

Experimente für den Sachunterricht Grundschule Klassen 3 und 4

Kopiervorlagen und Hinweise

Unterrichtsentwicklung Lernen 4.0 Individuelle Förderung Kompetenzraster Kompetenzorientierung
Service Dakora Publikationen Differenzierung Lernen Leseförderung Datenatlas Berufliche Schule
Qualitätsstandard Lernen Kommissionsarbeit Unterrichtsentwicklung LS Ländervergleich
Allgemein bildende Schulen Empirische Verfahren Lehrpläne Best Practice Unterrichtsmodule
Webshop LS Publikationen Niveaustufen Datenauswertung Operatoren Qualitätsrahmen Empirische Verfahren
Practice Selbstevaluation LS Individualisierung Lernstandserhebungen Handreichungen
server LS Qualitätssicherung Kompetenzraster Lernen Frühkindliche Bildung Bildungspläne
Sprachförderung Individualisierung LS Dakora Schulentwicklung Datenatlas Elementarbereich
enzierung Empirische Bildungsforschung Fremdevaluation Individualisierung Qualitätsentwicklung
ives Lernen Unterrichtsmodule Fremdevaluation Individualisierung Qualitätsentwicklung
n Berufliche Schulen Niveaustufen Selbstevaluation Qualitätsdokumentation Unterrichtsmaterialie

Redaktionelle Bearbeitung:

Redaktion:	Katja Kröner, LS Stuttgart
Autorinnen:	Katja Kröner, LS Stuttgart Susanne Ruof, Staatliches Seminar für Didaktik und Lehrerbildung (GS), Heilbronn Sibylle Wayand, Staatliches Seminar für Didaktik und Lehrerbildung (GS), Heilbronn Beate Manchen-Bürkle, Staatliches Seminar für Didaktik und Lehrerbildung (GS), Heilbronn
Layout:	Katja Kröner, LS Stuttgart
Grafiken:	Michaela Bautz, Heidelberg Mit freundlicher Genehmigung der Rechteinhaber Chemie-Verbände Baden-Württemberg. Grafiken entnommen aus: Chemie-Verbände Baden-Württemberg (Hrsg.) „Experimentieren. Forschen. Entdecken. Naturwissenschaftliche Versuche für die 3. und 4. Klasse“, Aquensis Verlag, Baden-Baden, 2017
Stand:	April 2017

Impressum:

Herausgeber: Landesinstitut für Schulentwicklung (LS)
Heilbronner Straße 172, 70191 Stuttgart
Telefon: 0711 6642-0
Telefax: 0711 6642-1099
E-Mail: poststelle@ls.kv.bwl.de
www.ls-bw.de

Druck und Vertrieb: Landesinstitut für Schulentwicklung (LS)
Heilbronner Straße 172, 70191 Stuttgart
Telefon: 0711 66 42-1200
www.ls-webshop.de

Urheberrecht: Inhalte dieses Heftes dürfen für unterrichtliche Zwecke in den Schulen und Hochschulen des Landes Baden-Württemberg vervielfältigt werden. Jede darüber hinausgehende fotomechanische oder anderweitig technisch mögliche Reproduktion ist nur mit Genehmigung des Herausgebers möglich. Soweit die vorliegende Publikation Nachdrucke enthält, wurden dafür nach bestem Wissen und Gewissen Lizenzen eingeholt. Die Urheberrechte der Copyrightinhaber werden ausdrücklich anerkannt. Sollten dennoch in einzelnen Fällen Urheberrechte nicht berücksichtigt worden sein, wenden Sie sich bitte an den Herausgeber. Bei weiteren Vervielfältigungen müssen die Rechte der Urheber beachtet bzw. deren Genehmigung eingeholt werden.

© Landesinstitut für Schulentwicklung, Stuttgart 2017

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	1
2	Bildungsplan 2016 für die Grundschule – Fach Sachunterricht	2
3	Allgemeine Informationen zum Experimentieren und Sicherheitshinweise	6
4	Experimente für die Klassen 3 und 4	11
4.1	Materialien	11
4.2	Liste verbindlicher Experimente des Bildungsplans	11
	Körper und Gesundheit	13
	(1) Experiment zur Funktion wesentlicher Körperteile	13
	(2) Experiment zu den Inhaltsstoffen in Nahrungsmitteln	17
	Tiere und Pflanzen in ihren Lebensräumen	22
	(3) Experiment zur Wärmeisolation bei Tieren	22
	Naturphänomene	25
	(4) Experimente zu den Zustandsformen des Wassers in Zusammenhang mit dem Wasserkreislauf	25
	(5) Experiment zum Lösen von Feststoffen in Wasser	28
	(6) Experiment zur Wasserversorgung	30
	(7) Experiment zur natürlichen und künstlichen Abwasserreinigung	32
	(8) Experiment zum Schwimmen und Sinken	35
	(9) Experimente zur Kerze	42
	(10) Experimente zu den Grundbedingungen für die Entstehung eines Feuers	46
	(11) Experiment zum einfachen Löschen von Feuer am Beispiel der Kerze bezogen auf das Verbrennungsdreieck	51
	Bauten und Konstruktionen	54
	(12) Experiment zu den Rolleigenschaften von Fahrzeugen	54
	Energie	57
	(13) Experiment zur Solarenergie, Wind- oder Wasserkraft als Antrieb	57
	(14) Experimente zum elektrischen Strom und dessen Wirkung	60
5	Wissenswertes auf Lernkarten	65
6	Anhang	69
6.1	Auswertung der Experimente	69
6.2	Materialliste	91
7	Quellen	97

Die Nummerierung der Experimente in dieser Handreichung entspricht der Nummerierung der Experimente im Bildungsplan.

In dieser Handreichung sind Experimente unter Berücksichtigung der Sicherheitsbestimmungen bei Drucklegung beschrieben.
Bei der Umsetzung im Unterricht sind die jeweils aktuell gültigen Sicherheitsvorschriften zu beachten und einzuhalten.

1 Vorwort

Der Bildungsplan 2016 für die Grundschule – Sachunterricht beinhaltet unter anderem eine Liste verbindlicher Experimente für die Klassen 3 und 4. Diese Experimente vermitteln methodische wie auch inhaltsbezogene Kompetenzen und sind daher ergänzend zu den beschriebenen Teilkompetenzen im Standard aufgeführt. Die konkrete Umsetzung ist dabei nicht festgelegt, so dass im jeweiligen Kontext verschiedene Experimente zum Kompetenzerwerb möglich sind.

In der vorliegenden Handreichung werden die Experimente des Bildungsplans beispielhaft konkretisiert. Die vorgeschlagenen Experimente sind in dieser Umsetzung nicht verbindlich, bilden jedoch die verbindlichen Experimente vollständig ab.

Zusammen mit altersgerecht aufbereiteten Kopiervorlagen in Form von Lernkarten für Schülerinnen und Schüler werden Bildungsplanbezug, spezifische Hinweise und Bestimmungen bezüglich Sicherheit, Auswertungen und weitere Informationen zu den einzelnen Experimenten zur Verfügung gestellt. Die Lernkarten können foliiert und in vorbereiteten Experimentiersets zur Verfügung gestellt werden. Entsprechende Arbeitsblätter für Schülerinnen und Schüler sind zum freien Download im Webshop des Landesinstituts unter www.ls-webshop.de abrufbar und können in Klassenstärke ergänzend ausgeteilt werden.

Eine beispielhaft erstellte Übersichtsliste enthält Vorschläge für eine Zusammenstellung von Materialien für den Sachunterricht an Grundschulen gemäß den in dieser Handreichung vorgestellten Experimenten. Die Liste kann zur Katalogisierung von Materialien verwendet werden.

Die Liste der verbindlichen Experimente des Bildungsplans ist in Kapitel 4 noch einmal aufgeführt. Die Nummerierung der Experimente im Bildungsplan stimmt mit der Nummerierung der vorgestellten Experimente in dieser Handreichung überein.

Allgemeine Informationen zum Bildungsplan 2016 sowie alle Bildungspläne für die Grundschule und Unterrichtshilfen sind unter www.bildungsplaene-bw.de abrufbar.

2 Bildungsplan 2016 für die Grundschule – Fach Sachunterricht

Der Bildungsplan im Fach Sachunterricht beinhaltet neben Leitgedanken zum Kompetenzerwerb, prozessbezogenen Kompetenzen und Standards für inhaltsbezogene Kompetenzen auch Erläuterungen zu Besonderheiten des Sachunterrichts, didaktische Hinweise und den Beitrag zu den Leitperspektiven.

Zusätzlich werden in den didaktischen Hinweisen „Unterrichtsprinzipien“ konkretisiert:

„Im Sachunterricht erwerben die Schülerinnen und Schüler Kompetenzen, die ihnen das Erforschen, Verstehen und Mitgestalten der Welt erleichtern. Lebensnähe und originale Begegnung, auch durch das Aufsuchen außerschulischer Lernorte und den Einbezug von Experten, sind dabei wichtige Prinzipien sachunterrichtlichen Lernens. Authentische eigene Erfahrungen sind Stütze und Bedingung des kindlichen Verstehens und ermöglichen eine Urteilsbildung. Mediatisiertes Wissen ergänzt gegebenenfalls die eigenen Erfahrungen. Der Sachunterricht orientiert sich konsequent am Kind, seinen Lernvoraussetzungen und Lebensbedingungen. Maßgeblich für sachunterrichtliche Lernarrangements sind Problem-, Handlungs- und Projektorientierung sowie entdecken-des Lernen. [...]“

(aus Bildungsplan 2016 Sachunterricht S. 8 f)

Zum „Verbindlichen Experimentieren“ werden folgende Informationen gegeben:

„Kinder erkunden die Welt durch Ausprobieren und machen dabei vielfältige Erfahrungen. Der Sachunterricht greift dies auf und öffnet den Schülerinnen und Schülern Räume zum Explorieren und Experimentieren. Um das Interesse an den Naturwissenschaften zu wecken, aber auch naturwissenschaftliches Denken zu fördern, werden eine Reihe verbindlicher Experimente, die methodische und inhaltsbezogene Kompetenzen vermitteln, vorgegeben. Beim Experimentieren in der Grundschule ist der Umgang mit Gefahrstoffen zu vermeiden.“

(aus Bildungsplan 2016 Sachunterricht S. 9)

Zum Thema Gefahrstoffe und zur Sicherheit im Unterricht sind in Kapitel 3 weiterführende Informationen zusammengestellt.

Im Bildungsplan Sachunterricht wird die folgende „Übersicht über das Fach Sachunterricht“ (für die Klassen 1 bis 4) abgebildet sowie die Liste der verbindlichen Experimente für die Klassen 3 und 4 aufgeführt (siehe nächstes Kapitel).

Sachunterricht					
Leitgedanken zum Kompetenzerwerb					
Prozessbezogene Kompetenzen Klassen 1 bis 4					
Welt erleben und wahrnehmen	Welt erkunden und verstehen	Kommunizieren und sich verständigen	In der Welt handeln – Welt gestalten	Reflektieren und sich positionieren	
Standards für inhaltsbezogene Kompetenzen	Klassen 1/2		Klassen 3/4		
	Demokratie und Gesellschaft				
	<ul style="list-style-type: none"> Leben in Gemeinschaft Arbeit und Konsum Kultur und Vielfalt 		<ul style="list-style-type: none"> Leben in Gemeinschaft Arbeit und Konsum Kultur und Vielfalt Politik und Zeitgeschehen 		
	Natur und Leben				
	<ul style="list-style-type: none"> Körper und Gesundheit Tiere und Pflanzen in ihren Lebensräumen 		<ul style="list-style-type: none"> Körper und Gesundheit Tiere und Pflanzen in ihren Lebensräumen 		
	Naturphänomene und Technik				
	<ul style="list-style-type: none"> Naturphänomene Materialien und ihre Eigenschaften Bauten und Konstruktionen 		<ul style="list-style-type: none"> Naturphänomene Materialien und ihre Eigenschaften Bauten und Konstruktionen Energie 		
	Raum und Mobilität				
	<ul style="list-style-type: none"> Orientierung im Raum Mobilität und Verkehr 		<ul style="list-style-type: none"> Orientierung im Raum Mobilität und Verkehr 		
	Zeit und Wandel				
<ul style="list-style-type: none"> Zeit und Zeitrhythmen Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft 		<ul style="list-style-type: none"> Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft Zeitzeugnisse, Zeitzeugen und Quellen 			
Experimente					
Bildung für nachhaltige Entwicklung	Bildung für Toleranz und Akzeptanz von Vielfalt	Prävention und Gesundheitsförderung	Berufliche Orientierung	Medienbildung	Verbraucherbildung
BNE	BTV	PG	BO	MB	VB
Allgemeine Leitperspektiven			Themenspezifische Leitperspektiven		
Leitperspektiven					

Abb. 1 Übersicht über das Fach Sachunterricht

Wie lernen Kinder im naturwissenschaftlichen Unterricht der Grundschule?

Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Grundschule ist es, dass „sich die Schülerinnen und Schüler ausgehend von eigenen Erfahrungen und auf der Grundlage überschaubarer, exemplarischer und für sie bedeutsamer Beispiele mit Fragen der belebten und unbelebten Natur und mit technischen Fragen auseinandersetzen. Mithilfe naturwissenschaftlicher Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen nehmen sie Naturphänomene und die Zusammenhänge zwischen ihnen wahr und können deren Bedeutung für die [...] Natur erkennen, deuten und verstehen.“

(aus Bildungsplan 2016 Sachunterricht S. 8)

Mit Hilfe des im Folgenden dargestellten Forscherkreises kann naturwissenschaftliches Lernen in sieben Schritten systematisch dargestellt werden. Die verbindlichen Experimente sollen dabei als Werkzeuge des naturwissenschaftlichen Arbeitens dienen und nicht als Rezepte abgearbeitet werden.

Unterstützt durch die vorliegende Handreichung kann dieses Ablaufschema auch zur unterrichtlichen Planung dienen, bei der die Experimente ebenfalls diesem naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess folgen.

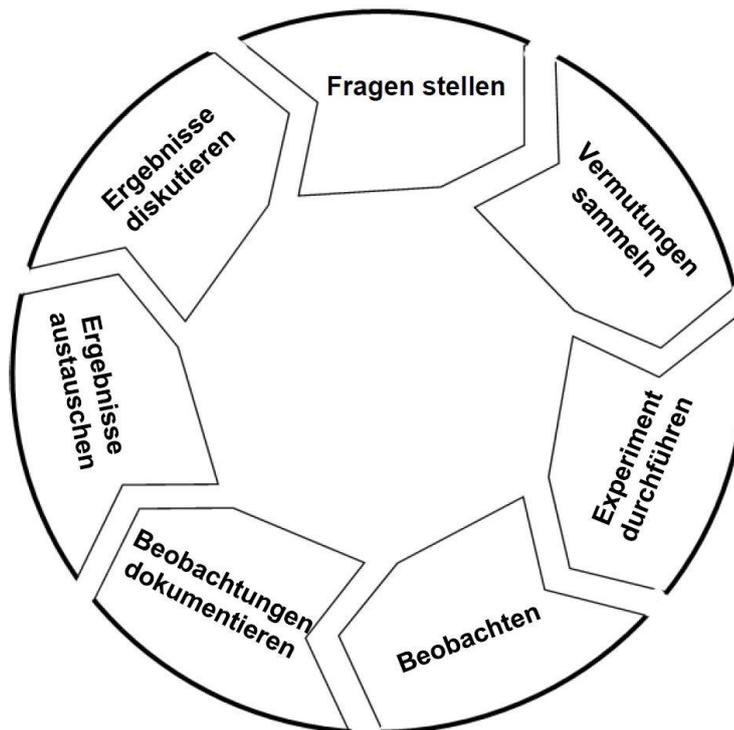


Abb. 2 Forscherkreis

Schritt 1: Fragen stellen „Was wollen wir herausfinden?“

Entdecken und Forschen beginnen immer mit einer Fragestellung. Es sollte deshalb ein Lernarrangement bereitgestellt werden, das bei Kindern eine Fragehaltung initiiert, die für sie von Bedeutung ist. Im Idealfall bringen die Schülerinnen und Schüler bedeutsame Fragen in den Unterricht

ein. Diese können jedoch, und das wird in den meisten Fällen so sein, auch von der Lehrkraft zum Beispiel durch Phänomene oder Experimente, die zum Staunen anregen, in den Unterricht eingebracht werden. Mögliche Fragestellungen zu den verbindlichen Experimenten befinden sich in den Kopiervorlagen der vorliegenden Handreichung.

Schritt 2: Vermutungen sammeln „Ich denke, ... Wie könnte die Frage untersucht werden?“

Nachdem die Schülerinnen und Schüler eine Frage gefunden haben, sollten sie die Gelegenheit erhalten, Vermutungen oder Ideen zu sammeln und festzuhalten. Dies können zum einen Ideen bezüglich der Fragestellung sein, aber auch schon erste Versuchsplanungen darstellen. Es geht darum, bei den Kindern ein erstes Grundverständnis für die Funktion von Vermutungen und somit eine Grundlage für den naturwissenschaftlichen Forschungsprozess anzubahnen.

Schritt 3: Experiment durchführen „Welches Material brauchen wir? Was muss ich tun?“

Die Schülerinnen und Schüler führen am besten im Team oder in Partnerarbeit das Experiment durch, um ihre Ideen oder Vermutungen zu bestätigen oder auch zu widerlegen. Beim angeleiteten Experimentieren, wie es in der vorliegenden Handreichung beschrieben ist, ist auf einer Experimentiervorlage vorgegeben, welche Materialien benötigt werden („Das brauchst du“) und wie die Durchführung des Experiments („So gehst du vor“) vor sich gehen soll. Beim freien Experimentieren planen die Kinder – unter Beratung der Lehrkraft – eigenständig, welche Materialien sie brauchen und wie sie vorgehen.

Schritt 4: Beobachten „Was ist passiert? Wie haben sich die „Dinge“ im Experiment verhalten?“

Das genaue Beobachten und aufmerksame Hinsehen ist eine wichtige Arbeitsweise des Forschens, die bei den Schülerinnen und Schülern in der Regel erst einmal geschult werden muss.

Schritt 5: Beobachtungen dokumentieren „Was haben wir beobachtet?“

Im Anfangsunterricht bietet es sich an, mit Abbildungen oder Symbolen zu arbeiten, die den Kindern die Dokumentation des Gesehenen erleichtern. Beispiele hierfür finden sich bei dem Experiment „Zähne als Kauwerkzeuge“ der vorliegenden Handreichung. Eine weitere Möglichkeit ist, die Beobachtungen mittels Zeichnungen der Kinder oder fotografisch zu dokumentieren.

Schritt 6: Ergebnisse austauschen „Was haben wir festgestellt?“

Experimentieren und Forschen endet nicht mit der Durchführung, sondern erfordert einen Austausch der Kinder untereinander über das Beobachtete und Festgestellte sowie erste Lösungen zur Ausgangsfrage. Gerade das Sprechen über komplexe Vorgänge, über Beobachtungen und Ergebnisse stellt einen unverzichtbaren Bestandteil der naturwissenschaftlichen Bildung im Anfangsunterricht dar. Die Rolle der Lehrkraft besteht in dieser Phase in der aktivierenden Gesprächsführung und Moderation des Austauschprozesses.

Schritt 7: Ergebnisse diskutieren „Was wissen wir nun? Welche Vermutungen stimmen? Haben sich neue Fragen ergeben?“

In dieser Phase geht es nicht um richtig oder falsch oder gar um fachwissenschaftliche Richtigkeit. Es geht darum, sich die Erkenntnisse bewusst zu machen, zu reflektieren und in Bezug zur Ausgangsfrage zu setzen. Aufgabe der Lehrkraft kann neben der reinen Moderation in dieser Phase auch darin bestehen, weiterführende fachliche Informationen einzubringen, die die Ergebnisse der Kinder ergänzen könnten. Es sollte jedoch darauf geachtet werden, dass „Erwachsenenerklärungen“, die die Schülerinnen und Schüler noch nicht verstehen können (wie zum Beispiel Erklärungen mittels des Teilchenmodells) vermieden werden.

Des Weiteren könnten sich in dieser Phase für die Kinder auch „neue“ Fragen auftun. Das heißt: Der Forscherkreis kann erneut beginnen.

3 Allgemeine Informationen zum Experimentieren und Sicherheitshinweise

Grundsätzlich müssen bei jedem Experiment Sicherheitsvorschriften beachtet werden. Dies gilt für Experimente, die von Lehrkräften durchgeführt werden und insbesondere auch für Experimente, welche Schülerinnen und Schüler selbst vornehmen.

Die verbindlichen Experimente des Bildungsplans weisen diese Sicherheitsvorschriften nicht explizit aus. Daher werden im Folgenden Hinweise und Hilfestellungen zur Informationsbeschaffung gegeben, so dass Grundschullehrkräfte darin unterstützt werden, die aktuell gültigen Sicherheitsvorschriften zu beachten und einzuhalten. Beachten Sie hierzu auch das Schreiben des Kultusministeriums zur Sicherheit an Grundschulen vom 12. April 2017 (abrufbar unter www.ls-bw.de/_Lde/Startseite/Service/grundschule).

Schritte vor dem Experimentieren mit Schülerinnen und Schülern:

Zur Vermeidung von Gefährdungen sollen folgende Schritte vorgenommen werden:

- **Informationsermittlung:**
Informieren Sie sich über das Produkt/Arbeitsmittel durch Herstellerhinweise auf dem Etikett oder durch mitgelieferte Bedienungsanleitungen und Sicherheitsdatenblätter.
- **Prüfung:**
Prüfen Sie, ob für das Produkt/Arbeitsmittel ein Tätigkeitsverbot oder eine Tätigkeitsbeschränkung für Grundschülerinnen und Grundschüler vorliegt.
- **Beurteilung:**
Beurteilen Sie, ob die Anwendung des Produkts/Arbeitsmittels wirklich nötig ist.
- **Substitution:**
Ergibt Ihre Beurteilung, dass das Produkt/Arbeitsmittel durch weniger gefährliche Produkte/Arbeitsmittel ersetzbar ist, so verwenden Sie das Ersatzprodukt/Ersatzarbeitsmittel.

In Arbeitsmitteln wie Klebstoffen oder Farben können Gefahrstoffe wie Lösungsmittel enthalten sein. Daher ist der Einsatz solcher Arbeitsmittel zu prüfen. Bei der Verwendung handelsüblicher Klebstoffe (Klebestifte, Bastelkleber, Alleskleber) sind bei der Verarbeitung die Herstellerhinweise zu beachten. Dabei sollten möglichst Klebstoffe auf Wasserbasis oder mit geringem Lösemittelanteil benutzt werden. Es ist darauf zu achten, dass möglichst wasserlösliche Farben und Lacke, die nur einen sehr geringen Anteil organischer Lösemittel enthalten, verwendet werden.

Informationen zu Gefahrstoffen wie z. B. das Erkennen von Gefahrstoffen wie Spiritus (Ethanol) oder Haushaltschemikalien sowie Farben und Klebstoffe sind speziell für Grundschulen in der Broschüre „Gefahrstoffe in Grundschulen und Kindertagesstätten“ der Unfallkasse Baden-Württemberg (siehe Kapitel 7 Quellen) zusammengestellt.

Zudem sind Informationen zu Gefahrstoffen sowie Tätigkeitsverbote für Grundschülerinnen und Grundschüler auf den Internetseiten des Landesinstituts für Schulentwicklung www.sicherheit-ls.de und auf dem Gefahrstoffportal des Kultusministeriums www.gefährstoffe-schule-bw.de (z. B. unter FAQ) abrufbar. Regelungen und Hinweise zum Umgang mit Gefahrstoffen sowie Tätigkeitsbeschränkungen und -verbote werden in den Regelwerken der Unfallkassen, u. a. „Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen“ und Stoffliste zur Regel „Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen“ zusammengefasst (siehe Kapitel 7 Quellen).

Im Bildungsplan Sachunterricht wird darauf hingewiesen, dass beim Experimentieren in der Grundschule der Umgang mit Gefahrstoffen zu vermeiden ist.

Die oben aufgeführten Schritte sollen am Beispiel des Gefahrstoffs Spiritus (Ethanol) konkretisiert werden.

Situation: Geplanter Einsatz von Spiritusbrennern für Schülerexperimente

- **Informationsermittlung:**

Auf dem Etikett der Spiritusflasche ist ein Gefahrensymbol oder Gefahrenpiktogramm abgebildet. Bei Spiritus handelt es sich demnach um einen Gefahrstoff.

- **Prüfung:**

In den oben genannten Informationsquellen ist ein Tätigkeitsverbot für Grundschülerinnen und Grundschüler aufgeführt.

- **Beurteilung:**

Schülerinnen und Schüler dürfen in der Grundschule nicht mit Spiritus arbeiten. Sowohl Spiritus selbst, als auch ein auf Spiritusbasis funktionierender Brenner zum Erhitzen von Stoffen kann also beim geplanten Experiment nicht eingesetzt werden.

- **Substitution:**

Stoffe können auch mit Teelichtern erhitzt werden. Diese enthalten keinen Gefahrstoff und reduzieren damit die Gefährdung. Die Durchführung wird auf diese Bedingungen angepasst.

Die beschriebenen Schritte sind Teil einer Beurteilung, welche vor Beginn des Experiments durchgeführt wird. Hilfestellungen hierzu werden ebenfalls in den oben genannten Informationsquellen gegeben.

Bevor die Schülerinnen und Schüler mit dem Experimentieren beginnen, wird eine Einweisung in das entsprechende Experiment durch die Lehrkraft vorgenommen. Hierbei werden mögliche Gefährdungen und richtige Verhaltensweisen angesprochen.

Bei den in dieser Handreichung aufgeführten Experimenten sind einige mögliche Gefährdungen aufgeführt.

Beachten Sie: Grundschülerinnen und Grundschüler verrichten nur Tätigkeiten mit geringer Gefährdung. Tätigkeiten mit entzündbaren Flüssigkeiten sind nicht erlaubt. Beispiele für Tätigkeiten mit geringer Gefährdung sind beispielsweise das Kleben von Materialien im Unterricht mit lösemittelhaltigen Klebstoffen in geringem Umfang (z. B. mit wenigen Klebstofftuben) oder das Verwenden von Dispersionsfarben (siehe Kapitel 7 Quellen).

