraum von 10 Minuten im Abstand von jeweils 10 s vor.

Verpacke den Topf mit Hilfe der Aluminiumfolie so, dass **nur** der Pflanzenkörper herausragt. Stelle nun die kleine Topfpflanze in eine durchsichtige Plastiktüte (gut geeignet sind 10-L-Mülltüten mit Henkeln) und gib den Luftfeuchtigkeitssensor mit in die Tüte. Verknote die Henkel und starte die Messung.

Auswertung

- 1 Notiere deine Beobachtungen.

- 2 Skizziere den Graphen im nebenstehenden Diagramm.
Interpretiere die graphische Darstellung.



- 3* Gibt es Pflanzen, die weniger oder mehr schwitzen? Untersuche diese Frage durch weitere Experimente. Tausche gegebenenfalls Versuchsergebnisse mit deinem Nachbarn aus.

Stelle einen Zusammenhang zwischen der Art und Anzahl der Blätter und der Intensität der Wasserabgabe beim „Schwitzen“ her.

Können Pflanzen schwitzen? Lehrermaterial

Geräte

- Aluminiumfolie
- Plastiktüte (gut geeignet sind 10-L-Mülltüten mit Henkeln)
- Sensor Luftfeuchtigkeit
(Hinweis: Der ältere Luftfeuchtigkeits-sensor RH-DIN wird nicht erkannt, geeignet ist EZ-LINK.)

Chemikalien

- Topfpflanzen (z.B. Grünlilie, Kaktus, Usambaraveilchen, Katzensgras)
Die Gesamtblattfläche sollte vergleichbar sein.

Einstellungen zur Datenaufnahme / Erfassungsmodus

- Zeitbasiert
- Intervall (Sekunden/Stichprobe): 10 Dauer (Sekunden): 600

Hinweise zur Versuchsdurchführung

Beim Verknoten der Henkel ist darauf zu achten, dass neben der Zuführung des Sensorkabels keine großen Löcher auftreten, sondern dass die Tüte so gut wie möglich luftdicht verschlossen ist.

Lernvoraussetzungen

Schülerinnen und Schüler

- kennen Luftfeuchtigkeit als physikalische Größe
- haben Grundkenntnisse über den Bau der Pflanzen

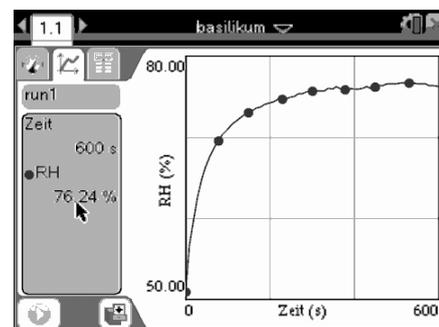
Empfehlungen zum Einsatz des Experimentes

Das vorgeschlagene Experiment kann mit Schülern unterschiedlicher Jahrgangsstufen durchgeführt werden. Bei der Untersuchung mehrerer Pflanzen sollten Messergebnisse ausgetauscht werden. Entsprechende Graphen können im Bildschirmausdruck (Aufgabe 2) gegebenenfalls ergänzt werden.

Lösungshinweise

1 Tüte beschlägt im Verlauf der Messung, Luftfeuchtigkeit steigt an

2 Bei der verwendeten Pflanze steigt Luftfeuchtigkeit innerhalb von 10 Minuten um ca. 20% an, dieser Anstieg lässt sich nur über eine Verdunstung durch den oberirdischen Pflanzenteil erklären, da der Boden als Verdunstungsquelle weitgehend ausgeschaltet wurde (Aluminiumfolie).



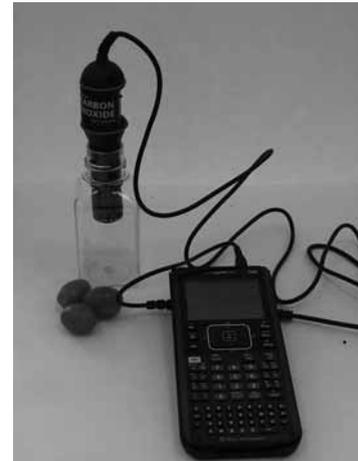
3* Je mehr Blätter eine Pflanze hat und je größer und dünner diese sind, desto mehr Wasser wird verdunstet. Ein genauer Vergleich ist nur möglich, wenn die Gesamtblattfläche verschiedener Pflanzen ungefähr gleich ist.