Regeln für Schülerinnen und Schüler zum Durchführen von Experimenten

Beim selbständigen Experimentieren sammeln Grundschülerinnen und Grundschüler wertvolle Erfahrungen. Sie stellen unterschiedliche Alltagsphänomene in eigenen Experimenten nach, fragen, staunen und entwickeln eigene Erklärungsansätze. Um das Experimentieren sicher zu gestalten, sollen Schülerinnen und Schüler bereits im Grundschulalter richtige Verhaltensweisen beim Experimentieren erlernen. Daher sind Regeln zum sicheren Experimentieren wichtig.

Zu diesen Regeln gehören u. a.:

- Taschen und Jacken aufräumen
- Tische aufräumen
- lange Haare zusammen binden
- den Anweisungen und Erklärungen der Lehrkraft aufmerksam zuhören
- die Experimentieranleitungen genau lesen
- sicher Experimentieren durch Achten auf sich und andere
- nicht essen und nicht trinken während des Experiments
- Aufräumen des Tisches nach dem Experiment
- ggf. Händewaschen

Diese Regeln sollen in Form einer Sicherheitseinweisung durch die Lehrerinnen und Lehrer erfolgen und stetig eingeübt werden. Schülerinnen und Schüler können die Regeln auf einem Plakat veranschaulichen (in Wort und Bild), das dann im Klassenzimmer aufgehängt wird.

Regeln zum sicheren Experimentieren mit Feuer

Beim Experimentieren mit Teelichtern und Kerzen, also bei offener Flamme, werden mit den Schülerinnen und Schülern weitere wichtige Verhaltensweisen besprochen und eingeübt. Hier wird besondere Sorgfalt vermittelt, um ein sicheres Experimentieren zu gewährleisten. Mögliche Gefährdungen werden angesprochen, der richtige Umgang mit feuerfesten Unterlagen, Streichhölzern und Löschsand wird vorgeführt und eingeübt, Regeln zum sicheren Umgang mit Feuer werden eingehalten.

Zu diesen Regeln gehören u. a.:

- Teelichter und Kerzen nur auf feuerfesten Unterlagen verwenden
- an jedem Schülertisch einen kleinen Eimer mit Sand zum Löschen bereithalten
- Teelichter und Kerzen nur entzünden, wenn die Lehrkraft dies erlaubt hat
- Teelichter und Kerzen nur während des Experiments brennen lassen
- Teelichter und Kerzen umgehend löschen, wenn das Experiment beendet ist
- Teelichter und Kerzen nicht transportieren, wenn das Wachs noch heiß und flüssig ist
- Verschütten von heißem Wachs vermeiden, vor dem Aufräumen das Wachs zunächst abkühlen lassen
- kein Papier oder andere Gegenstände in die Flamme halten (nur wenn im Experiment verlangt)
- nur Materialien in die Flamme halten, welche durch die Lehrkraft ausgewählt wurden
- aufmerksam auf sich und die Mitschülerinnen und Mitschüler achten (Haare, Bänder, Ärmel, Halstücher, Halsketten usw.)

Schülerinnen und Schüler arbeiten mit Teelichtern oder Kerzen. Der Einsatz von Spiritus in Schülerexperimenten ist nicht erlaubt. Für Spiritus- und Gasbrenner besteht ein Beschäftigungsverbot für Grundschülerinnen und Grundschüler einschließlich bis Klassenstufe 4. Dies gilt auch für Brennpasten, die auf Spiritusbasis hergestellt werden.

Sicherheit beim Umgang mit Werkzeugen, Geräten und elektrischem Strom

Werkzeuge und Geräte sind dem Alter der Schülerinnen und Schüler gemäß auszuwählen und einzusetzen, es sind entsprechende Tätigkeitsverbote zu beachten. Ein Einsatz von elektrischen Geräten, Werkzeugen und Maschinen ist beim selbständigen Experimentieren in der Grundschule nicht vorgesehen. Bei Schülerexperimenten zum elektrischen Strom kommen lediglich Batterien (z. B. Flachbatterien mit 4,5 V oder Blockbatterien mit 9 V) zum Einsatz. In dieser Handreichung werden Flachbatterien verwendet. Elektrische Geräte, die an die Stromversorgung angeschlossen werden (z. B. Haarfön, Heißklebepistole, Handrührgerät, Handmixer oder Kochplatte), werden bei Experimenten und fachpraktischen Arbeiten nur von Lehrkräften verwendet.

Weisen Sie Schülerinnen und Schüler in den richtigen Umgang mit Geräten wie Messer, Vorstecher, Reißzwecken usw. ein. Mögliche Gefährdungen werden angesprochen und richtige Verhaltensweisen eingeübt.

Sicherheit beim Umgang mit elektrischem Strom (Batterien)

Bei Batterien ist vor dem Experimentieren zu prüfen bzw. sicherzustellen, dass sich keine Batterie-säure an den Batterien befindet (erkennbar zum Beispiel an Kristallbildung auf der Batterie). Bei der Aufbewahrung der Batterien ist darauf achten, dass diese so aufrecht gestellt werden, dass die Pole sich nicht berühren (Entladung). Achten Sie bei der Entsorgung darauf, dass die Batterien über die Sammelstellen dem Sondermüll zugeführt werden.

Weitere Hinweise für Lehrerinnen und Lehrer:

- Im Unterrichtsraum sollten Jacken und Taschen so verstaut werden, dass ein Stolpern vermieden wird. Jacken und Taschen entweder unter den Tischen verstauen oder an einer Wand so platzieren, dass Fluchtwege in jedem Fall frei bleiben.
- Die Tische werden frei geräumt von nicht benötigten Unterrichtsmaterialien. Ein freier Tisch unterstützt die Konzentration auf das Experiment bzw. auf die Durchführungsvorschrift. Zudem werden beim Experimentieren mit Kerzen oder Teelichten, also bei offener Flamme, weitere Unfallmöglichkeiten beseitigt. Stifte und Schreibpapier können während der Experimente verwendet werden. Beim Experimentieren mit Kerzen oder Teelichten, also bei offener Flamme, verwenden Sie feuerfeste Unterlagen.
- Glasbruch kann zu Verletzungen wie Schnittwunden oder zu umherfliegenden Glassplittern führen. Verwenden Sie daher möglichst bruchsichere Gefäße und Behältnisse (Plastikbecher, Plastikwannen). Wenn Glasgefäße wie Marmeladengläser oder Einmachgläser für das Experiment nötig sind, weisen Sie die Schülerinnen und Schüler auf den achtsamen Umgang hin und geben Sie Hinweise zum richtigen Verhalten, falls Glas zerbricht oder splittert. Gebrochenes Glas, Glasscherben und -splitter müssen der Lehrkraft gemeldet und nur von dieser beseitigt werden. Achten Sie bei der Entsorgung darauf, dass das Reinigungspersonal nicht gefährdet wird. Geben Sie Glasbruch zur Entsorgung in einen gesonderten Behälter.
- Die Verwendung von Quecksilberthermometern durch Schülerinnen und Schüler ist nicht erlaubt. Achten Sie auf den Einsatz weniger gefährlicher Thermometer (z. B. Alkoholthermometer oder Digitalthermometer). Weisen Sie die Schülerinnen und Schüler in den richtigen Umgang mit Thermometern ein. Grundsätzlich ist auf die Verwendung von Quecksilberthermometern auch durch die Lehrkraft im Grundschulunterricht zu verzichten.
- Sekundenkleber ist aufgrund der Verklebungsgefahr von Fingern und Händen sowie der Gefahr bei Augen- und Hautkontakt für Grundschülerinnen und Grundschüler nicht erlaubt.
- Schülerinnen und Schüler in der Grundschule dürfen nicht mit Heißklebepistolen (auch nicht mit sogenannten Niedrigheißklebepistolen) arbeiten. Verletzungen durch Schmelzklebstoffe können schwere Verbrennungen verursachen. Bei der hohen Verarbeitungstemperatur haftet der Klebstoff sofort auf der Haut und lässt sich nicht abwischen.
- Beachten Sie hierzu auch das Schreiben des Kultusministeriums zur Sicherheit an Grundschulen vom 12. April 2017 (abrufbar unter www.ls-bw.de/Lde/Startseite/Service/grundschule).

4 Experimente für die Klassen 3 und 4

Im Folgenden werden Vorschläge zur Umsetzung der geforderten Experimente des Bildungsplans vorgestellt.

4.1 Materialien

Zu den Kopiervorlagen der vorgestellten Experimente werden jeweils der Bildungsplanbezug sowie eine Zusammenstellung von Materialien und Sicherheitshinweisen angegeben. Die Nummerierung der Experimente in dieser Handreichung entspricht der Nummerierung in den Bildungsplanbezügen. Beschreibungen zu den Experimenten sowie kurze Erklärungen sind im Anhang aufgeführt.

4.2 Liste verbindlicher Experimente des Bildungsplans

Die im Bildungsplan Sachunterricht aufgeführte Liste der verbindlichen Experimente für die Klassen 3 und 4 wird hier noch einmal beigefügt.

Körper und Gesundheit

- (1) mindestens ein Experiment zur Funktion wesentlicher Körperteile (zum Beispiel Gelenke, Wirbelsäule)
- (2) mindestens ein Experiment zu den Inhaltsstoffen in Nahrungsmitteln (zum Beispiel Stärkegewinnung aus Kartoffeln, Flüssigkeitsbestimmung in Gurken, Fettnachweis mit der Fettfleckprobe in verschiedenen Nahrungsmitteln)

Tiere und Pflanzen in ihren Lebensräumen

- (3) mindestens ein Experiment zur Wärmeisolation bei Tieren (Überwinterung)

Naturphänomene

- (4) Experimente zu den Zustandsformen des Wassers in Zusammenhang mit dem Wasserkreislauf (Schmelzen, Verdunsten, Verdampfen, Kondensieren, Gefrieren)
- (5) mindestens ein Experiment zum Lösen von Feststoffen in Wasser (Zucker und Salz in Wasser lösen)
- (6) mindestens ein Experiment zur Wasserversorgung (Prinzip der verbundenen Röhren)
- (7) mindestens jeweils ein Experiment zur natürlichen und künstlichen Abwasserreinigung (zum Beispiel Wasserdurchlässigkeit verschiedener Bodenarten, Absetz- und Filtrierversuche)
- (8) Experimente zum Schwimmen und Sinken (Auftrieb und Verdrängung)
- (9) Experimente zur Kerze (zum Beispiel zu den Kerzenzonen, der Saugfähigkeit des Dochtes)
- (10) Experimente zu den Grundbedingungen für die Entstehung eines Feuers (vereinfachtes Verbrennungsdreieck: Einfluss der Luft auf die Verbrennung, Brennbarkeit verschiedener Materialien, Temperatur)

- (11) mindestens ein Experiment zum einfachen Löschen von Feuer am Beispiel der Kerze bezogen auf das Verbrennungsdreieck

Bauten und Konstruktionen

- (12) mindestens ein Experiment zu den Rolleigenschaften von Fahrzeugen (zum Beispiel Ausführung der Räder und Achsen)

Energie

- (13) mindestens ein Experiment zur Solarenergie, Wind- oder Wasserkraft als Antrieb
- (14) Experimente zum elektrischen Strom (elektrische Leitfähigkeit verschiedener Materialien) und dessen Wirkungen (Wärme, Licht, Bewegung)

Körper und Gesundheit

(1) Experiment zur Funktion wesentlicher Körperteile

Bezug zum Bildungsplan	Denkanstöße	Teilkompetenzen
	<p>Wie werden – wissend um Grenzen schulischer Gesundheitsbildung – gesundheitsförderliche Faktoren im Schulalltag dauerhaft und verlässlich verankert?</p> <p>Mithilfe welcher Möglichkeiten erleben und erproben die Kinder körperbezogene Zusammenhänge zwischen Form und Funktion?</p> <p>Wie können Kinder an Erste-Hilfe- und Unfallverhütungsmaßnahmen herangeführt werden (zum Beispiel Juniorhelferprogramm)?</p>	<p>(2) ausgewählte Körperteile beschreiben sowie deren Funktion in Bezug auf Bewegung erkunden (zum Beispiel Wirbelsäule und Gelenke);</p> <p>mindestens ein Experiment zur Funktion wesentlicher Körperteile (zum Beispiel Gelenke, Wirbelsäule)</p>

Experiment zur Funktion wesentlicher Körperteile	Materialliste	Sicherheitshinweis
	<p><u>Gelenke</u></p> <p>Lange Pappröhren (ca. 40 cm), z. B. Versandrohr/Post</p> <p><u>Wirbelsäule</u></p> <p>Je 15 Holzscheiben mit Loch (z. B. Holzräder mit einer Dicke von etwa 1,5 cm und einer Bohrung von 8 mm), je 5 Schaumstoffscheiben mit Loch (gleiche Größe wie die Holzscheiben), dünner Plastikschlauch (je ca. 50 cm), Verschlussclips (Klammer für Plastiktüten), Holzleim</p> <p><u>Hinweis:</u> Die Vorbereitung der Holzscheiben (jeweils 3 Holzscheiben mit Holzleim zusammenkleben) erfolgt einen Tag vorher entweder durch die Lehrkraft oder die Schülerinnen und Schüler.</p>	<p>ohne</p> <p>Die Schaumstoffscheiben werden von der Lehrkraft zugeschnitten und die Holzscheiben fertig zur Verfügung gestellt. Das Material für die Modelle verbleibt in der Schule, wird also den Schülerinnen und Schülern nicht mit nachhause gegeben.</p>

Gelenke

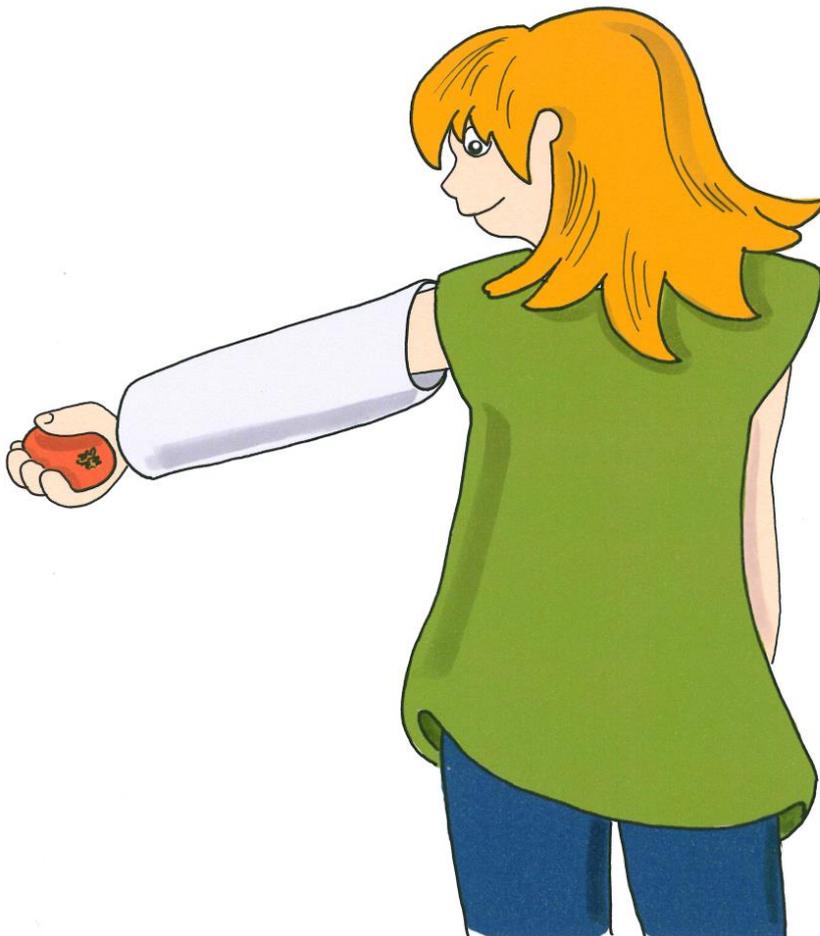
Frage: Wozu brauchen wir Gelenke?

Das braucht ihr: 1 langes Rohr aus Pappe
1 Apfel

So geht ihr vor: Legt den Apfel auf den Tisch.
Schiebt einen Arm durch die Pappröhre.
Die Hand soll nicht in der Pappröhre sein.
Greift mit der Hand den Apfel.

Versucht nun vom Apfel abzubeißen.

Was könnt ihr beobachten?



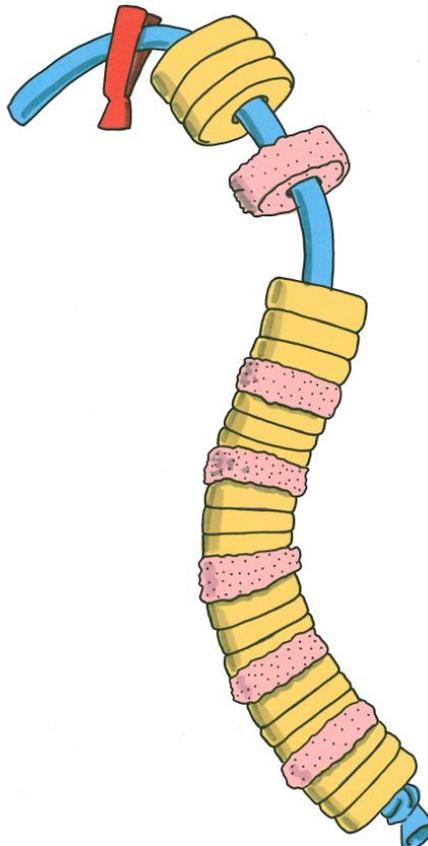
Wirbelsäule

Frage: Warum ist die Wirbelsäule biegsam?

Das braucht ihr: 5 Scheiben aus Schaumstoff mit Loch
15 Holzscheiben mit Loch
Holzleim
1 Plastikschauch
1 Verschluss

So bereitet ihr vor: Basteln des Wirbelsäulenmodells:
Schaut euch das Bild zum Basteln des Modells genau an.
Klebt jeweils 3 Holzscheiben mit Holzleim aufeinander.
Diese Vorbereitung erfolgt bereits am Vortag.

Baut das Modell der Wirbelsäule zusammen:
Macht an das eine Ende des Schlauchs einen Knoten.
Fädelt nun drei Holzscheiben auf.
Fädelt dann eine Scheibe aus Schaumstoff auf.
Wechselt nun ab:
drei zusammengeklebte Holzscheiben, eine Scheibe aus
Schaumstoff.
Verschließt am Ende mit dem Verschluss.



So geht ihr vor:

Schaut euch das Wirbelsäulenmodell genau an.

Welches sind im Modell die Wirbel?

Welches sind die Bandscheiben?

Beugt euren Oberkörper nach vorne, nach hinten und zur Seite.

Nehmt dann das Wirbelsäulenmodell und versucht, es zu biegen.

Bewegt das Wirbelsäulenmodell in verschiedene Richtungen.

Beobachtet.

Was passiert mit den Wirbelknochen und mit den Bandscheiben?

Nehmt die Scheiben aus Schaumstoff heraus und fädelt nur die
Holzscheiben auf.

Befestigt wieder mit dem Verschluss.

Versucht, das Modell zu bewegen.

Was stellt ihr fest?

(2) Experiment zu den Inhaltsstoffen in Nahrungsmitteln

Bezug zum Bildungsplan	Denkanstöße	Teilkompetenzen
	<p>Wie ordnen die Kinder Nahrungsmittel (zum Beispiel Obst- und Gemüsesorten)?</p> <p>Wie bereichern unterschiedliche Ernährungsstile das Schulleben?</p> <p>Wie kann man den Kindern das Wissen um und die Freude an gesundheitsbewusstem und genussorientiertem Essen und Trinken nahe bringen?</p> <p>Welche außerschulischen Partnerinnen und Partner werden für die Ernährungsbildung herangezogen?</p>	<p>(3) Nahrungsmittel kriterienbezogen ordnen und deren Inhaltsstoffe untersuchen; mindestens ein Experiment zu den Inhaltsstoffen in Nahrungsmitteln (zum Beispiel Stärkegewinnung aus Kartoffeln, Flüssigkeitsbestimmung in Gurken, Fettnachweis mit der Fettfleckprobe in verschiedenen Nahrungsmitteln)</p>

Experiment zu den Inhaltsstoffen in Nahrungsmitteln	Materialliste	Sicherheitshinweis
	<p><u>Stärkegewinnung aus Kartoffeln</u></p> <p>Rohe Kartoffeln, Kartoffelschäler, Küchenreibe, Schüsseln, Plastikbecher, Geschirrtuch, Päckchen Kartoffelstärke</p>	<p>Im Experiment wird keine Iod-Tinktur aus der Apotheke verwendet, da manche Hersteller diese als Gefahrstoffe einstufen.</p> <p>Nach Möglichkeit werden Plastikbecher oder andere bruch sichere Behältnisse eingesetzt. Hinweise auf das richtige Verhalten bei Glasbruch werden vermittelt, das Entsorgen von Glasscherben wird von der Lehrkraft vorgenommen.</p>
	<p><u>Flüssigkeitsbestimmung in Gurken</u></p> <p>Gurke, Gurkenschäler, Küchenreibe, Schüssel, Küchensieb, Löffel, Glas oder Becher, Messbecher, Küchenwaage, Geschirrtuch</p>	
	<p><u>Fettnachweis mit der Fettfleckprobe in verschiedenen Nahrungsmitteln</u></p> <p>Schneidebrett, Schere, Messer, Pipette, Filterpapiere, verschiedene Nahrungsmittel: Kartoffel, Käse, Gurke, Brot, Schokolade, Apfelsaft, Sahne, Avocado</p>	<p>Die sichere Verwendung der Küchenreibe wird erklärt.</p>
	<p>Im Experiment werden keine Lösungsmittel für Fett verwendet, da diese als Gefahrstoffe eingestuft sein können.</p>	

Stärke in Kartoffeln

Frage: Was steckt in einer Kartoffel?

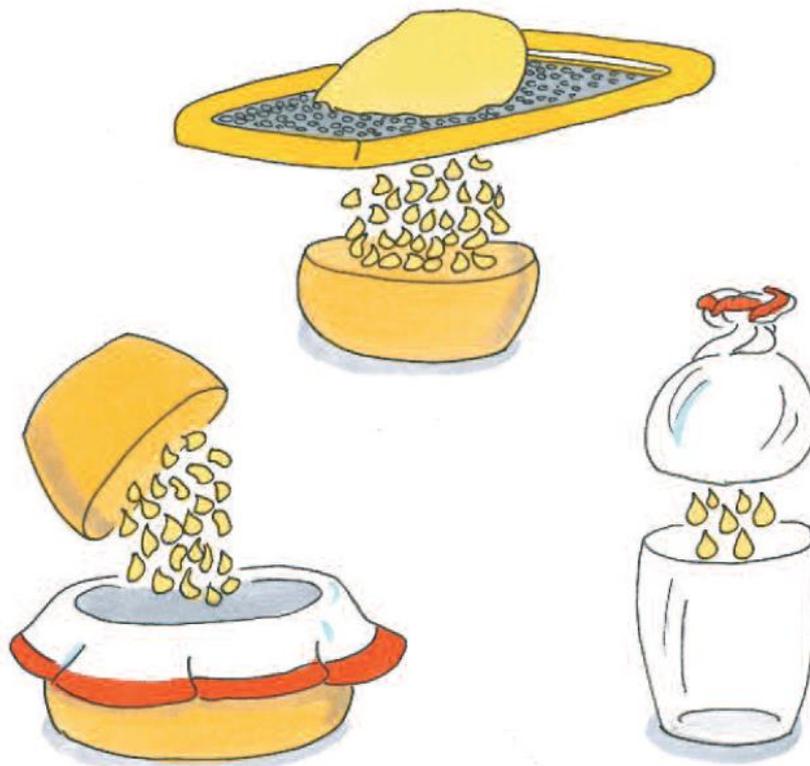
Das braucht ihr:

- 1 rohe Kartoffel
- 1 Kartoffelschäler
- 1 Küchenreibe
- 2 Schüsseln
- 2 Becher (durchsichtig, Plastik)
- 1 Geschirrtuch
- Kartoffelstärke (zum Vergleich)

So geht ihr vor:

Schält eine Kartoffel mit dem Kartoffelschäler.
 Reibt die Kartoffel mit der Küchenreibe in eine Schüssel.
 Legt das Geschirrtuch über die zweite Schüssel.
 Gebt nun die geriebene Kartoffelmasse auf das Geschirrtuch.
 Presst die Kartoffelmasse durch das Geschirrtuch aus und fangt die Flüssigkeit in einem Becher auf.
 Was könnt ihr beobachten?

Lasst nun den Becher 5 Minuten ruhig stehen.
 Gießt vorsichtig nur die Flüssigkeit ab.
 Beobachtet, was im Becher zurück bleibt.



Wasser in der Gurke

Frage: Was steckt in einer Gurke?

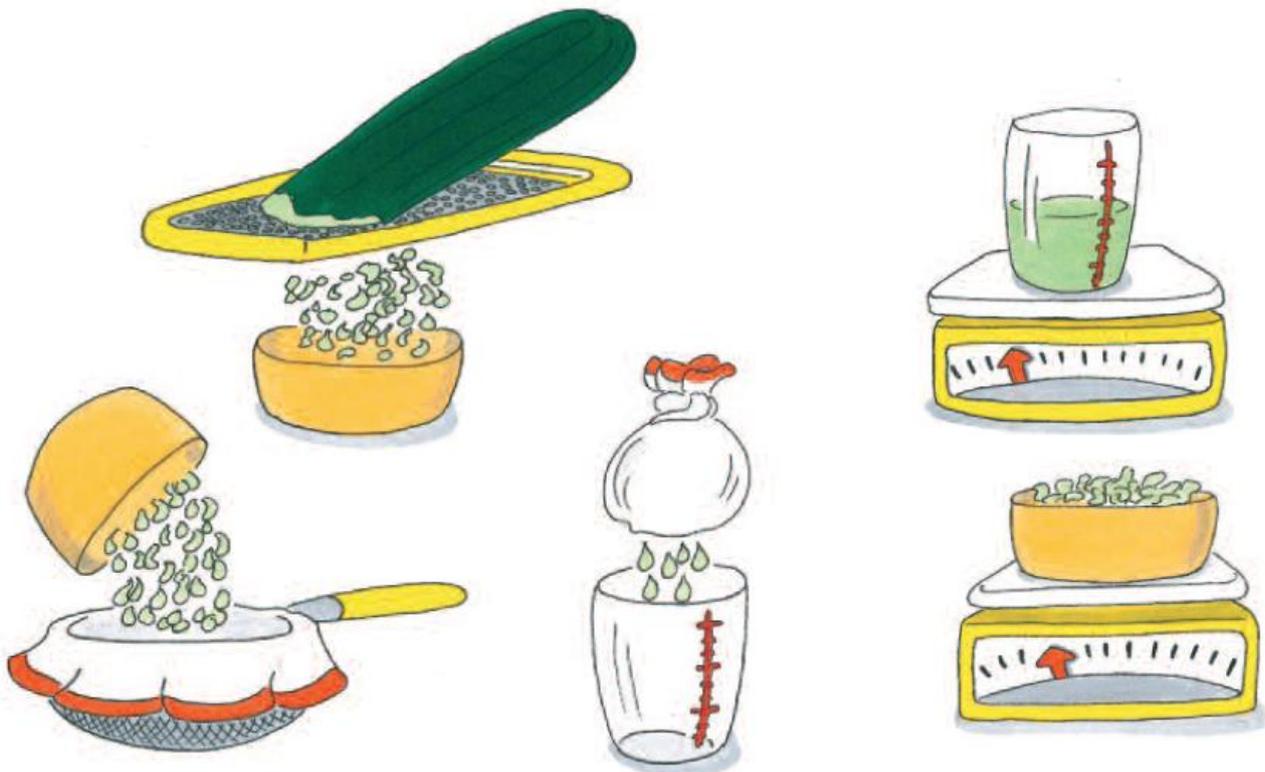
Das braucht ihr:

- 1 Gurke
- 1 Küchenreibe
- 1 Schüssel
- 1 Löffel
- 1 Küchensieb
- 1 Becher (durchsichtig, Plastik)
- 1 Geschirrtuch
- 1 Küchenwaage
- 1 Messbecher

So geht ihr vor:

Reibt die Gurke mit der Küchenreibe in die Schüssel.
 Legt das Geschirrtuch in das Küchensieb.
 Gebt nun die geriebene Gurkenmasse auf das Geschirrtuch.
 Presst die Gurkenmasse durch das Geschirrtuch über dem Messbecher aus.
 Was stellt ihr fest?

Wiegt dann die Flüssigkeit aus der Gurke mit der Waage.
 Schabt das ausgepresste Fruchtfleisch mit dem Löffel vom Geschirrtuch.
 Wiegt das ausgepresste Fruchtfleisch der Gurke.
 Was könnt ihr beobachten?



Fettfleckprobe

Frage:
Welche Lebensmittel enthalten Fett?

Das braucht ihr:

 1 Schere
 2 Filterpapiere
 1 Schneidebrett
 1 Messer
 1 Pipette

Verschiedene Nahrungsmittel:

 Käse, Kartoffel, Gurke, Avocado, Brot, Schokolade
 Sahne, Apfelsaft

So geht ihr vor:

 Schneidet beide Filterpapiere so auseinander, dass 8 gleich große Stücke entstehen.
 Schreibt auf jedes Filterpapier den Namen des ausgewählten Nahrungsmittels.
 So verwechselt ihr später das Filterpapier nicht.

Bereitet nun Messer und Schneidebrett vor.

Schneidet würfelgroße Stücke von den Lebensmitteln.

Legt die beschrifteten Filterpapiere bereit.

Reibt nun mit der frischen Schnittfläche jeweils vorsichtig über das passende Filterpapier.

Legt dann die Filterpapiere zum Trocknen zur Seite.

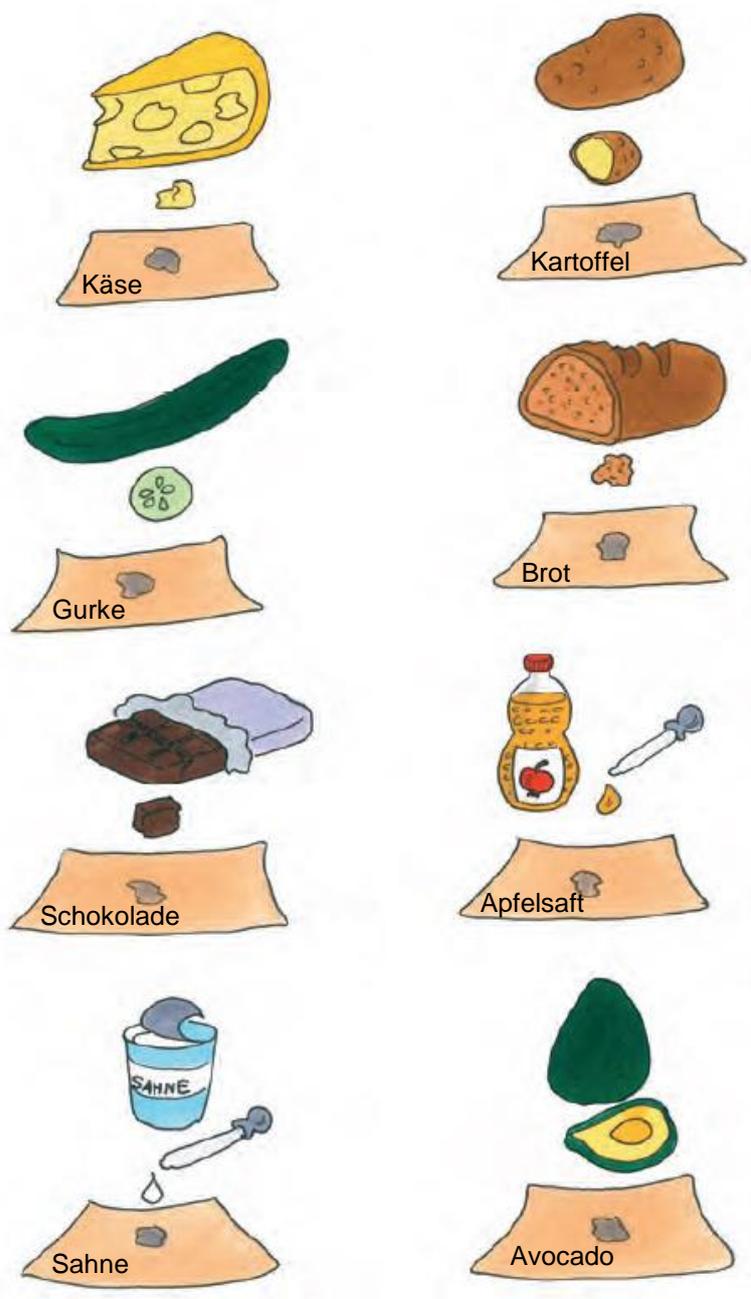
Gebt nun von der Sahne und dem Apfelsaft jeweils ein paar Tropfen mit der Pipette auf die passend beschrifteten Filterpapiere.

Legt sie dann zum Trocknen zur Seite.

Nehmt die getrockneten Filterpapiere zur Hand.

Haltet die Filterpapiere gegen das Licht.

Was könnt ihr beobachten?



Tiere und Pflanzen in ihren Lebensräumen

(3) Experiment zur Wärmeisolation bei Tieren

Bezug zum Bildungsplan	Denkanstöße	Teilkompetenzen
	<p>Welche Möglichkeiten haben die Kinder, jahreszeitliche Veränderungen von Pflanzen und Tieren vor Ort zu beobachten?</p> <p>Wie werden den Kindern die natürlichen Lebensbedingungen von Pflanzen und Tieren verdeutlicht?</p>	<p>(4) die Angepasstheit von Tieren und Pflanzen an ihren jeweiligen Lebensraum zu unterschiedlichen jahreszeitlichen Bedingungen beschreiben; dazu mindestens ein Experiment zur Wärmeisolation bei Tieren (Überwinterung)</p>

Experiment zur Wärmeisolation bei Tieren	Materialliste	Sicherheitshinweis
	<p><u>Tiere im Winter:</u></p> <p>Marmeladengläser, Reagenzgläser, Lammfell, Thermometer, Stoppuhr, warmes Wasser (etwa 40 Grad aus dem Wasserhahn)</p> <p><u>Hinweis:</u> der Versuch kann am besten an einem kalten Wintertag durchgeführt werden.</p>	<p>Im Experiment werden Alkoholthermometer verwendet, da der Einsatz von Quecksilberthermometern für Schülerinnen und Schüler nicht zulässig ist.</p> <p>Um einen Bruch der Thermometer zu vermeiden, wird der richtige Umgang mit Thermometern erklärt und eingeübt.</p> <p>Hinweise auf das richtige Verhalten bei Glasbruch werden vermittelt, das Entsorgen von Glasscherben wird von der Lehrkraft vorgenommen.</p>

Überwinterung von Tieren

Frage: **Wie schützen sich Tiere gegen die Kälte des Winters?**

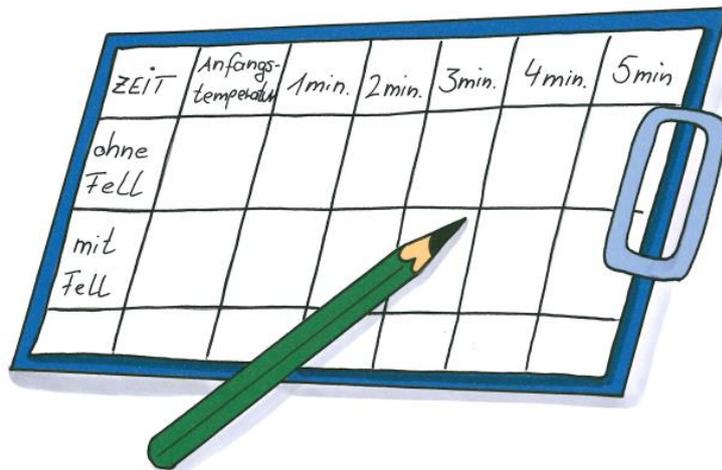
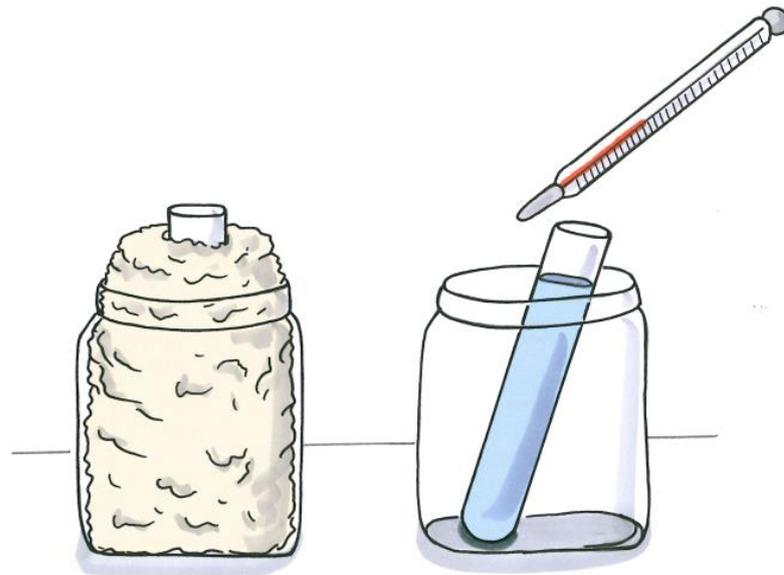
Das braucht ihr: 2 Marmeladengläser
2 Reagenzgläser
1 Stück Lammfell
2 Thermometer
1 Stoppuhr
warmes Wasser

So geht ihr vor: Füllt das warme Wasser in die Reagenzgläser.
Messt zunächst die Anfangstemperatur.
Tragt sie in die Tabelle ein.

Wickelt ein Reagenzglas mit Lammfell ein.
Dieses Reagenzglas soll ein Tier mit Fell darstellen.
Das andere Reagenzglas soll ein Tier ohne Fell darstellen.
Stellt beide Reagenzgläser jeweils in ein Marmeladenglas.
Vorsicht: Reagenzgläser können leicht zerbrechen.

Messt nun die Temperatur nach 1 min, 2 min, 3 min, 4 min und 5 min.
Notiert die Temperaturen.

Vergleicht die Temperaturen.
Was stellt ihr fest?
Wo kühlt das Wasser schneller ab?



	Anfangs-temperatur	1 min	2 min	3 min	4 min	5 min
Temperatur „Tier ohne Fell“						
Temperatur „Tier mit Fell“						

Naturphänomene

(4) Experimente zu den Zustandsformen des Wassers in Zusammenhang mit dem Wasserkreislauf

Bezug zum Bildungsplan	Denkanstöße	Teilkompetenzen
	Welche Experimente und Modelle unterstützen die Kinder beim Aufbau einer anschlussfähigen Vorstellung des Wasserkreislaufs?	(4) die Veränderungen des Wassers durch Wärme und Kälteeinflüsse beobachten, beschreiben und benennen (Zustandsformen des Wassers); dazu Experimente zu den Zustandsformen des Wassers in Zusammenhang mit dem Wasserkreislauf (Schmelzen, Verdunsten, Verdampfen, Kondensieren, Gefrieren)

Experimente zu den Zustandsformen des Wassers in Zusammenhang mit dem Wasserkreislauf	Materialliste	Sicherheitshinweis
	<u>Wasserkreislauf im Glas</u> Große Einmachgläser mit Deckel, Pflanze (z. B. Gänseblümchen oder Grünsilbe), Teelichtschale mit Wasser, Blumenerde, Sand, Kies	Hinweise auf das richtige Verhalten bei Glasbruch werden vermittelt, das Entsorgen von Glasscherben wird von der Lehrkraft vorgenommen.
	<u>Spritze einfrieren</u> Einwegspritzen ohne Nadel (10 ml), Wasser, Plastikbecher, Gefrierschrank oder Gefrierfach im Kühlschrank	ohne

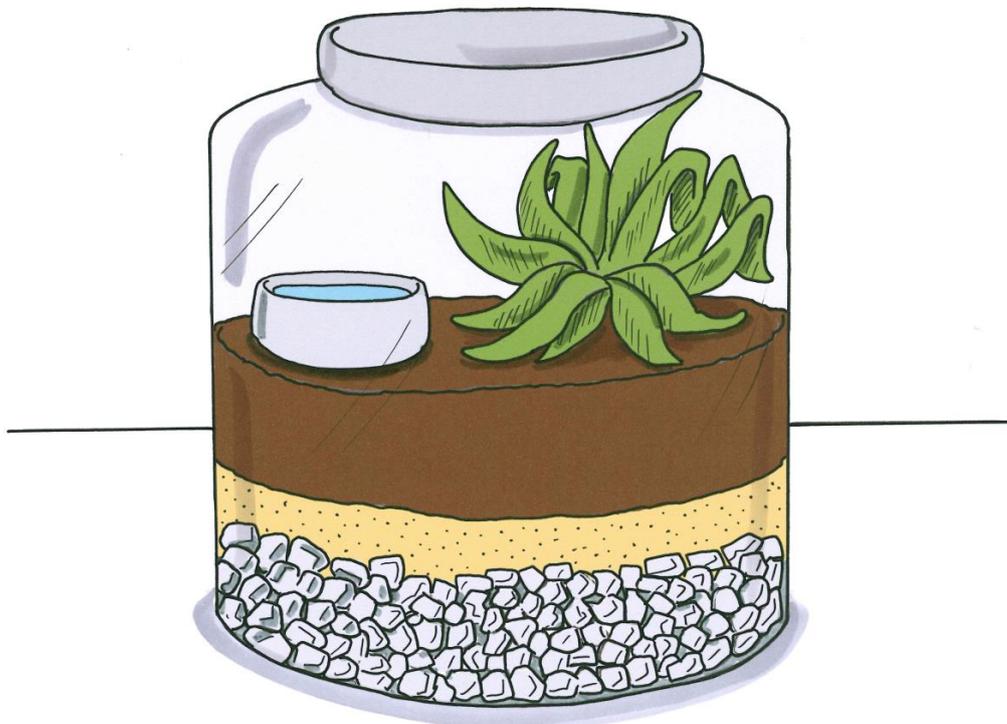
Wasserkreislauf im Glas

Frage: Kann eine Pflanze ohne Gießen überleben?

Das braucht ihr: Großes Einmachglas mit Deckel
 Pflanze, z. B. Gänseblümchen
 Teelichtschale mit Wasser
 Blumenerde
 Sand
 Kies

So geht ihr vor: Füllt zuerst eine Schicht Kies in das Glas, dann eine Schicht Sand und zuletzt eine Schicht Erde.
 Setzt die Pflanze in die Erde ein.
 Gießt die Pflanze vorsichtig mit etwas Wasser.
 Stellt die Teelichtschale mit Wasser daneben.
 Schließt das Glas mit dem Deckel.
 Stellt das Glas an einen sonnigen Platz (z. B. auf der Fensterbank).

Was könnt ihr nach einigen Tagen beobachten?



Wasser einfrieren

Frage: Was geschieht, wenn Wasser zu Eis wird?

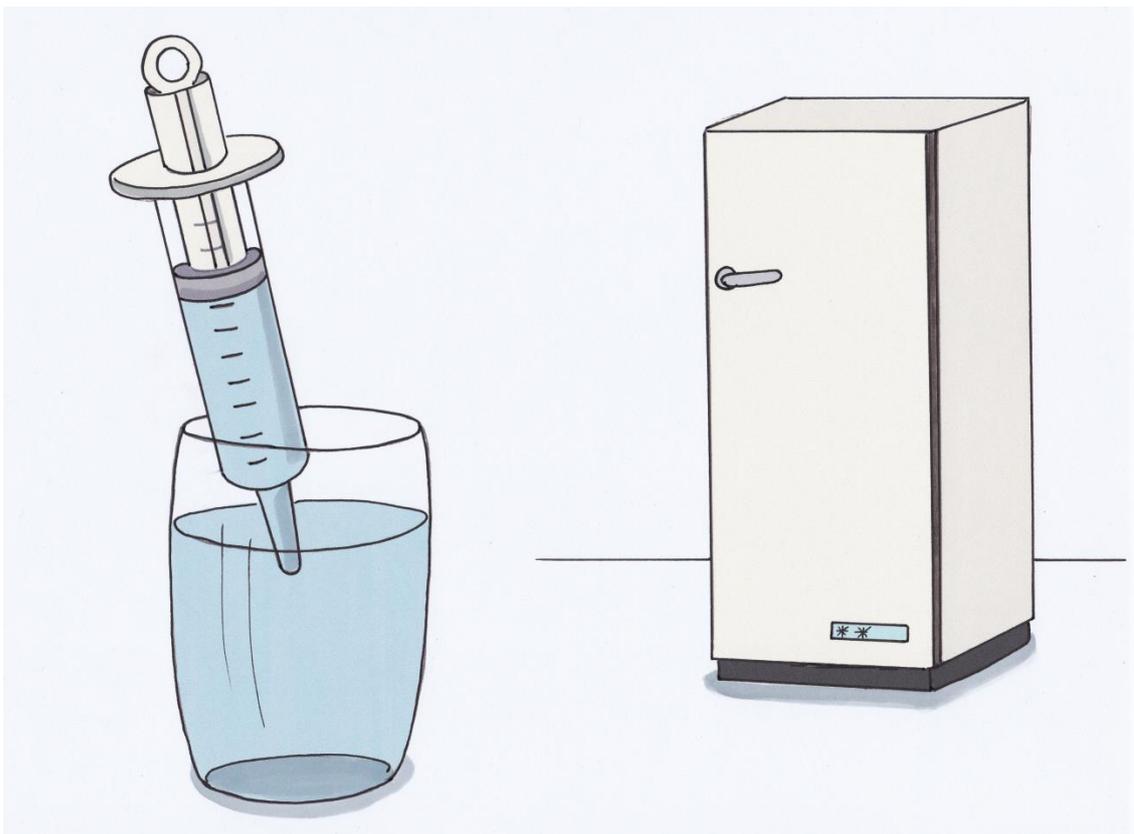
Das braucht ihr: 1 leere Einwegspritze (10 ml)
1 Plastikbecher
Wasser
Gefrierschrank oder Gefrierfach im Kühlschrank

So geht ihr vor: Füllt den Becher mit Wasser.
Taucht die Spitze der Spritze in das Wasser ein.
Zieht den Kolben langsam heraus.
Füllt die Spritze mit Wasser bis zur Markierung 7 ml.
Legt die Spritze in die Gefriertruhe oder in das Gefrierfach des Kühlschranks.

Schaut etwa nach einer Stunde nach, ob das Wasser gefroren ist.
Seht ihr Eis?
Lest die Markierung am Kolben ab.

Holt die Spritze am nächsten Tag aus dem Gefrierfach.
Lest wieder die Markierung am Kolben ab.

Was stellt ihr fest?



(5) Experiment zum Lösen von Feststoffen in Wasser

Bezug zum Bildungsplan	Denkanstöße	Teilkompetenzen
	<p>Wie werden für die Kinder bedeutsame Fragestellungen und Experimente in den Unterricht einbezogen?</p> <p>Welche Informationsquellen nutzen die Kinder im Unterricht, um Fragen zur Trink- und Abwasserthematik zu klären (zum Beispiel Bücher, Filme, Kinderwebseiten, Experimente)?</p>	<p>(8) ausgehend von Alltagssituationen das Lösungsverhalten von Feststoffen in Wasser untersuchen und beschreiben (zum Beispiel Salz im Nudelwasser, Zucker im Tee, Erde und Sand im Wasser); dazu mindestens ein Experiment zum Lösen von Feststoffen in Wasser (Zucker und Salz in Wasser lösen)</p>

Experiment zum Lösen von Feststoffen in Wasser	Materialliste	Sicherheitshinweis
	<p><u>Zucker und Salz in Wasser lösen</u></p> <p>Tablets, Wasser, Teelöffel, kleine Plastikbecher (Schnapsgläser aus Plastik), Plastikpipetten (z. B. Universalpipetten mit 3 ml), Zucker, Salz (Natriumchlorid), größere Plastikbecher</p> <p><u>Hinweis:</u> reines Natriumchlorid verwenden, nicht Kochsalz, da hier weitere Stoffe enthalten sind, die keine klare Lösung ergeben (wird trübe, teils unlösliche Stoffe enthalten)</p>	<p>Es erfolgt ein Hinweis für Schülerinnen und Schüler, dass Geschmacksproben (Zucker, Salz) nicht erlaubt sind.</p> <p>Es werden Plastikbecher und Plastikpipetten eingesetzt, da diese bruchsicher sind. Der Umgang mit Plastikpipetten wird erklärt.</p>

Zucker und Salz in Wasser lösen

Frage: Lösen sich Zucker und Salz gleich gut in Wasser?

Das braucht ihr:

- 1 Tablett
- 1 Plastikbecher mit Wasser
- 1 Teelöffel
- 2 kleine Plastikbecher
- 1 Pipette
- Zucker, Salz

So geht ihr vor:

Stellt alle Materialien auf das Tablett.
Gebt einen Teelöffel Zucker in einen kleinen Plastikbecher.
Nehmt mit der Pipette etwas Wasser aus dem großen Becher.
Tropft mit der Pipette langsam Wasser zu dem Zucker hinzu.
Beobachtet den Zucker genau.
Schwenkt den Plastikbecher immer wieder vorsichtig.
Tropft so lange Wasser hinzu, bis kein Zucker mehr sichtbar ist.

Wie viele Pipetten müsst ihr zugeben, bis der Zucker nicht mehr sichtbar ist?

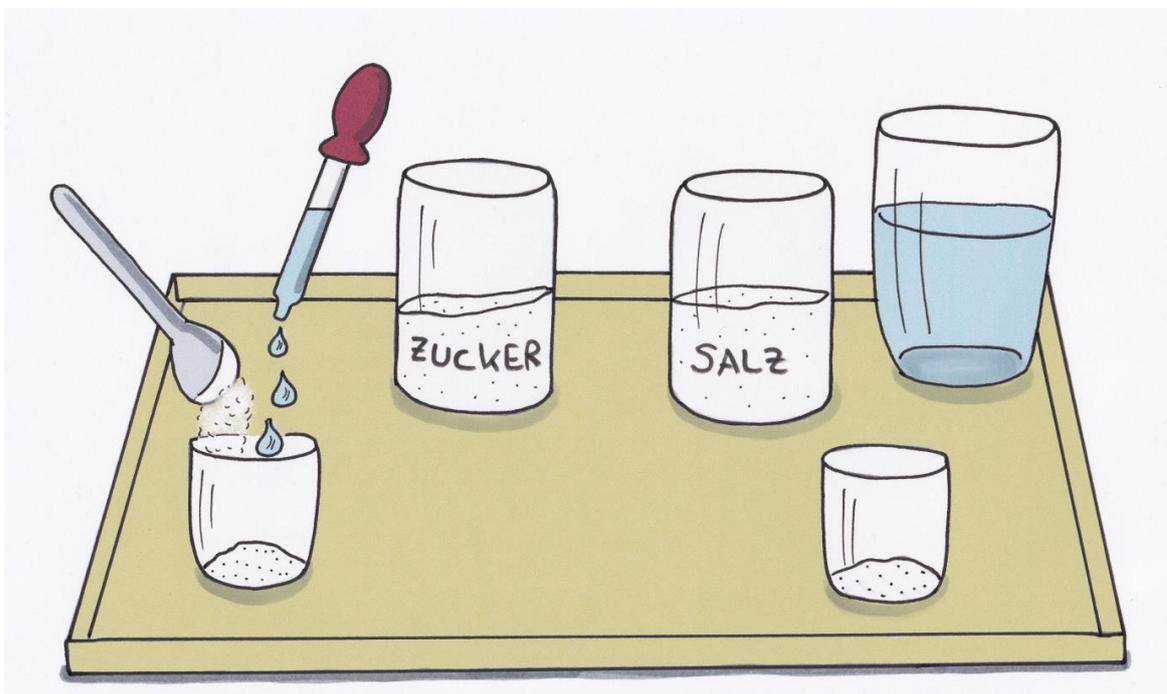
Notiert die Anzahl der Pipetten.