Tomaten atmen

Tina Trichter will Vegetarierin werden: „Ich werde nichts mehr essen was atmet.“ Pit Pipette lacht. „Was willst du dann essen? Pflanzen atmen genauso wie wir.“ Entsetzt schaut Tina auf die Tomate in ihrer Hand. „Tomaten atmen doch nicht?“

Überprüfe mit Hilfe eines Experiments, ob Tomaten tatsächlich atmen.

Hinweis: *Die Atmung ist ein Stoffwechselfvorgang, bei dem ein Lebewesen Sauerstoff aus der Umgebung aufnimmt, ihn verarbeitet und Kohlenstoffdioxid an die Umgebung abgibt.*

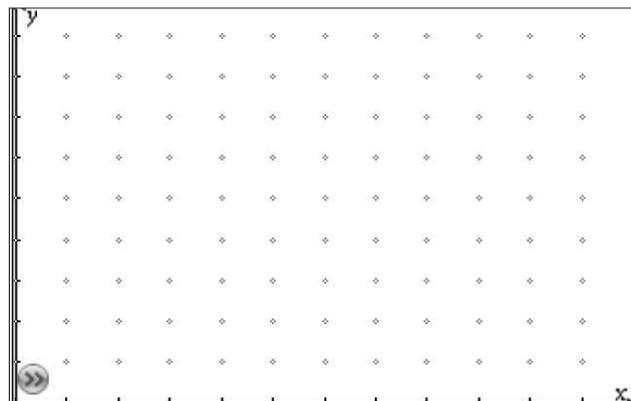


Experiment

Richte deinen Rechner so ein, dass alle 10 Sekunden über einen Zeitraum von 10 Minuten Messwerte aufgenommen werden. Schließe den Sensor an. Gib 3-4 kleine Tomaten in die Messkammer. Setze anschließend die Kohlenstoffdioxidsonde in die Messkammer. Der Messbereich am Sensor muss auf „LOW 0-10.000 ppm“ eingestellt sein. Starte die Messung, sobald das Gerät einen aktuellen Messwert anzeigt.

Auswertung

- 1 Skizziere den Graphen im nebenstehenden Bildschirmausdruck.



- 2 Beschreibe die Veränderung des Kohlenstoffdioxidgehaltes in der Messkammer.

- 3 Begründe, ob Tina oder Pit Recht hat.

Tomaten atmen Lehrermaterial

Geräte

- Kohlenstoffdioxidsonde mit Messkammer
(ersatzweise Erlenmeyerkolben mit weiter Öffnung)

Chemikalien

- einige kleine Tomaten, die in die Öffnung der Messkammer passen

Einstellungen zur Datenaufnahme / Erfassungsmodus

- Zeitbasiert
- Intervall (Sekunden/Stichprobe): 10 Dauer (Sekunden): 600

Hinweise zur Versuchsdurchführung

Es eignen sich auch andere Früchte- oder Gemüsesorten.
Die Messdauer kann den Anforderungen des Unterrichts (zur Verfügung stehende Zeit, Stationsdauer usw.) angepasst werden, sollte aber 5 Minuten nicht unterschreiten.

Lernvoraussetzungen

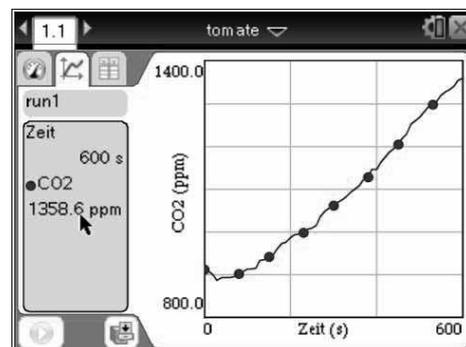
- Schülerinnen und Schüler
- kennen die Kennzeichen des Lebendigen
 - wissen, dass Lebewesen Stoffe aufnehmen, umwandeln und abgeben

Empfehlungen zum Einsatz des Experimentes

Das vorgeschlagene Experiment kann mit Schülern unterschiedlicher Jahrgangsstufen durchgeführt werden.
Es eignet sich als Bestandteil eines Stationsbetriebes.
(Stationsbetrieb „Stoffwechsel“: Autotrophe Ernährung bei Pflanzen, Heterotrophe Ernährung bei Tieren (Alles-, Pflanzen- und Fleischfresser), Heterotrophe Ernährung bei Pflanzen-Insectivoren, Energiegewinn durch Dissimilation – Tomaten atmen...)