Was ist mit dem Zucker geschehen?

Führt nun das Experiment mit Salz durch.

Was könnt ihr beobachten?

Vergleicht.



(6) Experiment zur Wasserversorgung

Bezug zum Bildungsplan	Denkanstöße	Teilkompetenzen
	<p>Wie werden für die Kinder bedeutsame Fragestellungen und Experimente in den Unterricht einbezogen?</p> <p>Welche Informationsquellen nutzen die Kinder im Unterricht, um Fragen zur Trink- und Abwasserthematik zu klären (zum Beispiel Bücher, Filme, Kinderwebseiten, Experimente)?</p>	<p>(9) die Trinkwasserversorgung und Abwasseraufbereitung am Wohnort beschreiben und einfache Funktionszusammenhänge erkennen (Prinzip der verbundenen Röhren, Absetz-, Filtrierversuche); dazu mindestens ein Experiment zur Wasserversorgung (Prinzip der verbundenen Röhren)</p>

Experiment zur Wasserversorgung	Materialliste	Sicherheitshinweis
	<p><u>Verbundene Röhren</u></p> <p>Je 1 m Schlauch (durchsichtig, farblos), Trichter, gefärbtes Wasser</p>	<p>Das verwendete Wasser wird mit Tinte oder Lebensmittelfarbe angefärbt. Es werden keine Farbstoffe verwendet, die als Gefahrstoffe eingestuft sind (z. B. aufgrund der Lösungsmittel).</p>

Verbundene Röhren

Frage: **Wie bewegt sich das Wasser im Schlauch?**

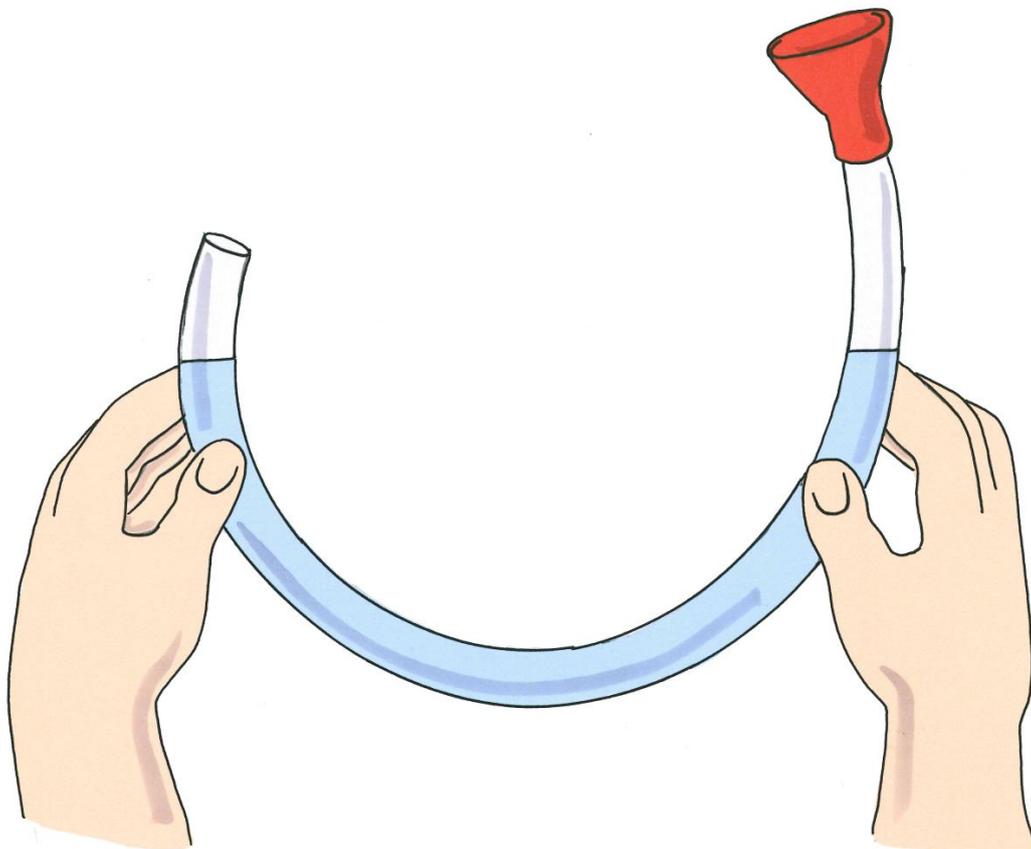
Das braucht ihr: 1 m Schlauch (durchsichtig, farblos)
Trichter
mit Tinte gefärbtes Wasser

So geht ihr vor: Schaut euch das Bild zum Aufbau des Experiments genau an.

Formt den Schlauch wie ein U.
Gießt vorsichtig etwas gefärbtes Wasser in den Schlauch.
Verwendet dazu den Trichter.
Der Schlauch soll nicht ganz gefüllt werden.
Beobachtet, wo das Wasser steht.

Verändert nun auch die Form des Schlauchs.
Zieht die Schlauchenden etwas auseinander.
Bewegt dann die Enden etwas aufeinander zu.
Hebt ein Ende des Schlauchs etwas höher.
Passt auf, dass kein Wasser heraus fließt.

Beobachtet jeweils den Wasserstand.



(7) Experiment zur natürlichen und künstlichen Abwasserreinigung

Bezug zum Bildungsplan	Denkanstöße	Teilkompetenzen
	<p>Wie werden für die Kinder bedeutsame Fragestellungen und Experimente in den Unterricht einbezogen?</p> <p>Welche Informationsquellen nutzen die Kinder im Unterricht, um Fragen zur Trink- und Abwasserthematik zu klären (zum Beispiel Bücher, Filme, Kinderwebseiten, Experimente)?</p>	<p>(9) die Trinkwasserversorgung und Abwasseraufbereitung am Wohnort beschreiben und einfache Funktionszusammenhänge erkennen (Prinzip der verbundenen Röhren, Absetz-, Filtriersuche); dazu jeweils ein Experiment zur natürlichen und künstlichen Abwasserreinigung (zum Beispiel Wasserdurchlässigkeit verschiedener Bodenarten, Absetz- und Filtriersuche)</p>

Experiment zur natürlichen und künstlichen Abwasserreinigung	Materialliste	Sicherheitshinweis
	<p><u>Wasserdurchlässigkeit</u> Blumentöpfe (Durchmesser ca. 10 cm) oder Plastikflaschen, Marmeladegläser, Messbecher, verschiedene Bodenproben: Sand, Blumenerde, Lehm, Fliegengitter (oder ähnliches) zum Abdecken der Löcher im Blumentopf</p>	<p>Hinweise auf das richtige Verhalten bei Glasbruch werden vermittelt, das Entsorgen von Glasscherben wird von der Lehrkraft vorgenommen.</p>
	<p><u>Absetzen von Bodenproben</u> Mehrere frische Bodenproben (nicht zu trocken), Schraubdeckelgläser (schlank und gerade), Kanne mit Leitungswasser, Esslöffel</p>	

Wasserdurchlässigkeit

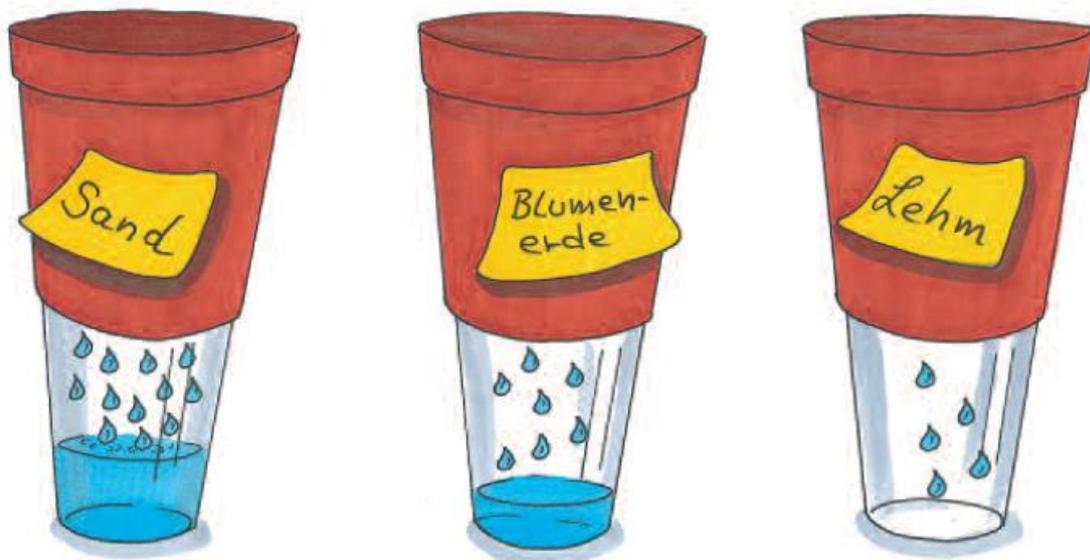
Frage: Wie reinigt der Boden schmutziges Wasser?

Das braucht ihr: 3 Blumentöpfe (Durchmesser ca. 10 cm)
3 Marmeladengläser
1 Messbecher
3 verschiedene Bodenproben: Sand, Blumenerde, Lehm
Fliegengitter zum Abdecken der Löcher im Blumentopf

So geht ihr vor: Deckt die Löcher in den Blumentöpfen jeweils mit einem Stück Fliegengitter ab.
Füllt dann die Bodenproben jeweils in einen Blumentopf.
Jeder Blumentopf soll zur Hälfte mit einer Bodenprobe gefüllt sein.
Stellt jeden Blumentopf auf ein Marmeladenglas.

Messt nun jeweils 100 ml Wasser mit dem Messbecher ab.
Gebt je 100 ml Wasser in die Blumentöpfe.

Beobachtet die Proben in den Blumentöpfen.
Beobachtet die Flüssigkeit in den Marmeladengläsern.



Absetzen von Bodenbestandteilen

Frage: Woraus bestehen Böden?

Das braucht ihr: 3 verschiedene frische Bodenproben
 3 Schraubdeckelgläser
 1 Kanne mit Leitungswasser
 1 Esslöffel

So geht ihr vor: Füllt jedes Glas zu etwa einem Viertel mit je einer Bodenprobe.
 Gießt vorsichtig Wasser hinzu bis etwa ein Daumen breit unter den oberen Rand des Glases.
 Verschließt die Gläser fest.
 Schüttelt jedes Glas mehrmals kräftig.
 Stellt das Glas danach auf eine feste Unterlage an einen ruhigen Platz.

Beobachtet.

Es kann einige Zeit dauern, bis ihr etwas beobachten könnt.

Zeichnet, was ihr seht (zum Beispiel Steine, Sand, klares Wasser).



(8) Experiment zum Schwimmen und Sinken

Bezug zum Bildungsplan	Denkanstöße	Teilkompetenzen
	<p>Wie werden für die Kinder bedeutsame Fragestellungen und Experimente in den Unterricht einbezogen?</p> <p>Welche Informationsquellen nutzen die Kinder im Unterricht, um Fragen zur Trink- und Abwasserthematik zu klären (zum Beispiel Bücher, Filme, Kinderwebseiten, Experimente)?</p>	<p>(10) einfache Zusammenhänge beim Schwimmen und Sinken von Gegenständen erfahren, beschreiben und untersuchen (Verdrängung und Auftrieb); dazu Experimente zum Schwimmen und Sinken (Auftrieb und Verdrängung)</p>

Experimente zum Schwimmen und Sinken	Materialliste	Sicherheitshinweis
	<p><u>Die Hand im Wasser</u></p> <p>Plastikwanne als Wasserbecken, Plastikhandschuhe, kleines Handtuch</p>	<p>Im Experiment werden locker sitzende „Frisörhandschuhe“ aus Plastik verwendet. Gepuderte Latexhandschuhe sind wegen ihres erhöhten Allergiepotenzials nicht zulässig. Zu den sensibilisierenden Stoffen kann beispielsweise auch Naturgummilatex gehören.</p> <p>Es werden Plastikwannen eingesetzt, da diese bruchsicherer sind als Glasgefäße dieser Größe.</p> <p>Es werden Plastikbecher eingesetzt, da diese bruchsicher sind.</p> <p>Die Kugeln müssen im Vergleich zum Becher relativ groß sein, damit der Effekt deutlich wird.</p>
	<p><u>Ein Gegenstand im Wasser</u></p> <p>Plastikwanne, Knete an Angel, kleines Handtuch</p>	
	<p><u>Kugeln im Wasser</u></p> <p>Plastikbecher (Plastik Schnapsgläser), Teelöffel, wasserlöslicher Folienstift, kleines Handtuch, gleich große Kugeln aus Knete und Glas, gleich schwere Kugeln aus Knete und Glas</p> <p><u>Hinweis:</u> Die Knetkugeln jeweils vorbereiten, auch bei den folgenden Experimenten, weil die genaue Masse wichtig ist.</p>	
	<p><u>Unterschiedliche Formen im Wasser</u></p> <p>Plastikbecher (groß), Teelöffel, wasserlöslicher Folienstift, kleines Handtuch, Knetkugeln</p>	
	<p><u>Unterschiedliche Formen schwimmen oder sinken</u></p> <p>Plastikbecher (groß), Teelöffel, kleines Handtuch, Knete</p>	

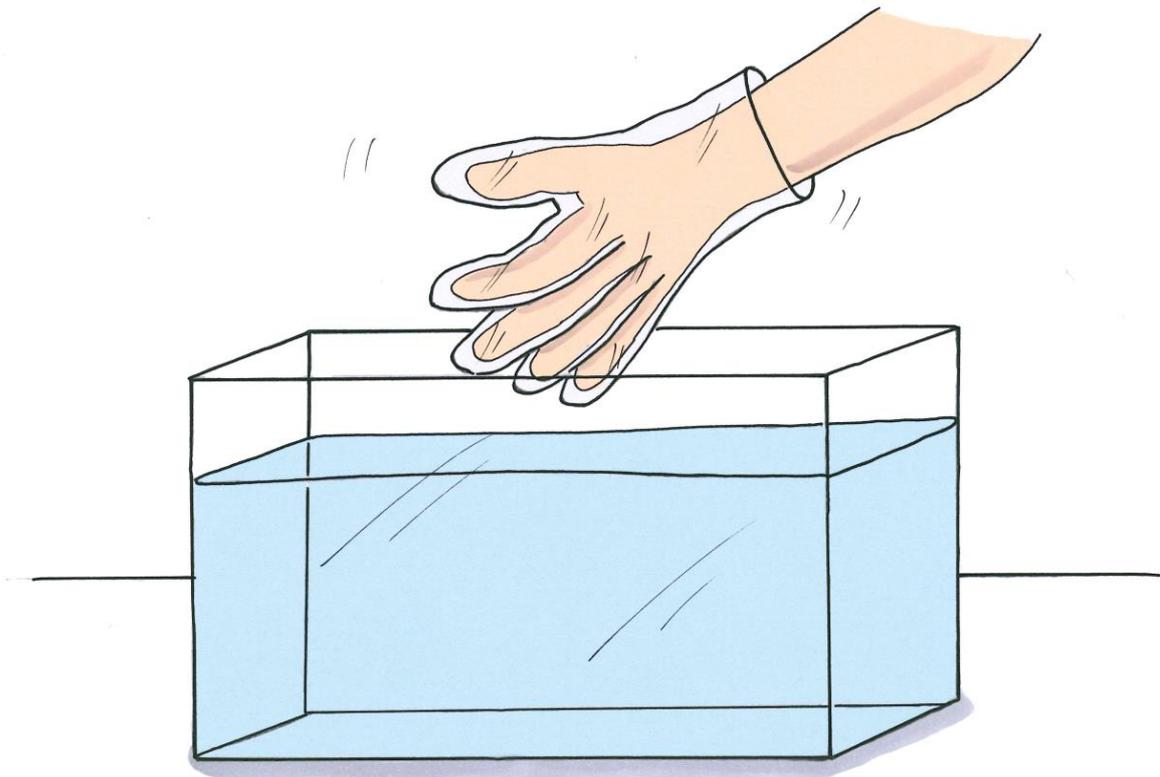
Die Hand im Wasser

Frage: Was geschieht mit dem Handschuh beim Eintauchen in Wasser?

Das braucht ihr: 1 Plastikwanne
Plastikhandschuh
kleines Handtuch

So geht ihr vor: Taucht eine Hand mit dem Plastikhandschuh in das Wasserbecken.
Dabei darf kein Wasser in den Handschuh gelangen.

Beobachtet.
Was geschieht mit dem Handschuh?
Was macht das Wasser?



Ein Gegenstand im Wasser

Frage: Wie fühlt sich ein Gegenstand beim Eintauchen in Wasser an?

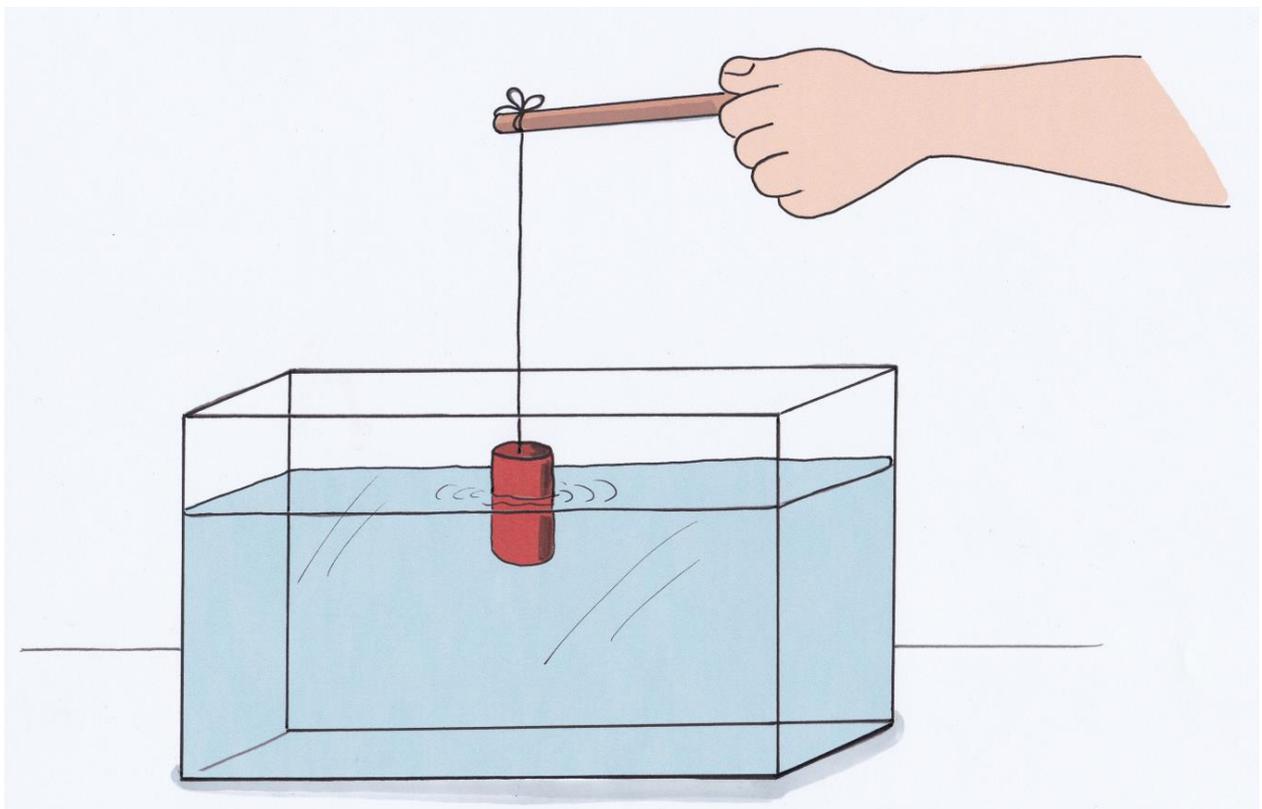
Das braucht ihr: 1 Plastikwanne (etwa zu 3/4 mit Wasser gefüllt)
1 Knetstück an einer Angel
kleines Handtuch

So geht ihr vor: Haltet die Knetangel über das Wasser.
Fühlt sich die Knete schwer an?

Taucht die Knete an der Angel zuerst nur halb in das Wasser ein.
Wie schwer fühlt sich die Knete nun an?

Taucht die Knete nun ganz in das Wasser ein.
Die Knete darf den Boden nicht berühren.
Wie schwer kommt euch die Knete nun vor?

Zieht dann den Knetklumpen genauso langsam wieder aus dem Wasser heraus.
Beschreibt eure Beobachtung.



Unterschiedliche Kugeln im Wasser

Frage: Welche Kugel verdrängt mehr Wasser?

Das braucht ihr: 2 kleine Plastikbecher
 1 Teelöffel
 1 wasserlöslicher Folienstift
Für Experiment 1:
 2 gleich große Kugeln aus unterschiedlichen Materialien
 (Glas, Knete)

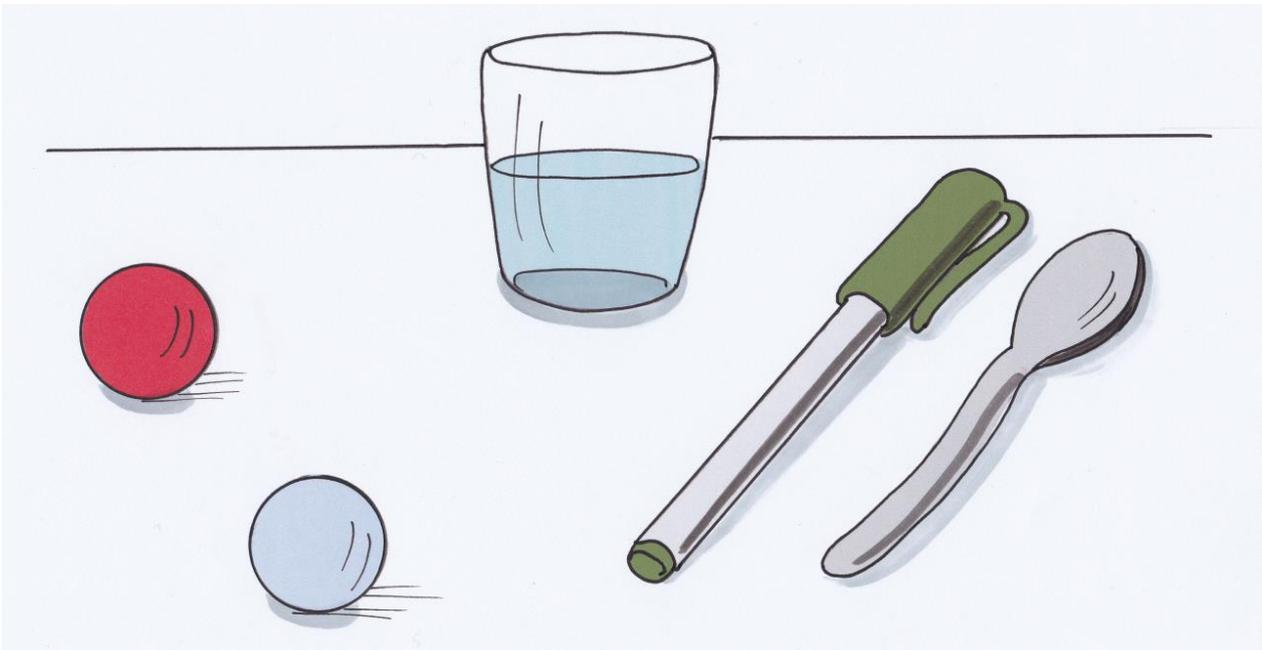
Für Experiment 2:
 2 gleich schwere Kugeln aus unterschiedlichen Materialien
 (Glas, Knete)
 Kleines Handtuch

So geht ihr vor: Experiment 1:
 Füllt den Becher halbvoll mit Wasser.
 Zeichnet den Wasserstand außen am Becher an.
 Legt die Glaskugel mit dem Teelöffel vorsichtig in das Wasser.
 Zeichnet den Wasserstand außen am Becher ein.
 Nehmt mit dem Teelöffel die Glaskugel heraus und legt dann die Knetkugel hinein.
Vorsicht: Es darf kein Wasser verloren gehen.
 Zeichnet wieder den Wasserstand ein.
 Beobachtet.

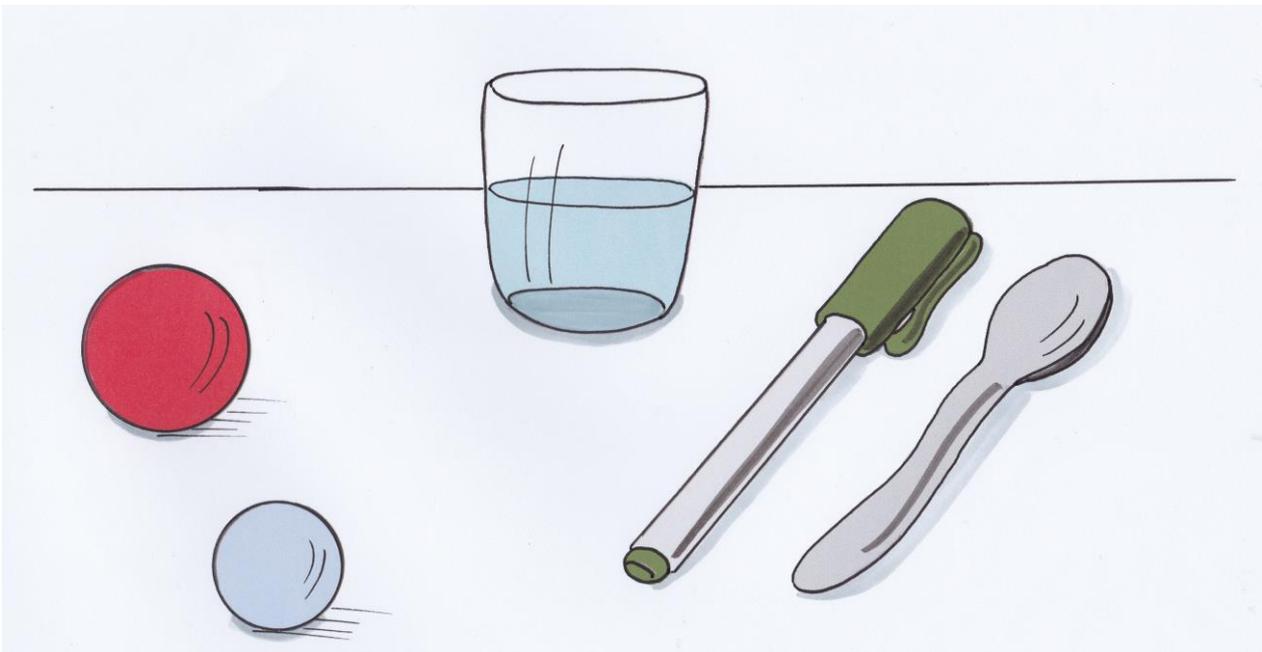
Experiment 2:
 Führt das Experiment 1 nun mit den beiden gleich schweren Kugeln durch.
 Legt dazu zuerst die Glaskugel in das Wasser.
 Verwendet anschließend die Knetkugel.
 Beobachtet.

Vergleicht die beiden Experimente.
 Was stellt ihr fest?

Experiment 1: gleich große Kugeln



Experiment 2: gleich schwere Kugeln



Unterschiedliche Formen im Wasser

Frage: Verdrängt eine Kugel mehr Wasser als ein Ring?

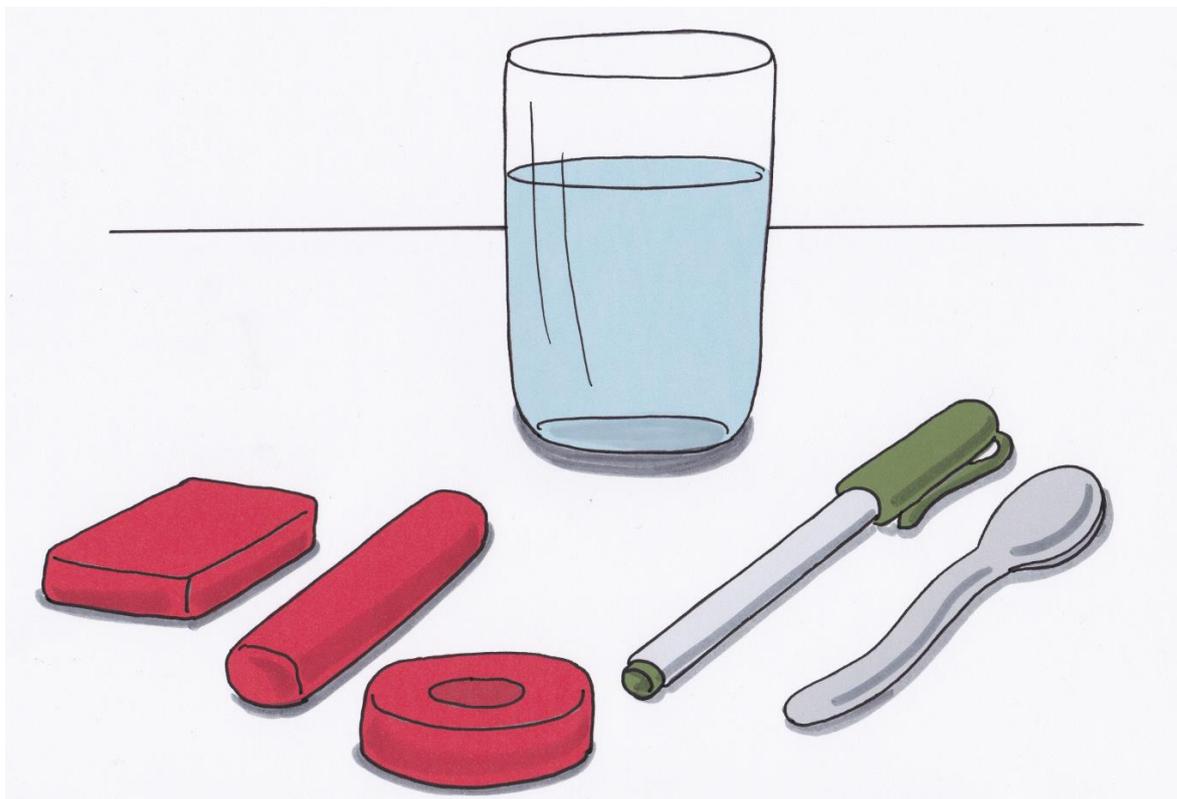
Das braucht ihr: 1 großer Plastikbecher mit Wasser (etwa halb voll)
 1 Esslöffel
 1 wasserlöslicher Folienstift
 1 Knetkugel
 Kleines Handtuch

So geht ihr vor: Zeichnet den Wasserstand außen am Becher an.
 Legt die Knetkugel vorsichtig mit dem Esslöffel in das Wasser.
 Zeichnet den Wasserstand außen am Becher an.

Nehmt die Knetkugel aus dem Wasser.
 Formt daraus nacheinander jeweils einen Ring, eine Rolle und eine Platte.

Legt jeweils nacheinander die Formen vorsichtig in das Wasser und zeichnet jeweils die Wasserstände außen am Becher an.
 Beobachtet.

Vergleicht die Wasserstände.
 Was stellt ihr fest?



Unterschiedliche Formen schwimmen oder sinken

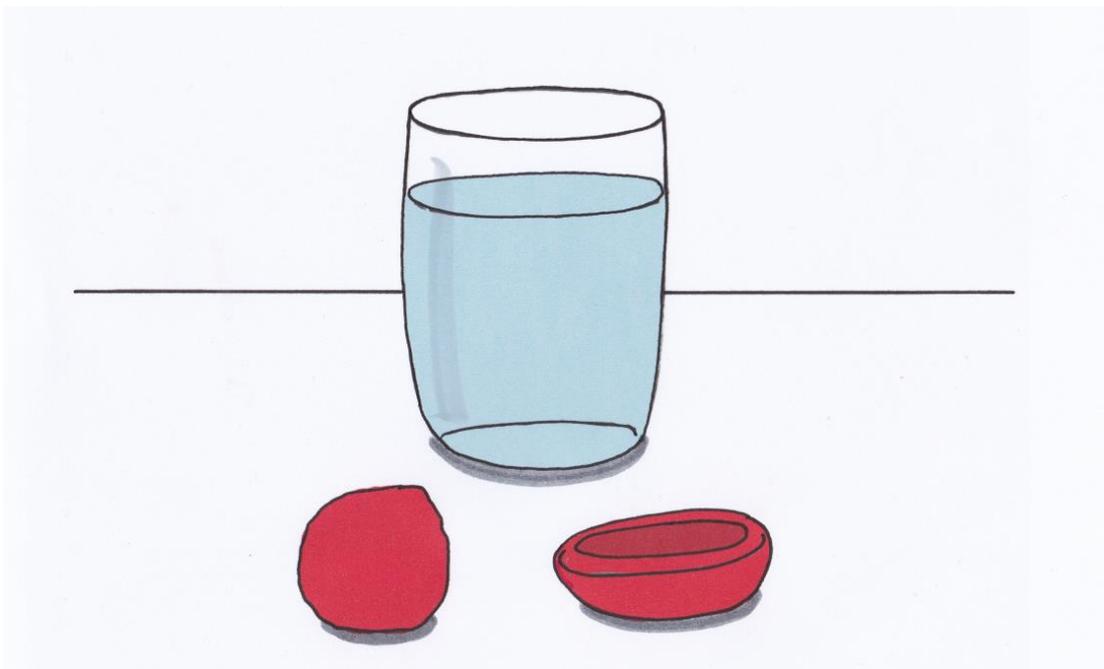
Frage: Schwimmt ein Boot aus Knete?

Das braucht ihr: 1 Plastikbecher mit Wasser
1 Löffel
1 Stück Knete
Kleines Handtuch

So geht ihr vor: Formt aus dem Stück Knete zunächst eine Kugel.
Gebt die Kugel in den Becher mit Wasser.
Beobachtet den Wasserstand.

Nehmt die Knete mit dem Löffel heraus.

Formt anschließend das Stück Knete zu einem Boot.
Gebt das Boot in den Becher mit Wasser.
Was beobachtet ihr?



(9) Experimente zur Kerze

Bezug zum Bildungsplan	Denkanstöße	Teilkompetenzen
	<p>Welche Situationen initiiert die Lehrkraft, in denen gemeinsam über Nutzen und Gefahren des Feuers nachgedacht wird?</p> <p>Welche Phänomene im Zusammenhang mit der Kerze aktivieren Vorerfahrungen der Kinder und provozieren Fragen?</p> <p>Wie wird die Sicherheit beim Durchführen von Experimenten gewährleistet (Sicherheitsvorschriften, Löschmöglichkeiten)?</p>	<p>(11) Verbrennungsprozesse an der Kerze beschreiben und untersuchen (zum Beispiel Aufbau und Saugfähigkeit des Doctes, heiße Zonen in der Kerzenflamme);</p> <p>dazu Experimente zur Kerze (zum Beispiel zu den Kerzenzonen, der Saugfähigkeit des Doctes)</p>

Experimente zur Kerze	Materialliste	Sicherheitshinweis
	<p><u>Flammenzonen</u></p> <p>Kerzen oder Teelichter, Holzspieße (z. B. Schaschlikspieße), Streichhölzer, feuerfeste Unterlagen, Eimer mit Sand</p> <p><u>Eigenschaften des Doctes</u></p> <p>Teelichter, Streichhölzer, Baumwollfaden, Zahnstocher, Nägel, feuerfeste Unterlagen, Eimer mit Sand</p>	<p>Es werden Teelichter oder Kerzen verwendet, es kommen keine Spiritusbrenner zum Einsatz.</p> <p><u>Experimentieren mit Feuer:</u></p> <p>Beim Experimentieren mit Teelichtern und Kerzen, also bei offener Flamme, werden mit den Schülerinnen und Schülern weitere wichtige Verhaltensweisen besprochen und eingeübt. Hier wird besondere Sorgfalt vermittelt, um ein sicheres Experimentieren zu gewährleisten. Mögliche Gefährdungen werden angesprochen, der richtige Umgang mit feuerfesten Unterlagen, Streichhölzern und Löschsand wird vorgeführt und eingeübt, Regeln zum sicheren Umgang mit Feuer werden eingehalten. Zum Löschen werden Eimer mit Sand bereitgehalten.</p>

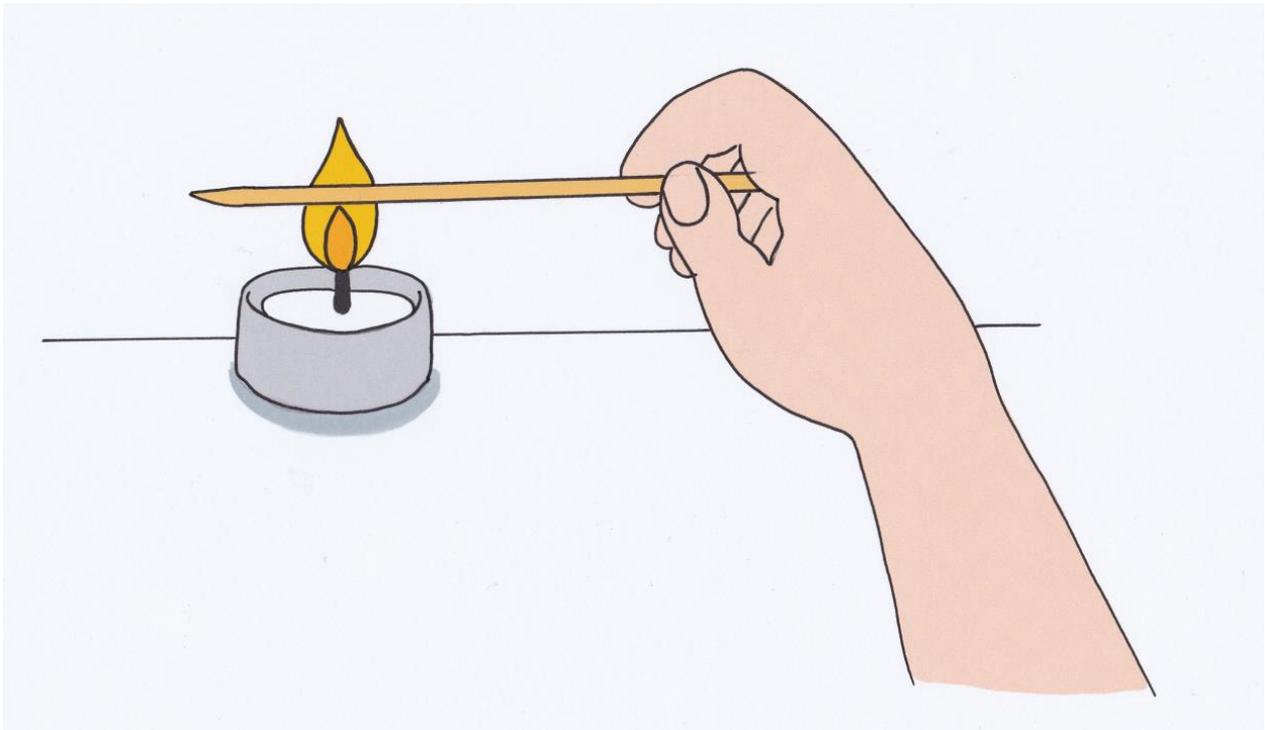
Flammenzonen

Frage: Wo ist die Flamme am heißesten?

Das braucht ihr: 1 Teelicht oder Kerze
1 Holzspieß
Streichhölzer
feuerfeste Unterlage
Eimer mit Sand

So geht ihr vor: Zündet das Teelicht mit den Streichhölzern an.
Haltet den Holzspieß an einem Ende fest.
Bewegt den Holzspieß langsam waagrecht durch die Flammenmitte.

Beobachtet den Holzspieß genau.



Eigenschaften des Dochtes

Frage: Welche Eigenschaften benötigt der Docht einer Kerze?

Das braucht ihr:

- 4 Teelichter
- Streichhölzer
- 1 Faden (aus Baumwolle)
- 1 Zahnstocher
- 1 Nagel
- feuerfeste Unterlage
- Eimer mit Sand

So geht ihr vor:

Zieht aus jedem Teelicht den Docht heraus (von unten).
 Kürzt den Faden und den Zahnstocher so, dass sie etwa gleich lang sind wie der Docht.

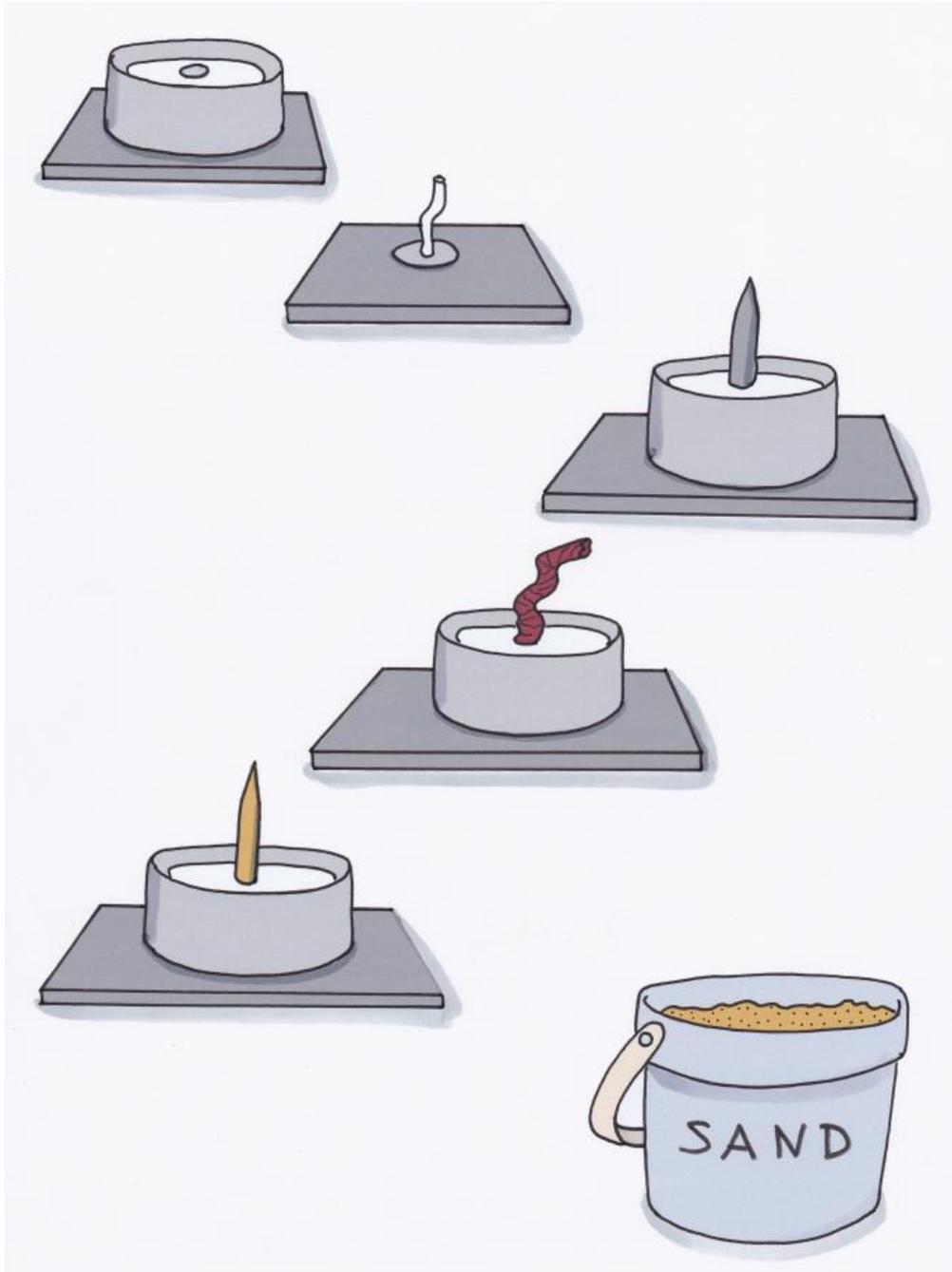
Setzt dann den Faden, den Zahnstocher und den Nagel als Docht in die Teelichter ein (von unten).
 Ein Teelicht bleibt ohne Docht.
 Nehmt zusätzlich einen Docht ohne Teelicht.

Welcher Docht lässt sich vermutlich anzünden?
 Welches Teelicht brennt länger als 1 Minute?
 Tragt eure Vermutung in die Tabelle ein.

Überprüft eure Vermutung.
 Zündet die Teelichter jeweils nacheinander mit den Streichhölzern an.

Welcher Docht lässt sich anzünden?
 Wie lange brennt der Docht?
 Welches Teelicht brennt am längsten?
 Tragt eure Beobachtung in die Tabelle ein.

Welche Eigenschaften muss der Docht haben, damit das Teelicht brennen kann?



Material des Dochtes	Vermutung		Beobachtung	
	Docht brennt	Teelicht brennt	Docht brennt	Teelicht brennt

(10) Experimente zu den Grundbedingungen für die Entstehung eines Feuers

Bezug zum Bildungsplan	Denkanstöße	Teilkompetenzen
	Welche Situationen initiiert die Lehrkraft, in denen gemeinsam über Nutzen und Gefahren des Feuers nachgedacht wird? Welche Phänomene im Zusammenhang mit der Kerze aktivieren Vorerfahrungen der Kinder und provozieren Fragen? Wie wird die Sicherheit beim Durchführen von Experimenten gewährleistet (Sicherheitsvorschriften, Löschmöglichkeiten)?	(12) Bedingungen für das Entstehen eines Feuers experimentell untersuchen (vereinfachtes Verbrennungsdreieck); dazu Experimente zu den Grundbedingungen für die Entstehung eines Feuers (vereinfachtes Verbrennungsdreieck: Einfluss der Luft auf die Verbrennung, Brennbarkeit verschiedener Materialien, Temperatur)

Experimente zu den Grundbedingungen für die Entstehung eines Feuers	Materialliste	Sicherheitshinweis
	<u>Ein Feuer braucht drei Dinge – Luft</u> Teelichter, Streichhölzer, unterschiedlich große Gläser, Wasser, feuerfeste Unterlagen, Eimer mit Sand	Hinweise auf das richtige Verhalten bei Glasbruch werden vermittelt, das Entsorgen von Glasscherben wird von der Lehrkraft vorgenommen Es werden Teelichter oder Kerzen verwendet, es kommen keine Spiritusbrenner zum Einsatz. Kein Plastik verbrennen (je nach Plastikart besteht eine mögliche Gefährdung durch giftige Gase, zudem Geruch bedenken), keine Gefahrstoffe wie z. B. Spiritus auf Brennbarkeit testen.
	<u>Ein Feuer braucht drei Dinge – Material</u> Verschiedene Materialien: Glasplättchen, Nagel, Kerzenrest, Teelichthalterung, Baumwollstoff, Pappe, Holz, Korken (jeweils kleine vorbereitete Stücke) Teelichter, Streichhölzer, feuerfeste Unterlagen, Eimer mit Sand, Teller aus Metall (z. B. Grillschalen aus Aluminium oder Blechdeckel)	Vorsicht beim Erhitzen von Wasser: das Wasser wird sehr heiß. <u>Experimentieren mit Feuer:</u> Beim Experimentieren mit Teelichtern und Kerzen, also bei offener Flamme, werden mit den Schülerinnen und Schülern wichtige Verhaltensweisen besprochen und eingeübt. Hier wird besondere Sorgfalt vermittelt, um ein sicheres Experimentieren zu gewährleisten. Mögliche Gefährdungen werden angesprochen, der richtige Umgang mit feuerfesten Unterlagen, Streichhölzern und Löschsand wird vorgeführt und eingeübt, Regeln zum sicheren Umgang mit Feuer werden eingehalten. Zum Löschen werden Eimer mit Sand bereitgehalten.
	<u>Ein Feuer braucht drei Dinge – Temperatur</u> Teelichter, Pinzetten, Sektverschlüsse, Streichhölzer Streichholzschachteln, Wasser, feuerfeste Unterlagen, Eimer mit Sand	

Ein Feuer braucht drei Dinge – Luft

Frage: Kann man Feuer ersticken?

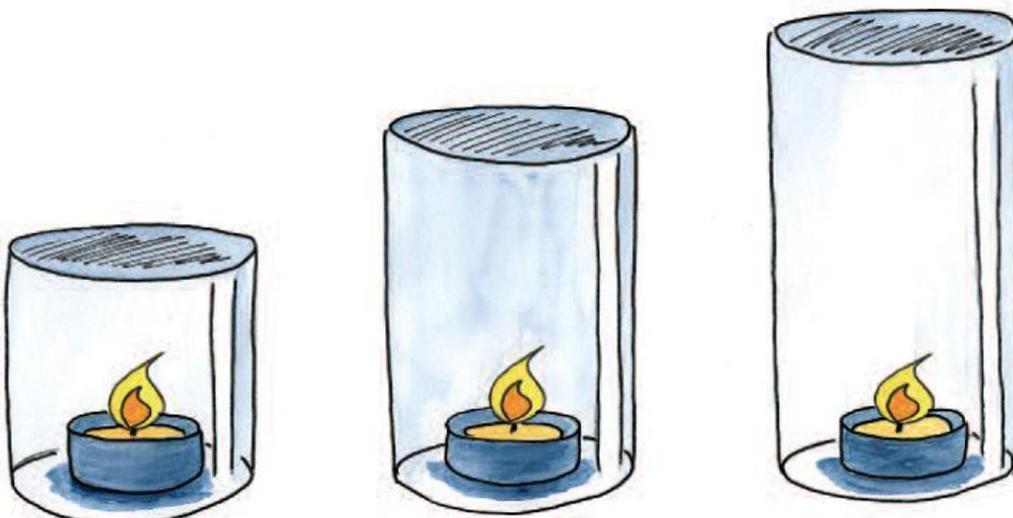
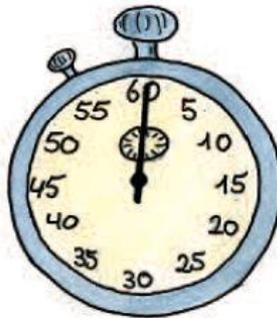
Das braucht ihr: 1 Teelicht
3 unterschiedlich große Gläser
Streichhölzer
feuerfeste Unterlage
Eimer mit Sand
Uhr

So geht ihr vor: Zündet das Teelicht an.
Stülpt dann das kleinste Glas über das Teelicht.
Messt die Zeit. Wie lange brennt das Teelicht?

Zündet das Teelicht wieder an.
Wiederholt das Experiment mit dem mittelgroßen Glas.

Zündet das Teelicht wieder an.
Wiederholt das Experiment mit dem größten Glas.

Beobachtet und vergleicht.



Ein Feuer braucht drei Dinge – Material

Frage:

Welches Material brennt?

Das braucht ihr:

1 Teelicht
 1 Pinzette
 Streichhölzer
 feuerfeste Unterlage
 Eimer mit Sand
 Teller aus Metall (z. B. Grillschalen aus Aluminium oder Blechdeckel)

Verschiedene Materialien:

Glasplättchen, Nagel, Kerzenrest, Teelichthalterung,
 Baumwollstoff, Pappe, Holz, Korke

So geht ihr vor:

Welches Material brennt vermutlich?
 Tragt eure Vermutung in die Tabelle ein.

Überprüft eure Vermutung.

Zündet das Teelicht an.

Haltet jeweils mit der Pinzette kleine Stücke der verschiedenen Materialien in die Flamme.

Beobachtet.

Tragt eure Beobachtung in die Tabelle ein.

Hinweis:

Wenn ein Material brennt, so könnt ihr dieses bei Gefahr auspusten oder mit Sand löschen.

Gebt übrig gebliebenes und nicht mehr brennendes Material auf den Abfallteller.