Lösungshinweise

- 1/2 Bereits nach kurzer Zeit kann ein kontinuierlicher Anstieg des Kohlenstoffdioxidgehaltes in der Messkammer festgestellt werden.



- 3 Der Anstieg des Kohlenstoffdioxidgehaltes beweist, dass Tomaten im Rahmen ihrer Stoffwechselaktivität Kohlenstoffdioxid abgeben. Also hat Pit Recht. Tomaten (wie alle Pflanzen) atmen.

Schlechte Luft im Klassenzimmer

Mathematikunterricht – Tina Trichter wird immer müder, je länger der Unterricht dauert. Sie flüstert Pit Pipette zu: „Ich schlafe gleich ein.“ „du musst noch eine Weile durchhalten. Aber wir nehmen jetzt eine Frischluftdusche, dann bist du wieder fit!“ Tina wundert sich: „Frischluftdusche? Was ist das?“ Pit öffnet alle Fenster und sagt zu Tina: „Wir haben durch unsere Atmung viel Kohlenstoffdioxid in unserem Klassenraum angesammelt. Jetzt lassen wir die verbrauchte Luft hinaus. Wenn du nun tief durchatmest, geht es dir gleich besser.“

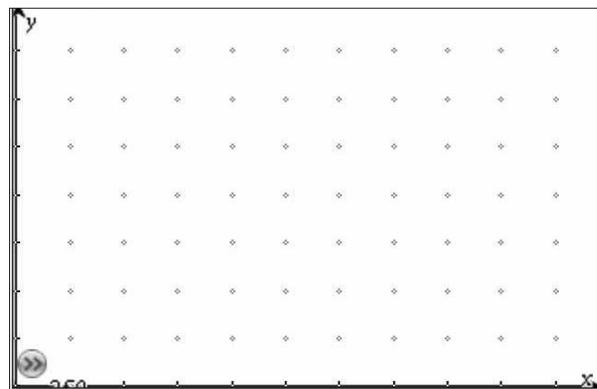


Experiment

Verwende den Kohlenstoffdioxid-Sensor und lass ihn für die Messung von einem Tisch so weit herunterhängen, dass er sich wenige Zentimeter über dem Boden befindet. Stelle die Messwerterfassung in deinem Rechner so ein, dass alle zehn Sekunden Messwerte über einen Zeitraum von 45 Minuten aufgenommen werden. Lüfte zu Beginn des Experimentes den Klassenraum, indem du für mindestens zwei Minuten alle Fenster weit öffnest. Dann schließe die Fenster und starte die Messung. Während der jetzt stattfindenden Unterrichtsstunde wird der Kohlenstoffdioxid-Gehalt der Raumluft gemessen. Öffne nach 40 Minuten, d.h. kurz vor Ende der Messung, erneut die Fenster zum Lüften.

Auswertung

- 1 Skizziere den Graphen für den Kohlenstoffdioxid-Gehalt der Raumluft im nebenstehenden Bildschirm-ausdruck. Interpretiere den Graphen.



- 2 Erkläre, was Pit mit der Frischluft-Dusche gemeint hat.

- 3* Eine zu hohe Kohlenstoffdioxid-Konzentration ist häufig Ursache für Müdigkeit, Konzentrationsmangel und Kopfschmerzen. Informiere dich, welchen Wert der Kohlenstoffdioxidgehalt in einem Raum nicht übersteigen sollte. Entwickle mit Hilfe der Informationen und deiner Messergebnisse einen Lüftungsplan für euer Klassenzimmer.

Schlechte Luft im Klassenzimmer Lehrermaterial

Geräte

- Kohlenstoffdioxidensor

Einstellungen zur Datenaufnahme / Erfassungsmodus

- Zeitbasiert
- Intervall (Sekunden/Stichprobe): 10 Dauer (Sekunden): 2700

Hinweise zur Versuchsdurchführung

Kohlenstoffdioxid ist schwerer als Luft, deshalb sollte der Sensor während der Messung ungefähr in einer Höhe von 10 bis 30 cm über dem Boden hängen.

Zur Lüftung des Raumes ist es sinnvoll, die Fensterflügel weit zu öffnen. Ein Kippen der Fenster, wie es in vielen Klassenräumen aus Sicherheitsgründen nur möglich ist, lässt keinen richtigen Luftaustausch zu.