Material	Vermutung				Beobachtung			
	brennt	brennt nicht	brennt schnell	schmilzt	brennt	brennt nicht	brennt schnell	schmilzt

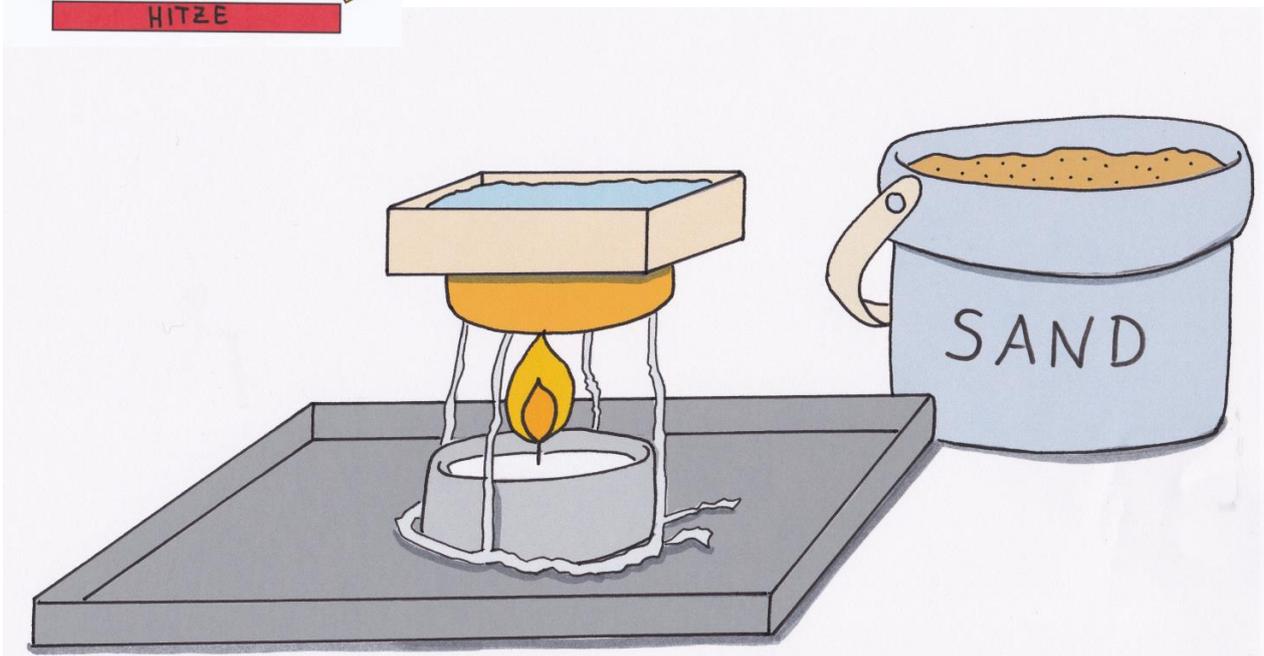
Ein Feuer braucht drei Dinge – Temperatur

Frage: Wann brennt die Streichholzschachtel?

Das braucht ihr: Teelicht
 Sektverschluss
 Streichhölzer
 Streichholzschachtel
 Wasser
 feuerfeste Unterlage
 Eimer mit Sand

So geht ihr vor: Füllt die leere Streichholzschachtel zur Hälfte mit Wasser.
 Stellt das Teelicht auf die feuerfeste Unterlage.
 Zündet das Teelicht an.
 Stellt den Sektverschluss über das Teelicht.
 Stellt die Streichholzschachtel mit Wasser auf den Sektverschluss.

 Beobachtet.
Vorsicht: das Wasser wird sehr heiß!



(11) Experiment zum einfachen Löschen von Feuer am Beispiel der Kerze bezogen auf das Verbrennungsdreieck

Bezug zum Bildungsplan	Denkanstöße	Teilkompetenzen
	<p>Welche Gelegenheiten schafft die Schule, damit die Kinder das Verhalten im Brandfall trainieren können?</p> <p>Wie werden außerschulische Expertinnen und Experten in den Unterricht einbezogen (zum Beispiel die Feuerwehr)?</p>	<p>(13) Brandursachen sowie Brandschutzmaßnahmen nennen und einfache Löschmaßnahmen bezogen auf das Verbrennungsdreieck durchführen; dazu mindestens ein Experiment zum einfachen Löschen von Feuer am Beispiel der Kerze bezogen auf das Verbrennungsdreieck</p>

Experiment zum einfachen Löschen von Feuer am Beispiel der Kerze bezogen auf das Verbrennungsdreieck	Materialliste	Sicherheitshinweis
	<p><u>Teelicht unterschiedlich löschen</u></p> <p>Teelichter, Streichhölzer, feuerfeste Unterlagen, Metall- oder Glasschüsseln, Sprühflaschen mit Wasser, Deckel, Eimer mit Sand</p>	<p>Es werden Teelichter oder Kerzen verwendet, es kommen keine Spiritusbrenner zum Einsatz.</p> <p>Hinweise auf das richtige Verhalten bei Glasbruch werden vermittelt, das Entsorgen von Glasscherben wird von der Lehrkraft vorgenommen</p> <p><u>Experimentieren mit Feuer:</u></p> <p>Beim Experimentieren mit Teelichtern und Kerzen, also bei offener Flamme, werden mit den Schülerinnen und Schülern weitere wichtige Verhaltensweisen besprochen und eingeübt. Hier wird besondere Sorgfalt vermittelt, um ein sicheres Experimentieren zu gewährleisten. Mögliche Gefährdungen werden angesprochen, der richtige Umgang mit feuerfesten Unterlagen, Streichhölzern und Löschsand wird vorgeführt und eingeübt, Regeln zum sicheren Umgang mit Feuer werden eingehalten. Zum Löschen werden Eimer mit Sand bereitgehalten.</p>

Feuer löschen

Frage: **Wie kann man Feuer löschen?**

Das braucht ihr: Teelicht
 Streichhölzer
 feuerfeste Unterlage
 Metall- oder Glasschüssel
 Sprühflasche mit Wasser
 Deckel
 Eimer mit Sand

So geht ihr vor: Versucht, die Flamme des Teelichts auf verschiedene Arten zu löschen.
 Beschreibt nach jedem Löschversuch, welche Bedingung zum Brennen des Teelichts fehlt.

Stellt das Teelicht in die Schüssel.
 Zündet das Teelicht an.
 Deckt zuerst die Schüssel mit dem Deckel ganz ab.

Entzündet das Teelicht erneut.
 Spritzt Wasser auf die Flamme.

Entzündet das Teelicht wieder.
 Lasst es brennen, bis es von selbst ausgeht.

Tragt eure Beobachtungen in die Tabelle ein.



Löschen mit	Fehlende Bedingung:

Bauten und Konstruktionen
(12) Experiment zu den Rolleigenschaften von Fahrzeugen

Bezug zum Bildungsplan	Denkanstöße	Teilkompetenzen
	<p>Wie wird den Kindern der sach- und sicherheitsgerechte Umgang mit Werkzeugen ermöglicht?</p> <p>Welche Hilfsmittel nutzen Kinder mit motorischen Schwierigkeiten?</p> <p>Wie werden linkshändige Kinder beim Umgang mit Werkzeugen unterstützt?</p> <p>Wie dokumentieren die Kinder ihre individuellen Ideen, Konstruktionsergebnisse und Herstellungsprozesse (zum Beispiel mittels Skizzen, Sachzeichnungen, Beschreibungen, Abbildungen, Fotos)?</p> <p>Welche Alltagssituationen werden genutzt, um technische Funktionszusammenhänge zu analysieren und zu verstehen?</p>	<p>(4) einfache technische Aufgabenstellungen erfassen sowie entsprechende Lösungsansätze entwerfen, skizzieren, kommunizieren, konstruieren, erproben, optimieren und beurteilen (zum Beispiel Bau von Räderfahrzeugen oder Booten); dazu mindestens ein Experiment zu den Rolleigenschaften von Fahrzeugen (zum Beispiel Ausführung der Räder und Achsen)</p>

Experiment zu den Rolleigenschaften von Fahrzeugen	Materialliste	Sicherheitshinweis
	<p><u>Ein Auto mit Antrieb</u></p> <p>Pappteller, Flaschendeckel (aus Plastik mit Loch), Korke, Holzspieße (z. B. Schaschlikspieße), Trinkhalme, Fahrradschlauch, Luftballons, Klebestifte, Flüssigklebstoff oder Knete, Kreppband, Messer, Schneidebrett, Handbohrer</p> <p><u>Hinweis:</u> erfahrungsgemäß werden von Schülerinnen und Schülern nicht alle Materialien, die zur Verfügung stehen, auch genutzt (z. B. Fahrradschlauch). Die Aufgabenstellung ist sehr offen formuliert.</p>	<p>Es werden keine Heißklebepistolen oder Sekundenkleber verwendet.</p>

Ein Auto mit Antrieb

Aufgabenstellung: Ein Auto mit Luftballon bauen

Das braucht ihr:

- 1 Teller aus Pappe (rechteckig)
- 4 Flaschendeckel
- 1 Korken
- 2 Holzspieße
- 3 Trinkhalme
- 1 Stück Fahrradschlauch
- 1 Luftballon
- 1 Messer
- 1 Schneidebrett
- Klebestift, Flüssigklebstoff oder Knete, Kreppband
- Handbohrer

So bereitet ihr vor: Basteln des Luftballonantriebs:
Halbiert den Korken.
Bohrt dann ein Loch in den Korken.
Schneidet ein Stück von einem Trinkhalm ab.
Steckt das Stück durch das Loch im Korken.
Stülpt den Luftballon über den Korken.
Ihr könnt den Luftballon mit dem Trinkhalm aufblasen.

Überlegung:

Überlegt, wie ihr das Auto bauen wollt.

Das Auto soll:

- möglichst gerade rollen
- möglichst weit mit dem Luftballon angetrieben werden

Zeichnet euer Auto.

So geht ihr vor: Baut das Auto und befestigt den Antrieb.
Blast den Luftballon mit dem Trinkhalm auf und lasst das Auto fahren.

Wie weit fährt es?

Fährt es geradeaus?

Ihr könnt mit den anderen Gruppen ein Wettfahren veranstalten.

Welche Autos fahren weiter? Welche fahren schneller?

Vergleicht euer Auto mit den Autos der anderen Gruppen.

Vergleicht Achsen, Räder und Antrieb.



Energie

(13) Experiment zur Solarenergie, Wind- oder Wasserkraft als Antrieb

Bezug zum Bildungsplan	Denkanstöße	Teilkompetenzen
	<p>Welche geeigneten Konstruktionsmaterialien werden den Kindern zum Modellbau zur Verfügung gestellt?</p> <p>Wie werden die Kinder beim Entwickeln von Ideen unterstützt, was mit den selbstgebaute Modellen betrieben werden könnte?</p>	<p>(3) ein Modell bauen, das die technische Nutzung unbegrenzter Energieträger zeigt (zum Beispiel Wind-, Wasserrad, Solarofen); dazu mindestens ein Experiment zur Solarenergie, Wind- oder Wasserkraft als Antrieb</p>

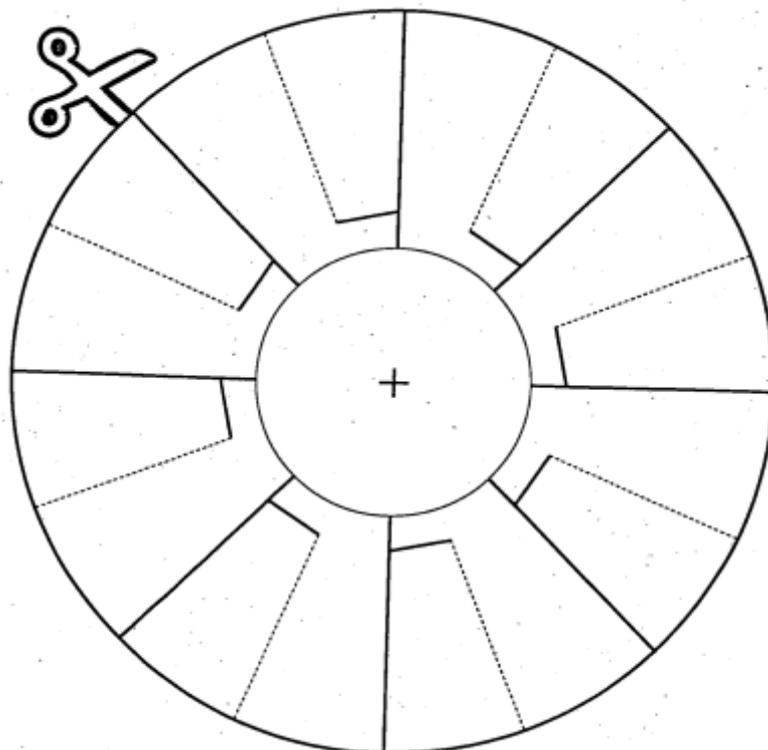
Experiment zur Solarenergie, Wind- oder Wasserkraft als Antrieb	Materialliste	Sicherheitshinweis
	<p><u>Ein Windrad bauen</u></p> <p>Milchtüten oder Safttüten (Getränkekartons), farbiges DIN A4-Papier, Trinkhalme, Holzspieße (z. B. Schaschlikspieße), Teebeutel, Reißzwecken, Vorlagen für den Rotor, Klebstoff, Schere, Faden, Nagel oder Vorstecher, Knete</p> <p><u>Hinweis:</u> für die Standfestigkeit des Windrads können etwas Sand oder Steine in die Milchtüte gegeben werden.</p>	<p>ohne</p>

Ein Windrad bauen

Frage: Wie treibt Wind ein Windrad an?

Das braucht ihr: 1 Milchtüte oder Safttüte
 farbiges dickes Papier
 1 Trinkhalm
 1 Holzspieß
 1 Teebeutel
 1 Reißzwecke
 Klebefilm, Schere, Faden, Nagel oder Vorstecher, Knete
 Vorlage für den Rotor

So bereitet ihr vor: Basteln des Rotors:
 Schaut euch die Bauanleitung genau an.
 Nehmt ein dickes Papier und schneidet einen Rotor wie in der Vorlage aus.



So geht ihr vor:

Schaut euch das Bild genau an.

Beklebt die Milchtüte außen mit dem farbigen Papier.

Bohrt mit dem Nagel ein Loch in eine Seite der Milchtüte.

Das Loch soll am oberen Rand in der Mitte sein.

Bohrt ein zweites Loch an der gegenüberliegenden Seite, in der gleichen Höhe am oberen Rand in der Mitte.

Schiebt den Trinkhalm durch die beiden Löcher.

Stecht vorsichtig mit der Reißzwecke in das stumpfe Ende des Holzspießes.

Dadurch entsteht ein kleiner Spalt im Holzspieß.

Befestigt den Faden des Teebeutels in diesem Spalt.

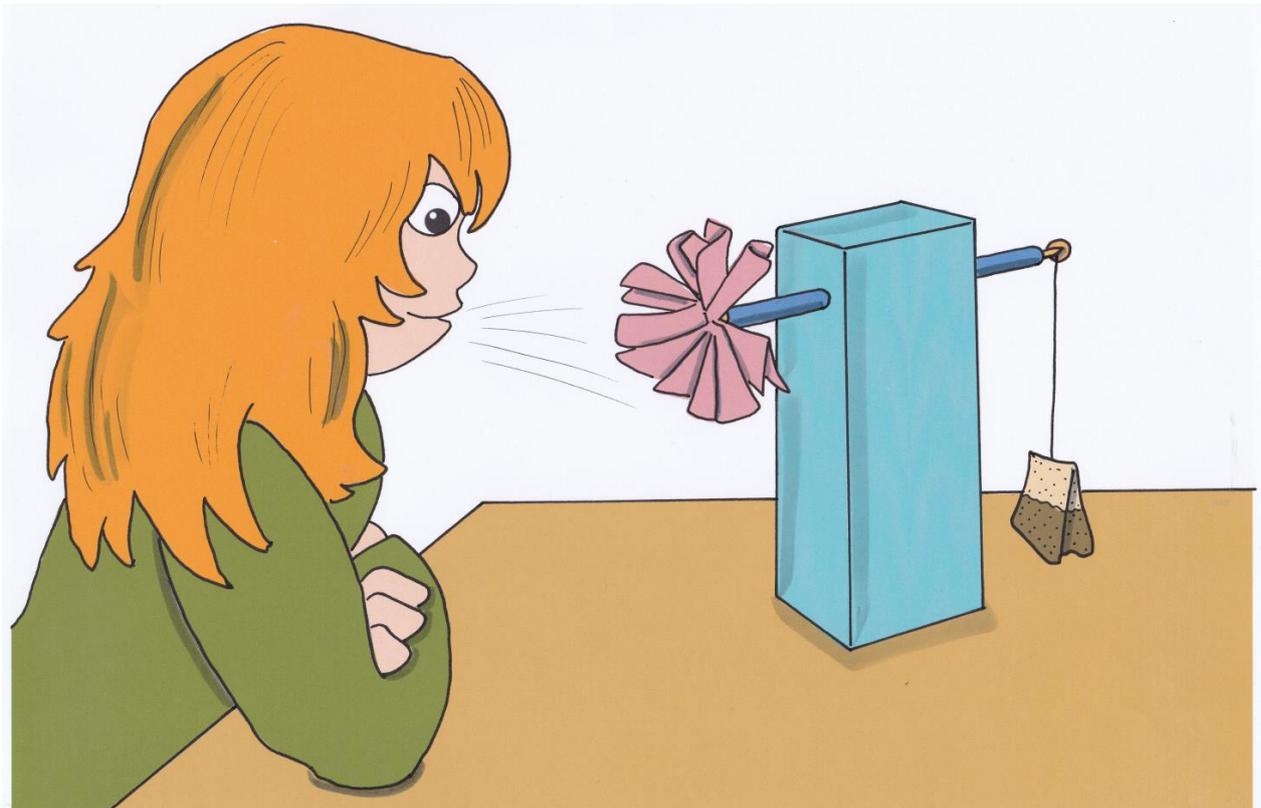
Steckt den Holzspieß durch den Trinkhalm.

Stecht den Rotor in der Mitte durch.

Steckt den Rotor auf einen Holzspieß und befestigt ihn mit Knete.

Pustet nun vorsichtig gegen den Rotor.

Beobachtet und beschreibt, was passiert.



(14) Experimente zum elektrischen Strom und dessen Wirkung

Bezug zum Bildungsplan	Denkanstöße	Teilkompetenzen
	<p>Wie knüpft der Unterricht an die Alltagsvorstellungen der Kinder zum Thema Elektrizität an?</p> <p>Welche Lernsituationen ermöglichen den Kindern, über die Abhängigkeit des Menschen von der Elektrizität nachzudenken?</p> <p>Wie werden Sicherheitsregeln im Umgang mit elektrischem Strom thematisiert, um die Kinder für Gefahrenpotenziale zu sensibilisieren?</p> <p>Berücksichtigt der Unterricht die Richtlinien zum sicheren Experimentieren mit elektrischer Energie?</p>	<p>(6) beim Bau einer technischen Anlage (zum Beispiel einfacher Stromkreis) erfahren, dass man Elektrizität braucht, um zum Beispiel Räume zu beleuchten oder Geräte zu betreiben;</p> <p>dazu Experimente zum elektrischen Strom (elektrische Leitfähigkeit verschiedener Materialien) und dessen Wirkungen (Wärme, Licht, Bewegung)</p>

Experimente zum elektrischen Strom und dessen Wirkung	Materialliste	Sicherheitshinweis
	<p><u>Materialien können Strom leiten</u></p> <p>Flachbatterien (4,5 V), Kabel mit Krokodilklemmen, Glühlämpchen mit Fassung, Verschiedene Materialien: Holz, Kreide, Schwamm, Glas, Bleistift, Metalllöffel, Plastiklöffel, Holzwascheklammer, Stein</p>	<p><u>Umgang mit elektrischem Strom (Batterien):</u></p> <p>Bei den Experimenten zum elektrischen Strom kommen lediglich Batterien (z. B. Flachbatterien mit 4,5 V oder Blockbatterien mit 9 V) zum Einsatz. Bei Batterien ist vor dem Experimentieren zu prüfen bzw. sicherzustellen, dass keine Batteriesäure ausgelaufen ist (Sichtprüfung). Beachten Sie auch die Lagerungs- und Entsorgungshinweise in Kapitel 3. Es werden Glühlämpchen (oder LEDs) eingesetzt.</p> <p>Im Experiment werden Alkoholthermometer verwendet, da der Einsatz von Quecksilberthermometern für Schülerinnen und Schüler nicht zulässig ist. Um einen Bruch der Thermometer zu vermeiden, wird der richtige Umgang mit Thermometern erklärt und eingeübt. Hinweise auf das richtige Verhalten bei Glasbruch werden vermittelt, das Entsorgen von Glasscherben wird von der Lehrkraft vorgenommen.</p>
	<p><u>Wirkung von Strom – Wärme</u></p> <p>Flachbatterien (4,5 V), Thermometer (bis 100 Grad Celsius), dünner Draht (Konstantan-Draht, je 30 cm)</p>	
	<p><u>Wirkung von Strom – Bewegung</u></p> <p>Flachbatterien (4,5 V), 2 Drahtstücke (isoliert), Mini-Elektromotoren, Krokodilklemmen, Moosgummiform (z. B. Fisch)</p> <p><u>Hinweis:</u> Dieses Experiment wird nur für wenige Sekunden (etwa 10 Sekunden) durchgeführt.</p>	

Materialien können Strom leiten

Frage: Welche Materialien leiten den Strom?

Das braucht ihr: 1 Flachbatterie
3 Kabel mit Krokodilklemmen
1 Glühlämpchen mit Fassung

Verschiedene Materialien:

Holz, Kreide, Schwamm, Glas, Bleistift, Metalllöffel,
Plastiklöffel, Holzwäscheklammer, Stein

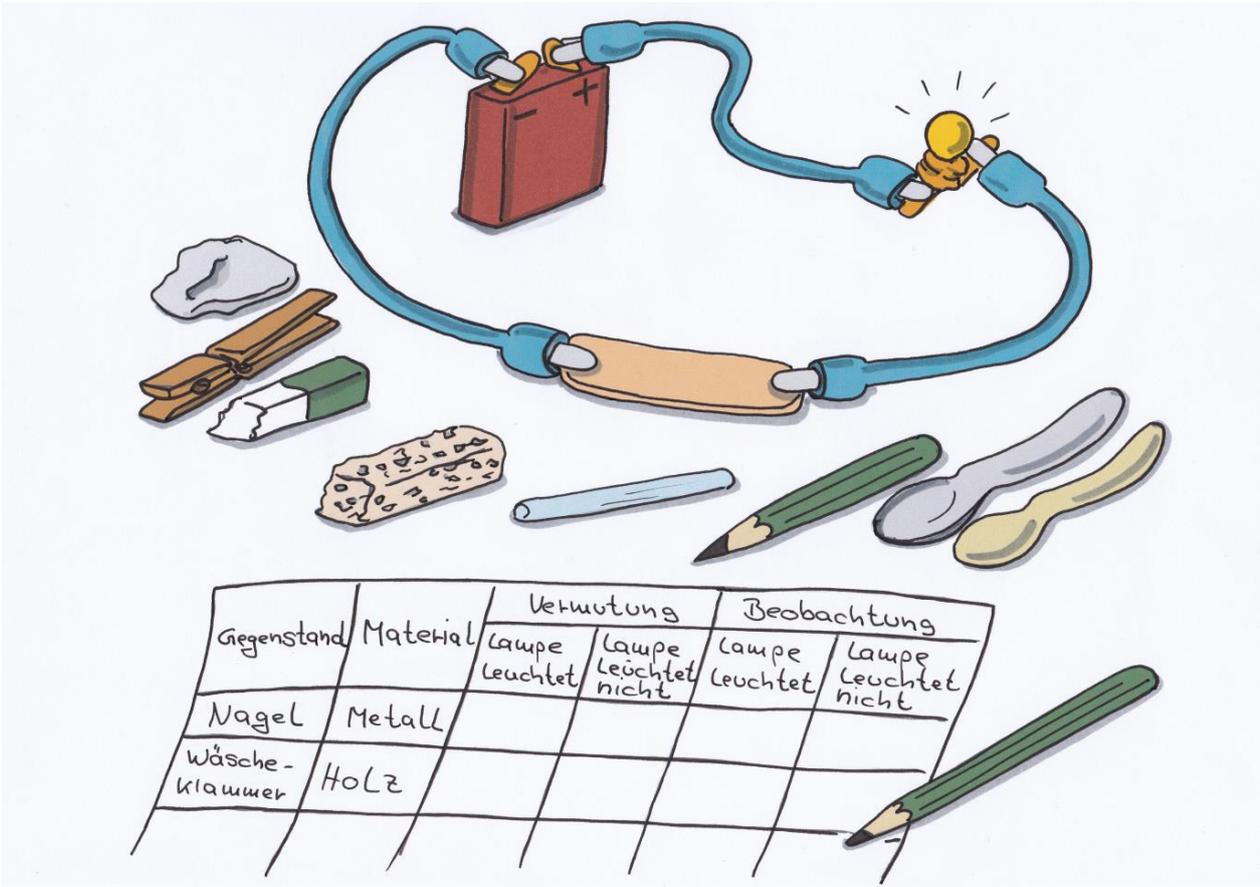
So geht ihr vor: Schaut euch das Bild genau an.
Baut den Stromkreis wie auf dem Bild auf.

Schließt zwei Kabel an die Batterie an.
Schließt nun eines dieser Kabel auch an die Fassung an.
Schließt dann das dritte Kabel an die andere Seite der Fassung an.

Bei welchen Materialien leuchtet das Lämpchen vermutlich?
Tragt eure Vermutungen in die Tabelle ein.

Überprüft eure Vermutung.
Klemmt nacheinander verschiedene Materialien in die
Krokodilklemmen.

Bei welchen Materialien leuchtet das Lämpchen tatsächlich?
Tragt eure Beobachtungen in die Tabelle ein.



Gegenstand	Material	Vermutung		Beobachtung	
		Lampe leuchtet	Lampe leuchtet nicht	Lampe leuchtet	Lampe leuchtet nicht

Wirkung von Strom – Wärme

Frage: Welche Wirkung hat Strom?

Das braucht ihr: 1 Flachbatterie
1 Thermometer (bis 100 Grad Celsius)
dünner Draht (30 cm)

So geht ihr vor: Schaut euch das Bild genau an.

Wickelt den Draht vorsichtig um das untere Ende des Thermometers.

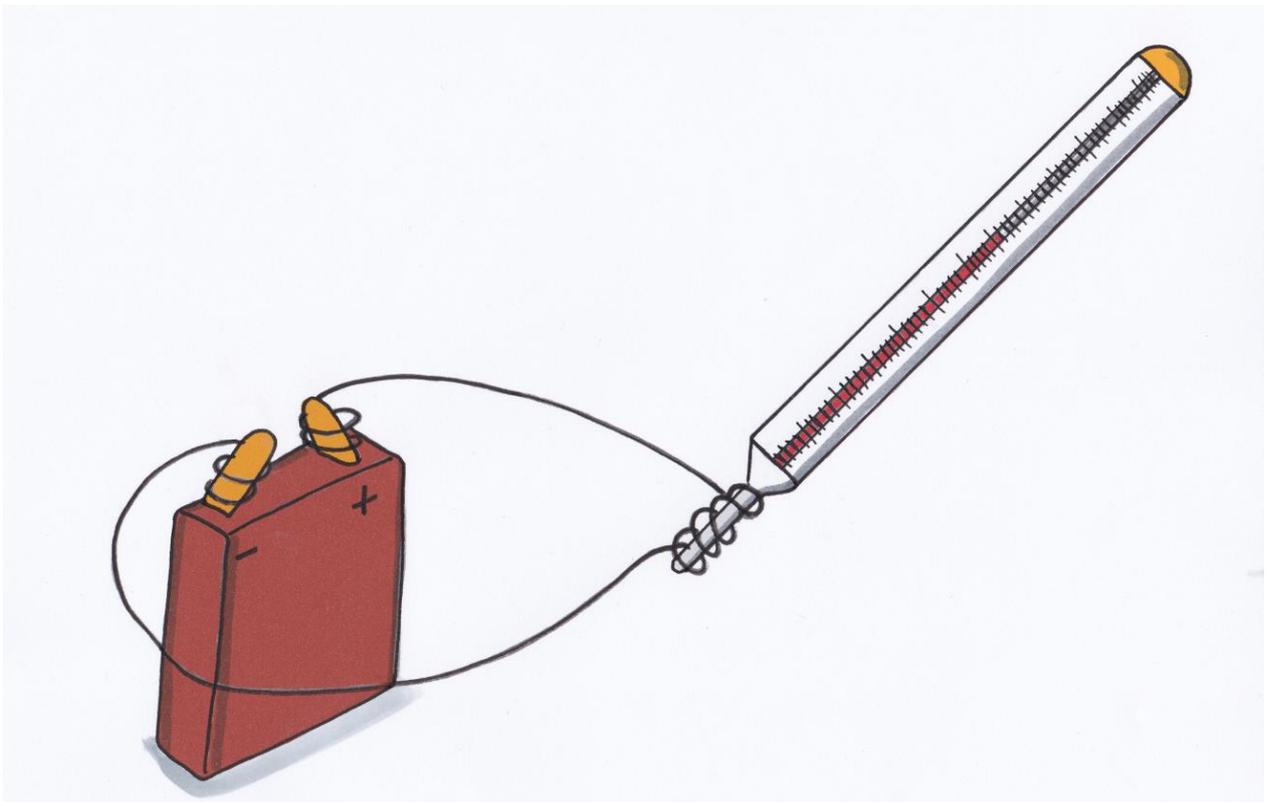
Wickelt dabei den Draht ganz eng und so, dass viele Windungen entstehen.

Achtet beim Wickeln darauf, dass das Thermometer nicht zerbricht. Lest die Temperatur auf dem Thermometer ab.

Verbindet nun zuerst das eine Ende des Drahts mit der Batterie, dann das andere Ende des Drahts.

Beobachtet das Thermometer für etwa 10 Sekunden.

Vorsicht: Beendet das Experiment spätestens nach 10 Sekunden.



Wirkung von Strom – Bewegung

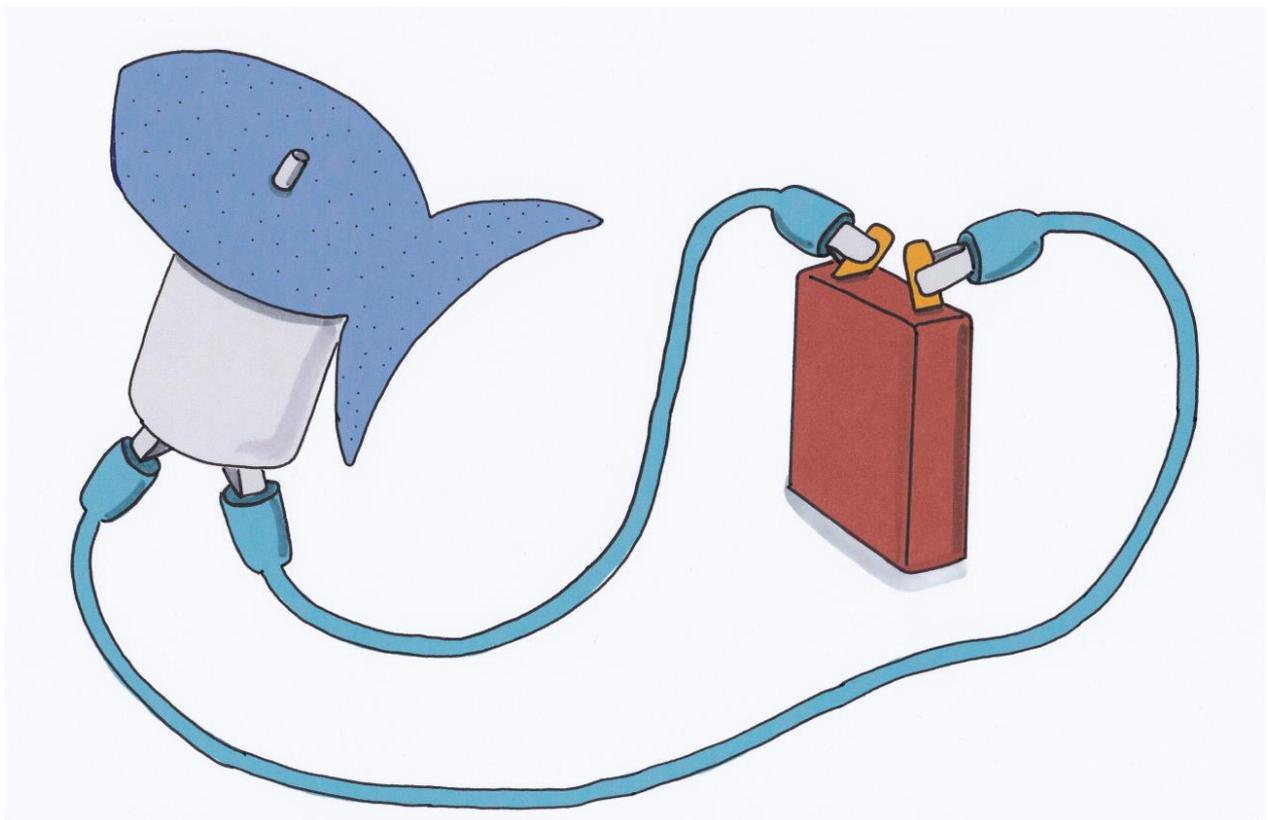
Frage: Kann Strom etwas bewegen?

Das braucht ihr: 1 Flachbatterie
 2 Kabel mit Krokodilklemmen
 1 Mini-Elektromotor
 1 Form aus Moosgummi (z. B. Fisch)

So geht ihr vor: Schaut euch das Bild genau an.

Steckt die Form aus Moosgummi auf den Rotor des Elektromotors.
 Schließt die Kabel an die Batterie an.
 Verbindet den Elektromotor mit der Batterie.

Beobachtet, was passiert.
 Beschreibt.



5 Wissenswertes auf Lernkarten

„Grundschülerinnen und Grundschüler staunen über Phänomene der Natur und begeistern sich für eigenes Erforschen und eigenes Ausprobieren. Durch Experimente im Sachunterricht wird das entdeckende Lernen gefördert und das Interesse an Naturwissenschaften geweckt.“

(Landesinstitut für Schulentwicklung: www.ls-bw.de/Lde/Startseite/Service/schularten, in Anlehnung an den Bildungsplan 2016).

Oft zeigt sich Begeisterung durch weiterführende Fragen, die einzelne Schülerinnen und Schüler oder auch die ganze Klasse mit Wissbegierde stellen und geht einher mit Antworten, die aus naturwissenschaftlicher Sicht ohne die Kenntnis von Fachsprache und weiteren Phänomenen kaum entsprechend zufriedenstellend beantwortet werden können. Schülerinnen und Schüler wollen oft mehr erfahren als für diese Altersstufe didaktisch reduziert vermittelbar ist. Ein Zwischenweg soll mit den folgenden Lernkarten „Wenn du mehr wissen möchtest“ geboten werden, um dem Staunen und dem Wissensdrang gerecht zu werden. Auch Phänomene und Fragen, die im weiter gefassten Sinn beim Beschäftigen mit einem Experiment oder Thema auftauchen, können durch Lernkarten einfach aufbereitet und veranschaulicht werden. Lehrkräfte können zusätzlich eigene Lernkarten zu unterschiedlichen Themen und Fragen gestalten. Beispielhaft werden in dieser Handreichung einige Lernkarten zu verschiedenen Themen vorgestellt.

Die Lernkarten können an einzelne Schülerinnen und Schüler ausgegeben werden. Die Lernkarten sind nicht dafür vorgesehen, dass sie prinzipiell als Kopiervorlage verwendet oder an die Experimente angehängt werden.

Wenn du mehr wissen möchtest...

...über Gelenke:

Ein Gelenk ist eine bewegliche Verbindung zwischen zwei oder drei Knochen.

In unseren Armen haben wir drei längere Knochen: den Oberarmknochen und die beiden Unterarmknochen. Diese heißen Elle und Speiche. Knochen selber sind nicht biegsam. Die Gelenke machen es uns möglich, Arme, Hände, Finger oder Beine zu bewegen. Nicht alle Gelenke in unserem Körper sind gleich und gleich beweglich. Es gibt z. B. Scharniergelenke bei Fingern (ähnlich den Scharnieren an den Türen) und Kugelgelenke (Schulter). Kugelgelenke besitzen eine sehr viel größere Beweglichkeit.

Wenn du mehr wissen möchtest...

...über die Wirbelsäule:

Die Wirbelsäule verbindet verschiedene Teile unseres Skeletts miteinander. Sie verbindet zum Beispiel den Kopf mit dem Brustkorb oder den Brustkorb mit dem Becken. Sie trägt zudem die Last von Kopf, Hals, Körper und Armen.

Die Wirbelsäule muss aus einzelnen Teilen bestehen, damit wir uns in alle Richtungen bewegen können. Dazu gehören Wirbelknochen, Bandscheiben und Bänder. Die Wirbelsäule ist von vorne aus betrachtet gerade. Von der Seite aus sieht man die Form von einem „S“. Diese Form wirkt wie eine Feder. Erschütterungen werden abgefedert.

Wenn du mehr wissen möchtest...

...über Stärke:

Wir müssen Nahrung essen, damit unser Körper Energie bekommt. Die braucht er zum Wachsen und zum Bewegen und sogar zum Denken.

Wir brauchen verschiedene Bestandteile der Nahrung, zum Beispiel die „Kohlenhydrate“. Zu diesen gehören Stärke und auch Zucker. Kohlenhydrate versorgen unseren Körper mit Energie. Sie gehören zu einer der drei großen Nährstoffgruppen. Die anderen beiden Nährstoffgruppen sind die „Fette“ und die „Eiweiße“ (sie werden auch „Proteine“ genannt). Wir brauchen zudem auch noch weitere Bestandteile wie Vitamine, Mineralien, Ballaststoffe und auch Wasser.

Wenn du mehr wissen möchtest...

...über Wasser:

Unser Körper besteht zu einem großen Anteil aus Wasser. Wir brauchen das Wasser für verschiedene Dinge: zum Schwitzen, für die Verdauung, zum Weiterleiten von Nährstoffen und zu vielem mehr. Weil unser Körper Wasser im Laufe des Tages verbraucht, müssen wir trinken. Durch das Trinken geben wir dem Körper das Wasser zurück. Auch in Lebensmitteln wie der Gurke ist ein großer Teil Wasser enthalten. Sie führt die Liste der Lebensmittel mit hohem Wasseranteil an. Weitere Lebensmittel, die viel Wasser enthalten, sind zum Beispiel Wassermelonen, grüne Salate, Tomaten, Buttermilch, Radieschen und weiteres Obst und Gemüse.

Wenn du mehr wissen möchtest...

...über Fette:

„Fette“ gehören zu den Nährstoffen. Fette liefern uns hauptsächlich Energie. Wir benötigen Energie zum Bewegen, zum Denken, zum Essen und sogar zum Schlafen. Wie viel Energie wir am Tag brauchen, hängt zum Beispiel davon ab, wie alt wir sind oder wie groß wir sind.

Auch brauchen Männer und Jungen mehr Energie als Frauen und Mädchen. Natürlich kommt es auch darauf an, wie häufig wir uns bewegen oder wie viel wir arbeiten. Fette schützen zudem unsere empfindlichen Organe durch eine Fettschicht und speichern Energie.

Wenn du mehr wissen möchtest...

...über Fell und Körperhaare:

Das Fell schützt Tiere vor allem im Winter vor dem Erfrieren. Auch der Mensch hat Haare am Körper. Unsere Vorfahren vor langer Zeit hatten noch viel mehr Haare am Körper als wir heute. Sie dienten auch als Schutz gegen Hitze und Kälte. Die dichte Körperbehaarung wurde vermutlich im Laufe der Zeit weniger, da wir wegen unserer Kleidung nicht mehr darauf angewiesen waren. Bei Wimpern, Augenbrauen und Nasen- bzw. Ohrenhaaren ist dies anders. Sie schützen unsere Sinnesorgane bis heute vor Schweiß und Fremdkörpern. Viele Haare am Körper sind so fein, dass sie kaum zu sehen sind.

Wenn du mehr wissen möchtest...**...über die Kreisläufe der Erde:**

Neben dem Wasserkreislauf gibt es auf der Erde noch weitere Kreisläufe. Zum Beispiel gibt es einen „Kreislauf der Gesteine“. Manche Gesteine sind durch Lebewesen (so genannte „lebende Organismen“) entstanden. Sie haben ein Gehäuse aus Kalk aufgebaut. Diese wurden auf dem Meeresboden abgelagert. Dort haben sie sich im Laufe der Zeit in eine andere Gesteinsart umgewandelt. Durch Regen und Wind werden Gesteine auch abgetragen und werden zu einem Bestandteil des Bodens. Der Boden wird als Grundlage für das Wachstum von vielen Pflanzen (also auch „lebenden Organismen“) benötigt.

Wenn du mehr wissen möchtest...**...über Eis:**

Wenn es im Winter sehr kalt wird, dann wird Wasser fest. Festes Wasser nennt man Eis. Damit Wasser zu Eis wird, braucht man eine Temperatur von etwa 0 Grad Celsius. Man sagt „das Wasser gefriert“. Die Temperatur, bei der das Wasser gefriert, nennt man den „Gefrierpunkt“. Eis schwimmt auf flüssigem Wasser, weil es leichter ist als Wasser. So können auch riesige Eisberge auf Wasser schwimmen. Der größte Teil des Eisbergs ist aber unter der Meeresoberfläche. Man sieht diesen Teil schlecht. Dies kann für Schiffe sehr gefährlich werden.

Wenn du mehr wissen möchtest...**...über das Lösen von Zucker:**

Zucker löst sich in Wasser. Bei einer Temperatur von 20 Grad lösen sich etwa 68 Würfel Zucker in einem Becher mit 100 ml Wasser. 68 Würfelzucker sind ungefähr 200 g. Wie viel Zucker sich in 100 ml Wasser löst, nennt man die „Löslichkeit“. In 100 ml Wasser lösen sich aber nur 36 g Salz. Die Löslichkeit von Salz ist also geringer als die von Zucker. Wenn man das Wasser erwärmt, kann man mehr Zucker lösen. Hat das Wasser eine Temperatur von 60 Grad, so kann man schon fast 100 Würfelzucker darin lösen. Das sind fast 300 g. Bei Salz geht das nicht. Es löst sich nicht mehr Salz in warmem Wasser.

Wenn du mehr wissen möchtest...**...über Antriebe:**

Einfach gesagt wird in der Technik etwas als „Antrieb“ bezeichnet, was eine Maschine bewegt. Das kann ein Motor sein, ein Zugtier oder auch der Wind. Wird eine Maschine durch die Muskelkraft eines Menschen oder auch eines Tieres bewegt, so spricht man von „manuellem Antrieb“. Hier gibt es zum Beispiel Handantriebe (z. B. Handkurbel) oder auch Fußantriebe (z. B. beim Roller oder das Pedal beim Fahrrad). Es gibt viele unterschiedliche Antriebsarten. Weitere Beispiele sind: Wasserkraftantrieb, Windkraftantrieb, Wärmekraftantrieb, Solarantrieb oder Elektroantrieb.

Wenn du mehr wissen möchtest...

...über Streichhölzer, Feuerzeuge:

Auf dem Kopf des Streichholzes und auch auf der Reibfläche der Schachtel sind brennbare Materialien angebracht. Wenn wir den Streichholzkopf mit etwas Druck über die Seitenfläche der Schachtel reiben, entsteht Wärme. Diese Wärme entzündet die Materialien und das Streichholz brennt. In einem Feuerzeug ist auch ein brennbares Material enthalten. Es ist flüchtig, weil es unter Druck steht. Wenn man einen Knopf drückt, so kann es als Gas ausströmen. Das Feuerzeug hat ein Rädchen und einen Feuerstein. Wenn man das Rädchen entlang des Steins reibt, entstehen Funken. Diese Funken entzünden dann das Gas.

Wenn du mehr wissen möchtest...

...über Feuerlöscher:

Es gibt verschiedene Arten von Feuerlöschern. Manche sind zum Beispiel mit Pulver gefüllt, manche bilden auch Schaum. Das Pulver oder der Schaum bedecken das brennende Material. Luft kann also nur noch schwer oder gar nicht mehr an das brennende Material gelangen. Wenn keine Luft mehr vorhanden ist, erstickt das Feuer. Die meisten Feuerlöscher sind rot lackiert, so dass sie gut gesehen werden können. Mit weißer Farbe sind dann Hinweise zur Bedienung aufgedruckt. Außerdem kann man lesen, für welche Arten von Bränden diese Löscher eingesetzt werden können.

Wenn du mehr wissen möchtest...

...über Strom:

Als „Strom“ bezeichnet man die Bewegung von elektrisch geladenen Teilchen. Diese Teilchen sind meistens so genannte „Elektronen“. Sie sind negativ geladen.

Ein einfacher Stromkreis besteht aus einer Stromquelle (zum Beispiel einer Batterie), einem Verbraucher (zum Beispiel einem Birnchen) und einem Draht zum Verbinden. Eine Batterie hat einen Pluspol und einen Minuspol. Sie werden mit + und - gekennzeichnet.

Elektronen fließen im Draht von einer Seite der Batterie zur anderen Seite.

Man sagt „es fließt Strom“.

Wenn du mehr wissen möchtest...

...über große Schiffe:

Auch große und schwere Schiffe wie Kreuzfahrtschiffe oder Tanker schwimmen. Das liegt daran, dass sie viel Raum einnehmen und damit viel Wasser verdrängen. Solche Schiffe erfahren also einen großen Auftrieb durch das Wasser. Ein sehr großes Kreuzfahrtschiff kann über 340 Meter lang sein. Das ist fast die Länge von drei großen Fußballfeldern. Die Angabe, wie viel Wasser verdrängt wird, heißt „Wasserverdrängung“. Sie wird bei einem großen Kreuzfahrtschiff mit fast 80.000 Tonnen angegeben. Ein großer LKW wiegt etwa 40 Tonnen. Ein solches Schiff wiegt also etwa so viel wie 2.000 große LKWs.

6 Anhang

6.1 Auswertung der Experimente

Die hier aufgeführten Beobachtungen und Erklärungen zu den beschriebenen Experimenten sind kurz zusammengefasst und für Lehrkräfte formuliert. Bei der Besprechung der Experimente mit Grundschülerinnen und Grundschülern soll die Sprache selbstverständlich auf ein altersgerechtes Niveau angepasst werden. Bei vielen Experimenten sind zusätzlich „Informationen und Tipps“ in Form von weiteren Bezügen zum Bildungsplan, mit Hintergrundwissen oder weiteren Vorschlägen für vertiefende Experimente angegeben.

(1) Experiment zur Funktion wesentlicher Körperteile

Gelenke

Beobachtung: Es ist nicht möglich vom Apfel abzubeißen, wenn der Arm in der Pappröhre steckt.

Erklärung: Um von dem Apfel abbeißen zu können, muss man den Arm bewegen können. Wir benötigen hierzu das Ellenbogengelenk, das Oberarm und Unterarm verbindet. Die Pappröhre verhindert, dass wir das Ellenbogengelenk einsetzen können.

Informationen und Tipps:

Ein Gelenk ist eine bewegliche Verbindung zwischen zwei oder drei Knochen. In unseren Armen haben wir beispielsweise drei Knochen: den Oberarmknochen und die beiden Unterarmknochen Elle und Speiche. Die Knochen selber sind nicht biegsam; erst Gelenke machen es uns möglich, z. B. Arme oder Beine bewegen zu können. Der menschliche Körper besitzt etwa 140 Gelenke, die uns zu unserer Bewegungsfähigkeit verhelfen. Dies wird beispielsweise auch beim Bewegen von Fingern unserer Hand deutlich. Ohne die Fingergelenke zwischen den Fingerknochen könnten wir nichts greifen.

Wirbelsäule

Beobachtung: Das Wirbelsäulenmodell lässt sich bei abwechselnd aneinandergereihten Holzscheiben (Wirbelknochen) und Schaumstoffscheiben (Bandscheiben) leicht in alle Richtungen bewegen. Das Modell ist flexibel. Nimmt man die Schaumstoffscheiben (Bandscheiben) aus dem Modell heraus, so ist eine Bewegung kaum möglich. Das Modell verhält sich recht starr und unflexibel.

Erklärung: Die Schaumstoffscheiben (Bandscheiben) sind flexibel und können zusammengedrückt werden. Daher ist das Modell beweglich.

Die Schaumstoffscheiben übernehmen die Funktion der Bandscheiben (weiche Knorpel) bei der Wirbelsäule und wirken ähnlich einem „Stoßdämpfer“. Die ist mit einem gefüllten Kissen vergleichbar. Die Holzscheiben stellen die Wirbel (Wirbelkörper) dar, die als Knochen recht fest sind und wenig flexibel. Ohne die Schaumstoffscheiben (Bandscheiben) ist das Modell daher unbeweglich.

Informationen und Tipps:

Die Wirbelsäule verbindet verschiedene Skelettteile miteinander, so z. B. den Kopf mit dem Brustkorb oder den Brustkorb mit dem Becken. Sie trägt zudem die Last von Kopf, Hals, Körper und Armen. Die Wirbelsäule erfüllt demnach eine wichtige Stützfunktion in unserem Körper. Eine weitere Funktion unserer Wirbelsäule ist, dass sie die Bewegungsfähigkeit unseres Körpers in alle Richtungen ermöglicht. Um diese Bewegungsfähigkeit ermöglichen zu können, muss die Wirbelsäule aus zahlreichen verschiedenen Einzelementen aufgebaut sein, die gegeneinander beweglich sind. Dazu gehören Wirbelkörper und Bandscheiben. Die Bandscheiben verhindern eine Reibung der Wirbelknochen und haben die Funktion von „Stoßdämpfern“. Weitere Bänder gewährleisten zudem die Beweglichkeit und sichern einen festen Zusammenhalt der einzelnen Wirbel untereinander.

(2) Experiment zu den Inhaltsstoffen in Nahrungsmitteln

Stärke in Kartoffeln

Beobachtung: Die aufgefangene Flüssigkeit im Becher ist anfangs trüb. Nach einiger Zeit setzt sich am Boden des Bechers eine weiße Masse ab. Die Flüssigkeit über der weißen Masse wird klarer. Man kann diese Flüssigkeit langsam und vorsichtig abgießen, so dass die weiße Masse im Becher bleibt.

Erklärung: Die weiße Masse auf dem Becherboden ist Stärke. Diese Stärke ist in der Kartoffel enthalten. Durch das Reiben der Kartoffel und das Auspressen der Kartoffelmasse, gelangt die Stärke mit dem in der Kartoffel enthaltenen Wasser und anderen Bestandteilen in den Becher. Dort setzt sich die Stärke am Boden ab, weil sie ein schwererer Bestandteil als Wasser ist. Daher kann man die übrige Flüssigkeit (in der Wasser enthalten ist) vorsichtig abgießen und die Stärke verbleibt im Becher.

Wenn man die Stärke trocknen lässt, dann wird sie pulvrig. Reine Stärke ist ein feines weißes Pulver.

Informationen und Tipps:

Um die Stärke in Nahrungsmitteln sichtbar zu machen, kann als Lehrerversuch der Stärkenachweis mit Jod-Tinktur aus der Apotheke in Betracht gezogen werden (Gefahrenhinweise und ggf. Schutzmaßnahmen beachten). Dazu gibt man wenige Tropfen der bräunlichen Tinktur auf verschiedene Lebensmittelproben (z. B. Kartoffel oder Brot). Ist in den Lebensmitteln Stärke vorhanden, so färbt sich die Tinktur dunkelblau. Hierzu kann auch reine Kartoffelstärke aus dem Lebensmittelhandel zum Vergleich herangezogen werden. Kartoffelstärke wird u. a. als Bindemittel bzw. als Soßenbinder zum Andicken von Soßen verwendet. Auch in Puddings und weiteren Lebensmitteln ist Kartoffelstärke enthalten.

Die Stärke gehört zu den so genannten „Kohlenhydraten“, die neben den Fetten und Eiweißen zu den drei wesentlichen Nährstoffgruppen gehört. Kohlenhydrate (zu denen auch Zucker gehören) liefern dem Körper Energie.

Wasser in der Gurke

Beobachtung: Im Glas hat sich einiges Wasser gesammelt. Das Gewicht an Fruchtfleisch ist viel geringer.