Nach Möglichkeit sollte die Klassenzimmertür während der Messung geschlossen bleiben.

Bei der Einstellung der Messdauer ist darauf zu achten, dass die Messung innerhalb der zur Verfügung stehenden Zeit beendet wird. Das Lüften am Ende des Versuchs muss entsprechend vorher eingeleitet werden.

Steht ein TI-Nspire™ Lab Cradle zur Verfügung, können gleichzeitig der Kohlenstoffdioxidgehalt und die Zimmertemperatur gemessen werden.

Schlechte Luft im Klassenzimmer Lehrermaterial

Lernvoraussetzungen

Schülerinnen und Schüler

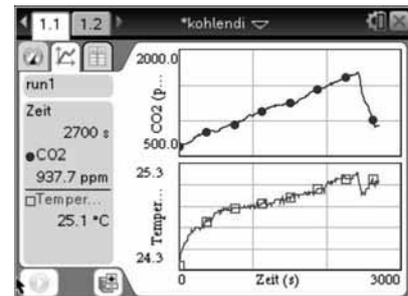
- kennen die Begriffe Luft, „schlechte“ oder „verbrauchte“ Luft, Atmung, Kohlenstoffdioxid, ppm und können diese zur Beschreibung der Atmung verwenden
- kennen Luft als Stoffgemisch
- führen eigenständig eine Recherche z.B. mit Hilfe des Internets durch

Empfehlungen zum Einsatz des Experimentes

Das vorgeschlagene Experiment kann mit jüngeren Schülern durchgeführt werden. Sie sollen die experimentelle Methode einüben und einfache Alltagsvorgänge naturwissenschaftlich korrekt erläutern lernen.

Lösungshinweise

- 1 Die CO₂-Konzentration nimmt von einem gegenüber der Außenluft erhöhten Wert (z.B. 600 - 800 ppm) kontinuierlich zu. Innerhalb von 40 Minuten steigt der Wert je nach Raumgröße, Anzahl der Personen im Raum und in Abhängigkeit von weiteren Parametern (undichte Fenster) deutlich an. Werte von 2000 oder sogar 3000 ppm sind zu erwarten. Mit Beginn des Lüftens nimmt der CO₂-Gehalt der Raumluft schnell wieder ab.



Die Abbildung zeigt eine Parallelmessung des Kohlenstoffdioxidanteils und der Zimmertemperatur.

Die Interpretation der Kurven sollte folgende Aspekte enthalten:

- Benennen der Messgrößen auf der Abszisse und der Ordinate
 - Beschreibung der Kohlenstoffdioxid-Kurve
 - Benutzung von Zahlenwerten bei der Beschreibung
- 2 Die Schülerinnen und Schüler nehmen bei der Atmung Sauerstoff auf und geben Kohlenstoffdioxid an die Raumluft ab, damit steigt die CO₂-Konzentration an. Beim Lüften strömt frische Luft von Außen in den Raum (Frischluft-Dusche) und verdrängt die verbrauchte Luft, so dass die Raumluftqualität wieder ansteigt.

- 3* Die DIN EN 13779 bewertet die Konzentrationen von CO₂ (über dem Gehalt in der Außenluft) für Innenräumen:

Hohe Raumluftqualität	< 400 ppm
Mittlere Raumluftqualität	400 - 600 ppm
Mäßige Raumluftqualität	600 - 1.000 ppm
Niedrige Raumluftqualität	> 1.000 ppm

Danach sollte eine Konzentration von 1000 ppm nicht überschritten werden. Anhand der Messwerte kann festgestellt werden, nach wie viel Minuten dieser Wert erreicht wird. Dieses Zeitintervall kann als zeitliches Maß zwischen zwei Lüftungsvorgängen genommen werden.

Zusatzinformation: Richtiges Lüften erfolgt durch weites Öffnen der Fenster. Bei einem Kippen der Fenster wird die Luft nicht richtig ausgetauscht.

Datenerfassung mit Vernier DataQuest™ Applikation Einführung

Auswahl der Datendarstellung

Messansicht
 aktuelle
 Messwerte
 werden
 dargestellt

Graphansicht
 Messwerte werden
 graphisch
 dargestellt

Tabellenansicht
 Messwerte werden in
 Tabellen dargestellt

**Anzeige der
 eingestellten
 Messmethode**



**Anzeige des aktuellen
 Messwertes und des
 angeschlossenen Sensors**
 In der Regel werden die
 angeschlossenen Sensoren
 automatisch erkannt.

**Starten einer
 Messung**
 Nach der Auswahl
 der Messmethode
 wird hier die
 Messung gestartet.

Speicher einer Messreihe
 Werden mehrere Messreihen nach-
 einander aufgenommen können diese
 jeweils gespeichert werden

Durch mehrmaliges Betätigen der Taste **[tab]** bzw. unter Nutzung des Touchpads kann innerhalb des Bildschirms gewechselt werden. Die Aktivierung der Icons erfolgt mittels **[Enter]**.

Spezielle Einstellungen vornehmen

Die Software ermöglicht u. a., den Erfassungsmodus einzustellen, Sensoren zu kalibrieren, Einheiten zu ändern und einen Nullpunkt zu definieren.

Alle Einstellungen können unter **menu** **1:Experiment** **[→]** und der Wahl der gewünschten Option vorgenommen werden



Speichern von Dokumenten

Dokumente mit z.B. mehreren Versuchsreihen können als Datei auf dem Rechner gespeichert werden.

[doc] **1:Datei** **[→]**



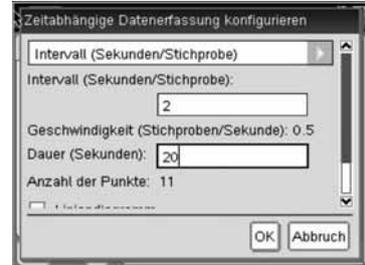
Datenerfassung "Zeitbasiert"

Mit diesem Erfassungsmodus können automatisch Messwerte über einen festgelegten Zeitraum erfasst werden.

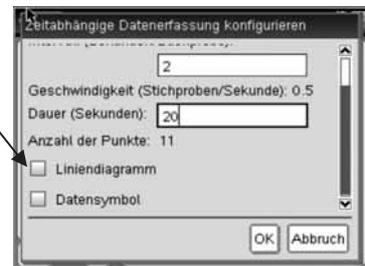
Beispiel:

Es sollen alle 2 Sekunden Messwerte über einen Zeitraum von 20 Sekunden aufgenommen werden.

menu 1:Experiment
 7:Erfassungsmodus
 1:Zeitbasiert



Wird dieser Befehl aktiviert, so verlängert sich die Datenaufnahme automatisch. Das Experiment muss dann manuell abgebrochen werden.

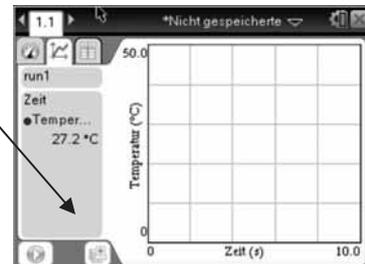


Datenerfassung starten

Der weiße Pfeil zeigt an, dass der Rechner zur Datenerfassung bereit ist. Nach Aktivierung des Icons startet die Messwerterfassung und es erscheint ein weißes Quadrat auf braunem Hintergrund. Nach dem Beenden der Messwerterfassung ist wieder der weiße Pfeil sichtbar.

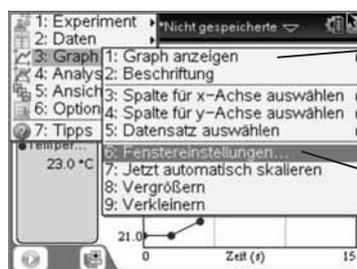
Datensatz speichern

Aufgenommene Daten werden durch Aktivierung des Icons gespeichert. Die Versuchsdurchführung erhält die Bezeichnung "run1" (siehe linker, oberer Bildschirmrand). Nach dem Speichern des Datensatzes kann mit einer neuen Messung begonnen werden "run2".

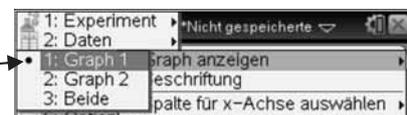


Koordinatensystem anpassen

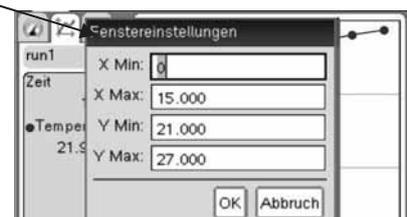
Zur optimalen Darstellung der aufgenommenen Messwerte kann das Koordinatensystem angepasst werden.



Auswahl der Graphen



Koordinatensystem anpassen



Datenerfassung "Ereignisse mit Eintrag"

Mit diesem Erfassungsmodus werden ausgewählte Messwerte aufgenommen. Diesen wird dann jeweils ein numerischer Wert durch den Nutzer zugeordnet.

Beispiel:

Es sollen 5 verschiedene Temperaturen nacheinander aufgenommen werden.

- 1: Experiment
- 7: Erfassungsmodus
- 2: Ereignisse mit Eingabe

Die "Ereignisse" werden auf der x- und die aufgenommenen Messwerte auf der y- Achse abgetragen.



Messung starten

Durch Betätigung des linken Icons (weißer Pfeil) wird die Messung gestartet. Solange das weiße Quadrat auf dem braunen Untergrund sichtbar ist, läuft eine Messung.



Messung beenden

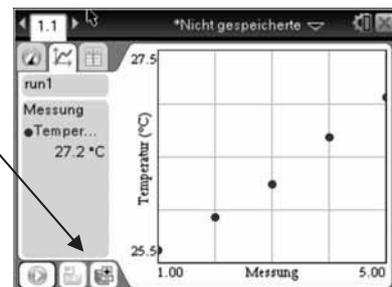
Die Erfassung wird durch Betätigung des Icons (weißes Quadrat auf braunem Untergrund) gestoppt. Es erscheint der weiße Pfeil.

Messung durchführen

Nach dem Starten der Messung, wird ein erster Messpunkt angezeigt. Durch das Betätigen des Icons (aktuellen Messwert beibehalten), wird dieser Messwert gespeichert. Es öffnet sich das oben abgebildete Fenster, sodass vom Experimentator ein Wert eingegeben werden kann. Die erste Messung ist abgeschlossen. Ein zweiter, dritter, .. Messwert wird durch Betätigen der Taste **Enter** aufgenommen. Das Fenster zur Eingabe des „Ereignisses“ öffnet sich jeweils automatisch.

Datensatz speichern

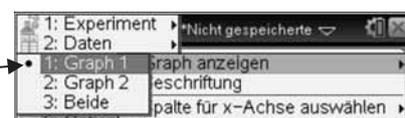
Aufgenommene Daten werden durch Aktivierung des Icons gespeichert. Die Versuchsdurchführung erhält die Bezeichnung "run1" (siehe linker, oberer Bildschirmrand). Nach dem Speichern des Datensatzes kann mit einer neuen Messung begonnen werden "run2".



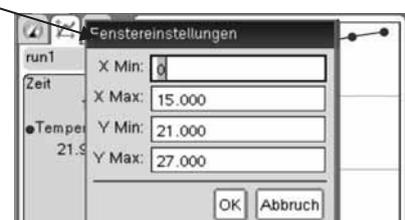
Zur optimalen Darstellung der aufgenommenen Messwerte kann das Koordinatensystem angepasst werden.

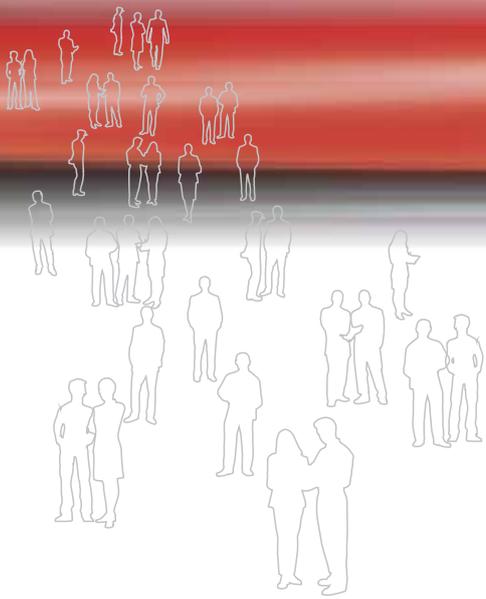


Auswahl der Graphen



Koordinatensystem anpassen





T³-NATURWISSENSCHAFTEN

Naturwissenschaftlichen Phänomenen auf der Spur

Experimente für den Naturwissenschaftlichen Unterricht



T³ DEUTSCHLAND
T³ ÖSTERREICH
T³ SCHWEIZ

www.t3deutschland.de
www.t3oesterreich.at
www.t3schweiz.ch



education.ti.com/deutschland
education.ti.com/oesterreich
education.ti.com/schweiz

Weitere Materialien finden Sie unter:
www.ti-unterrichtsmaterialien.net

ISBN 978-3-86877-16-2