Erklärung: In der Gurke ist sehr viel Wasser enthalten. Wasser macht den größeren Anteil der Gurke aus. Das Fruchtfleisch macht nur einen geringen Teil aus. Bei einem Gewicht einer Gurke von 100 g würde das enthaltene Wasser ca. 97 g ausmachen. Die restlichen 3 g wären das Fruchtfleisch.

Informationen und Tipps:

Im Experiment werden nur näherungsweise diese Werte erreicht, weil im Geschirrtuch Wasser und Fruchtfleisch zurückbleiben.

Fettfleckprobe

Beobachtung: Wenn man die getrockneten Filterpapiere gegen das Licht hält, so sieht man bei den Filterpapieren mit den Nahrungsmitteln Käse, Sahne, Avocado und Schokolade durchscheinende Flecken. Bei den Filterpapieren mit Kartoffel, Gurke, Apfelsaft und Brot sieht man keine durchscheinenden Flecken. Die Filterpapiere zeigen nach dem Trocknen keine Veränderung.

Erklärung: In den Nahrungsmitteln Käse, Sahne, Avocado und Schokolade ist Fett enthalten. Dieses Fett hinterlässt auf den Filterpapieren auch nach dem Trocknen durchscheinende Flecken. In den Nahrungsmitteln Kartoffel, Gurke, Apfelsaft und Brot ist kein Fett enthalten. Die Filterpapiere dieser Nahrungsmittel waren zunächst durch enthaltenes Wasser fleckig. Beim Trocknen verdunstet dieses Wasser ohne dass

Flecken auf den Filterpapieren zurück bleiben.

Den wie im Versuch durchgeführten Nachweis von Fetten in Nahrungsmitteln nennt man „Fettfleckprobe“.

Informationen und Tipps:

Fette sind Energielieferanten und Energiespeicher für unseren Körper. Unser Körper benötigt Fett u. a. um unsere Organe mit einer schützenden Fettschicht zu umgeben, aber auch um fettlösliche Vitamine aufnehmen zu können. Wenn wir zu viel Fette über die Nahrung aufnehmen und diese nicht unmittelbar verbraucht werden, so werden diese in Depots gespeichert. In Zeiten des Hungers oder der Mangelernährung greift der Körper auf diese Energiereserven zurück.

Der dritte Nährstoffbaustein ist die Gruppe der Eiweiße (auch Proteine genannt). Eiweiße sind Baustoffe unseres Körpers, die beim Aufbau von Zellen, Gewebe, Muskeln, Haaren usw. beteiligt sind.

Gibt man in bekannte Suchmaschinen die Begriffe „gesunde Ernährung“ oder „Ernährungspyramide“ ein, so erhält man hilfreiche Informationen und anschauliche Bilder rund um das Thema Ernährung sowie über die Nährstoffe und weitere Nahrungsbestandteile und deren Aufgaben im Körper. Auch Wissenswertes über Kartoffeln und Gurken kann hier abgerufen werden.

(3) Experiment zur Wärmeisolation bei Tieren

Tiere im Winter

Beobachtung: Zu Beginn der Messung haben beide Wasserproben die gleiche Temperatur (Anfangstemperatur). Nach wenigen Minuten liest man am Thermometer im Reagenzglas ohne Lammfell eine niedrigere Temperatur ab als beim Thermometer im Reagenzglas mit Lammfell.

Das Wasser im Reagenzglas mit Lammfell ist im Vergleich wärmer.

Im Verlauf der Messungen stellt man diesen Temperaturunterschied mehr und mehr fest.

Erklärung: Die kalte Umgebung (kalte Luft) lässt das Wasser im Reagenzglas ohne Lammfell schneller abkühlen als das Wasser im Reagenzglas mit Lammfell. Das Lammfell wirkt als Isolierung. Die kalte Luft wird zunächst vom Reagenzglas abgehalten.

Informationen und Tipps:

Gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern soll ein Modellexperiment entwickelt werden, welches die Wärmeisolation bei Tieren abbilden kann. Mithilfe der Modellierung kann warmes Wasser die Körpertemperatur der Tiere abbilden, das mit Lammfell umwickelte Reagenzglas kann als Modell für ein Tier mit Fell dienen, das andere Reagenzglas wird nicht umwickelt und kann daher ein Tier ohne Fell darstellen. Im Anschluss an das Experiment findet eine Rückübertragung des Modells auf die reale Situation statt, die Schlussfolgerung wird auf Tiere mit und ohne Fell bezogen.

Viele Tiere müssen sich im Winter und bei niedrigen Temperaturen durch ihr Fell oder ihr Gefieder vor Unterkühlung, also zu starker Wärmeabgabe schützen. Das Fell bei Säugetieren oder das Federkleid bei Vögeln wirkt isolierend, da die Luft zwischen den dichten Haaren oder Federn gut festgehalten wird. Luft besitzt eine relativ schlechte Wärmeleitfähigkeit und kann hier kaum ausströmen. Innerhalb der Fellhaare oder Federn bildet sich also eine Isolierschicht aus Luft, die verhindert, dass die ganze Körperwärme direkt über die Haut nach außen abgegeben wird.

Das Winterfell der Säugetiere enthält viel mehr kleine Härchen als das Sommerfell und ist daher noch dichter. Bei Vögeln können zusätzlich Daunen (feine Flaumfedern) gebildet werden. Diese fallen nach dem Winter wieder aus.

Auch wir Menschen ziehen im Winter dicke Wollpullover an, um unsere Körperwärme zu halten. Zwischen dem Wollpullover und unserer Haut bildet sich auch eine Isolierschicht aus Luft. Oft tragen wir mehrere Kleidungsstücke übereinander. Zwischen diesen unterschiedlichen Schichten aus Kleidungsstücken wird Luft eingeschlossen. Es bilden sich mehrere Isolierschichten über unserer Haut und verhindern eine zu große Wärmeabgabe.

(4) Experimente zu den Zustandsformen des Wassers in Zusammenhang mit dem Wasserkreislauf

Wasserkreislauf im Glas

Beobachtung: Nach ein paar Tagen stellt man fest, dass die Pflanze nicht verwelkt ist, obwohl man die Pflanze nicht mehr gegossen hat. In der Teelichtschale ist weniger Wasser enthalten als zu Beginn des Experiments. Die Glaswand ist etwas trübe (mit Wasser beschlagen) und am Deckel sieht man kleine Wassertröpfchen.

Erklärung: Das Wasser in der Teelichtschale ist langsam über mehrere Tage verdunstet, also durch die Wärme des Tageslichts in Dampf übergegangen. Da das Glas mit einem Deckel verschlossen ist, kann der Wasserdampf nicht aus dem Glas entweichen. Dieser Wasserdampf befeuchtet nicht nur die Luft im Glas, sondern auch den Boden. Aus dem feuchten Boden nimmt die Pflanze die Feuchtigkeit auf, die sie zum Leben und Wachsen braucht. Zusätzlich wird über die Blätter der Pflanze Feuchtigkeit an die Luft abgegeben. Diese Feuchtigkeit wird auch vom Boden und später wieder von der Pflanze aufgenommen. So entsteht also ein (Wasser-) Kreislauf, wenn das Glas geschlossen bleibt.

Informationen und Tipps:

Der Bezug zum Wasserkreislauf der Erde kann hergestellt werden. Wasser von Meeren, Seen, Flüssen verdunstet und auch Pflanzen geben Wasser ab. Durch die Verdunstung entstehen Wolken, die bei genügend (übersättigter) Luftfeuchtigkeit über dem Land abregnen. Dadurch werden Meere, Seen und Flüsse in Form von Niederschlägen (Regen oder Schnee) wieder mit Wasser gespeist bzw. der Boden wird durchnässt und das Wasser wieder von Pflanzen aufgenommen.

Der Mensch greift zudem in diesen Wasserkreislauf ein, indem er zum Leben, für Haushalte und Industrie, zur Tierhaltung usw. Wasser dem Kreislauf entnimmt. Dadurch entstehen Abwässer, die wiederum durch Kläranlagen und weitere Abwasserreinigung gesäubert werden müssen, um sie dem Wasserkreislauf wieder zuführen zu können. Die Natur reinigt ihr Abwasser auf natürlichem Wege.

Weiteres Experiment:

Wenn das obige Experiment mit einem offenen Glas durchgeführt wird, so sieht man die Pflanze innerhalb weniger Tage verwelken, da der Wasserkreislauf sich nicht einstellen kann.

Wasser einfrieren

Beobachtung: Am Anfang des Experiments ist flüssiges Wasser in der Spritze, die Skala zeigt 7 ml an. Nimmt man nach einiger Zeit die Spritze aus dem Gefrierfach, so sieht man dass das Wasser zu Eis gefroren ist. Der Kolben der Spritze ragt ein Stück weiter aus der Spritze heraus. Auf der Skala liest man einen größeren Wert als 7 ml ab.

Erklärung: Wenn Wasser auf eine Temperatur von ca. 0 °C abkühlt, wird es fest. Das Wasser gefriert und es entsteht Eis (festes Wasser). Eis hat eine besondere Struktur und benötigt mehr Platz als flüssiges Wasser. Man sagt „Wasser dehnt sich beim Gefrieren aus“. Beim Gefrieren schiebt sich also der Kolben etwas weiter aus der Spritze heraus. Deswegen liest man auf der Skala einen größeren Wert als 7 ml ab.

Informationen und Tipps:

Als weiteres Experiment können die Schülerinnen und Schüler das Eis aus der Spritze nehmen und in einen großen Becher (alternativ in eine Wanne) mit Wasser fallen lassen. Als Beobachtung hält man fest, dass das Eis als gefrorenes Wasser andere Eigenschaften besitzt, als das Wasser in flüssigem Zustand. Das Eis schwimmt auf dem Wasser. Es scheint also bei einer Temperatur von 0 °C „leichter“ zu sein als das Wasser bei Zimmertemperatur. Die besondere Struktur des Eises benötigt mehr Platz als flüssiges Wasser. Das Eis fängt an zu schmelzen und verliert diese Struktur nach und nach.

(5) Experiment zum Lösen von Feststoffen in Wasser

Zucker und Salz in Wasser lösen

Beobachtung: Gibt man zu dem Teelöffel Zucker im Plastikbecher nach und nach Wasser hinzu, so beobachtet man, dass der Zucker nach einiger Zeit nicht mehr zu sehen ist. Ebenso beim Plastikbecher mit dem Salz. Es sind nur noch Flüssigkeiten in den Plastikbechern. Beide Flüssigkeiten sind klar und ohne Farbe. Man sagt „Salz und Zucker haben sich in Wasser gelöst“. Man zählt beim Plastikbecher mit Salz mehr mit Wasser gefüllte Pipetten, die man zugeben muss hat als beim Plastikbecher mit Zucker.

Erklärung: Gibt man jeweils gleiche Mengen Salz und Zucker in einen Plastikbecher und gibt nach und nach Wasser hinzu, so beobachtet man, dass bei Salz deutlich mehr Wasser nötig ist, um dieses in Wasser zu lösen als bei Zucker. Diese Eigenschaft nennt sich „Löslichkeit“. Man sagt „Zucker hat eine bessere Löslichkeit in Wasser als Salz“.

Informationen und Tipps:

Die Löslichkeit von Zucker (oder allgemein von Materialien) ist abhängig von der Temperatur. Dabei ist nicht gemeint, dass sich Zucker in warmem Wasser (z. B. Tee) schneller löst, sondern dass sich eine größere Menge Zucker in warmem Wasser löst als in Wasser mit Zimmertemperatur. So können beispielsweise so genannte „gesättigte“ Lösungen hergestellt werden, mit denen man durch Abkühlen und Stehenlassen Kristalle züchten kann. Dass der Lösungsvorgang bei warmem Wasser schneller geht, ist ein anderes Phänomen. Hier trägt die Wärme des Wassers dazu bei, dass die Energie zum Lösen der Zuckerkristalle schneller aufgebracht werden kann, als bei Wasser mit Zimmertemperatur. Hinweise und Tipps zum Herstellen gesättigter Lösungen sind im Internet abrufbar.

Weiteres Experiment:

Mit warmem Wasser (oder Tee, farblos) kann gezeigt werden, dass sich eine größere Menge Zucker löst, beispielsweise durch Abzählen von Zuckerkwürfeln.

Zur Förderung von sehr interessierten Schülerinnen und Schülern kann auch vereinzelt ein Zahlenwert der Löslichkeit angegeben werden. Aus so genannten „gesättigten“ Lösungen kann man schöne Kristalle züchten. Diese können mit Kochsalz oder Zucker gut gelingen, auf die Verwendung von Kupfersulfat und anderen Salzen, welche auch als Gefahrstoffe gekennzeichnet sind, wird verzichtet. Achten Sie bei im Handel erhältlichen Experimentiersets zur Kristallzucht auf Gefahrensymbole und auf die Ausweisung einer Altersangabe.

(6) Experiment zur Wasserversorgung

Verbundene Röhren

Beobachtung: Das Wasser steht in beiden Schlauchteilen immer gleich hoch. Verändert man die Form des Schlauches, so stellt man fest, dass sich der Wasserstand an beiden Schlauchteilen immer wieder auf die gleiche Höhe einstellt.

Erklärung: Der Wasserstand in beiden Schlauchteilen gleicht sich an. Verändert man die Form des Schlauches oder die Lage des Schlauches, so verteilt sich das Wasser so, dass die Wasserstände auf beiden Seiten auf die gleiche Höhe angeglichen werden.

Informationen und Tipps:

Flüssigkeiten wie z. B. Wasser passen sich nicht nur jeder Gefäßform an, sondern gleichen ihren Flüssigkeitsstand auch bei Veränderung der Lage oder beim Verteilen auf verschiedene miteinander verbundene Gefäße auf gleicher Höhe an.

Verbindet man mehrere Röhren oder auch Gefäße (nach oben offen) miteinander und füllt diese mit Wasser, so beobachtet man, dass der Wasserstand in allen Röhren oder Gefäßen stets gleich hoch steht. Man nennt dieses Phänomen das „Prinzip der verbundenen Röhren“ oder auch „Prinzip der kommunizierenden Röhren“. Verändert man die Lage der verbundenen Röhren, so stellt sich der Wasserstand in allen Röhren unmittelbar wieder auf die gleiche Höhe ein.

Eine Schlauchwaage dient beim Hausbau zur Ermittlung gleicher Höhen und garantiert, dass beispielsweise Fußböden und Fenster waagrecht liegen.

Auch unsere Trinkwasserversorgung über Wasserhähne beruht auf diesem Prinzip. In Wassertürme, die auf Hügeln gebaut werden, wird Wasser gepumpt und dort gespeichert. Wasserleitungen führen von den Wassertürmen auf den Hügeln zu den weiter unten gelegenen Wohnhäusern, die mit Trinkwasser versorgt werden sollen. Durch Eingabe der Begriffe „Prinzip der kommunizierenden Röhren“ in bekannte Suchmaschinen erhält man anschauliche Darstellungen und weitere Informationen z. B. über das Löschen von Bränden in Hochhäusern.

Weiteres Experiment:

Als Anwendungsbeispiel für die Schlauchwaage kann das folgende Experiment dienen:

Man wählt ein an der Wand hängendes Bild aus und möchte prüfen, ob dieses gerade hängt. Dazu hält man das eine Ende des Schlauches so, dass der Wasserstand an der rechten Unterkante des Bildes ist. Das andere Schlauchende hält man an die linke Unterkante des Bildes. Steht der Wasserstand in beiden Enden gleich hoch, so hängt das Bild gerade. Man kann das Bild im nächsten Experiment auch ein wenig schief hängen und mit der Schlauchwaage die richtige Position suchen, bis das Bild wieder gerade hängt.

(7) Experiment zur natürlichen und künstlichen Abwasserreinigung

Wasserdurchlässigkeit

Beobachtung: Ein Teil des zugegebenen Wassers fließt durch alle Bodenproben durch. In allen Marmeladengläsern sammelt sich daher Wasser. Das Marmeladenglas füllt sich bei der Probe mit Sand und Blumenerde deutlich schneller mit Wasser als bei der Bodenprobe mit Lehm. Der Wasserstand ist nicht in allen Marmeladengläsern gleich hoch.

Erklärung: Das Wasser, das vom Bodenmaterial in den Blumentöpfen nicht festgehalten wird, läuft durch das Abflussloch des Blumentopfes und sammelt sich im Marmeladenglas. Dabei speichern unterschiedliche Böden unterschiedlich gut Wasser bzw. sind unterschiedlich durchlässig für Wasser. Lehmböden (Boden mit sehr kleinen Körnchen und Ton) verlieren ihr Wasser langsam, denn sie können Wasser gut speichern und zudem sind ihre Bodenporen so eng, dass das Wasser nur sehr langsam durchfließen kann. Böden, die vor allem aus grobem Sand bestehen, können Wasser schlecht oder nicht speichern. Die Bodenporen sind hier größer, so dass Wasser sehr gut durchfließen kann.

Informationen und Tipps:

Durch Regen, Flüsse, Seen oder Schneeschmelze sickert Wasser in Böden. Beim langsamen Versickern im Boden wird das Wasser durch die unterschiedlichen Erdschichten (unterschiedliche Anteile von Sandkörnern, Kieselsteinen und Kalk) gefiltert und gereinigt, zudem kann sich das Wasser mit Mineralien anreichern. Das Wasser sammelt sich als Grundwasser. Je tiefer dabei das Wasser sickert, desto mehr kann es durch die Steine, die es passiert, mit Mineralien angereichert werden. Der Mineraliengehalt kann also anzeigen, aus welcher Tiefe das Grundwasser stammt. Je nach Durchlässigkeit der Böden und je nach Gefälle tröpfelt das Wasser langsamer oder schneller. Manchmal werden so nur ein paar Meter pro Jahr in die Tiefe zurückgelegt. Wenn zusätzlich eine Lehmschicht vorhanden ist, so sickert das Wasser noch langsamer durch den Lehm ins Grundwasser. Durch eine schwer durchlässige Lehmschicht ist dieses Wasser vor Umwelteinflüssen geschützt. Diese natürliche Wasserreinigung unterscheidet sich von unserer Abwasserreinigung, bei der deutlich mehr und kompliziertere Vorgänge in der Kläranlage nötig sind.

Absetzen von Bodenbestandteilen

Beobachtung: Zuerst sind alle Gläser sehr trüb. Nach einiger Zeit sieht man unterschiedliche Schichten in den Gläsern. Auf dem Boden der Gläser setzen sich kleine Steine und Sand ab. Das Wasser im Glas ist immer noch trüb. Wartet man weiter, so sieht man auf der Wasseroberfläche kleine Teile schwimmen. Das Wasser im Glas ist etwas weniger trüb.

Auf dem Glasboden haben sich weitere Schichten gebildet.
Die Schichten sehen in den verschiedenen Gläsern unterschiedlich aus.

Erklärung: Verschiedene Bodenbestandteile setzen sich unterschiedlich schnell am Boden ab, schweben im Wasser oder schwimmen auf dem Wasser.
Sand, Steine und größere (spezifisch) schwerere Bestandteile sinken auf den Boden und setzen sich dort ab.
Leichtere Bestandteile, wie z. B. Ton schweben zunächst im Wasser und setzen sich erst später ab.
Sehr feine und leichte Bestandteile wie Humus schwimmen auf dem Wasser.
Die Bodenbestandteile können aufgrund von (spezifischem) Gewicht und Größe getrennt werden.

Informationen und Tipps:

Größe und spezifisches Gewicht (Eigenschaft Dichte) sind ausschlaggebend, ob Bodenbestandteile oder auch Gegenstände auf dem Wasser schwimmen, sinken oder in Schwebelage gehalten werden. Diesen Sachverhalt kann man ausnutzen, um die unterschiedlichen Bestandteile zu trennen. Feinere Bestandteile des Bodens (Schluff und Ton) bleiben in Schwebelage und setzen sich erst nach einer Weile ab. Man nennt sie auch „Schwebstoffe“. Bei den sehr feinen Tonpartikeln kann das u. U. mehrere Stunden dauern. Auf der Oberfläche des Wassers schwimmen oft organische Stoffe (Stoffe, die von Pflanzen oder Tieren stammen), wie z. B. Humus.

Auch in der Kläranlage zum Reinigen von Abwasser gibt es ein so genanntes „Absetzbecken“. Nachdem die auf der Wasseroberfläche schwimmenden groben Verschmutzungen wie Papier, Laub, Holz oder sogar Plastikteile durch einen Rechen entfernt wurden, sinkt im Absetzbecken schwerer Schmutz, wie Sand oder Steinchen auf den Boden. Kleinere Schmutzteilchen, die das Abwasser immer noch trübe erscheinen lassen, werden anschließend u. a. mit Bakterien entfernt. Das Trennverfahren durch Größe und spezifisches Gewicht spielt auch teilweise bei der Mülltrennung eine Rolle. Nicht nur mit Wasser, sondern auch mithilfe eines Luftstroms kann dieses Verfahren eingesetzt werden.

(8) Experimente zum Schwimmen und Sinken

Die Hand im Wasser

Beobachtung: Der Handschuh legt sich ganz dicht an die Haut.

Erklärung: Der Handschuh wird von allen Seiten dicht an die Hand gedrückt. Im Wasser gibt es Kräfte, die von allen Richtungen drücken, genauer: senkrecht zu jeder Oberfläche.

Informationen und Tipps:

Zusätzlich kann auf weitere Beobachtungen eingegangen werden, wenn Schülerinnen und Schüler aufmerksam sind und einen Widerstand beim Eintauchen in das Wasser spüren. Wenn man die Hand in die Wanne mit Wasser eintaucht, so spürt man, dass sie wieder leicht nach oben gedrückt wird. Unsere Hand benötigt unter Wasser Platz. Da aber auch das Wasser Platz benötigt, weicht dieses aus. Man sagt „das Wasser wird von unserer Hand verdrängt“. Im Wasser ist eine Kraft vorhanden, die unsere Hand etwas nach oben drückt. Diese Kraft nennt man „Auftriebskraft“, sie wirkt nach oben. Der Effekt heißt „Auftrieb“. Durch den Auftrieb fühlt sich unsere Hand unter Wasser leichter an als außerhalb des Wassers.

Ein Gegenstand im Wasser

Beobachtung: Taucht man die Knete halb in das Wasser ein, so fühlt sie sich etwas leichter an als vor dem Eintauchen.
Taucht man die Knete dann ganz in das Wasser ein, so fühlt sie sich noch einmal leichter an als vor dem Eintauchen.
Ein weiteres tieferes Eintauchen zeigt keine Veränderung mehr.

Erklärung: Die Knete benötigt auch unter Wasser Platz. Man sagt „sie nimmt Raum ein“. Da auch das Wasser selbst Raum oder Platz benötigt, weicht dieses aus. Man sagt „das Wasser wird von der Knete verdrängt“. Das Wasser drängt zurück an seinen Platz und drückt die Knete wieder nach oben (Auftrieb).
Taucht man die Knete ins Wasser, so wird sie also durch den Auftrieb im Wasser wieder nach oben gedrückt.
Der Auftrieb hängt von dem Raum ab, den der eingetauchte Gegenstand im Wasser benötigt.
Je tiefer die Knete in das Wasser eintaucht, desto mehr Wasser wird verdrängt und desto größer wird der Auftrieb. Je größer der Auftrieb wird, desto „leichter“ fühlt sich die Knete für uns an.
Wenn die Knete ganz ins Wasser eingetaucht ist, macht es keinen Unterschied mehr wie tief die Knete getaucht wird. Das gefühlte Gewicht bleibt gleich, denn die Knete kann nicht noch mehr Wasser verdrängen. Der Auftrieb bleibt daher auch gleich groß.

Unterschiedliche Kugeln im Wasser

Beobachtung: Experiment 1:
 Beide Wasserstände steigen, wenn man die Kugeln in das Wasser legt.
 Der angezeichnete Wasserstand bei der Glaskugel ist genauso hoch wie der Wasserstand bei der gleich großen Knetkugel.

Experiment 2:
 Beide Wasserstände steigen, wenn man die Kugeln in das Wasser legt.
 Der Wasserstand bei der Knetkugel ist jedoch höher als der Wasserstand bei der kleineren Glaskugel.

Erklärung: Experiment 1:
 Beim Eintauchen einer Kugel in Wasser steigt der Wasserstand an, weil die Kugel Raum einnimmt und damit das Wasser verdrängt. Da auch das Wasser selbst Raum (oder Platz) benötigt, weicht dieses aus. Man sagt „das Wasser wird verdrängt“ und spricht allgemein von „Verdrängung“.
 Beide Kugeln (Glaskugel und Knetkugel) nehmen gleich viel Raum ein (vereinfacht: sind gleich groß), daher wird bei beiden Kugeln gleich viel Wasser verdrängt. Der Wasserstand steigt daher bei beiden Kugeln gleich hoch an.

Experiment 2:
 Die Knetkugel ist nur dann gleich schwer wie die Glaskugel, wenn die Knetkugel mehr Raum einnimmt (vereinfacht: größer ist), da Knete „leichter“ ist als Glas.
 Da die Knetkugel größer ist, nimmt sie mehr Raum im Wasser ein und verdrängt sie mehr Wasser als die Glaskugel. Daher ist der Wasserstand bei der Knetkugel höher als bei der Glaskugel.
 Größere Kugeln lassen also den Wasserstand höher steigen. Die Größe der Kugel hat also einen Einfluss auf den Wasserstand, weil größere Kugeln mehr Raum benötigen.

Unterschiedliche Formen im Wasser

Beobachtung: Beim Eintauchen von Kugel, Ring, Rolle und Platte steigt der Wasserstand an. Zeichnet man jeweils den Wasserstand außen am Becher an, so stellt man fest, dass der Wasserstand bei allen 4 Formen gleich hoch ist.

Erklärung: Beim Eintauchen eines Gegenstandes in Wasser (Kugel, Ring, Rolle, Platte aus Knete) steigt der Wasserstand an, weil der Gegenstand jeweils den gleichen Raum einnimmt und damit gleich viel Wasser verdrängt.
 Die Form des Gegenstandes ist dabei nicht entscheidend, sondern nur, welchen Raum der Gegenstand einnimmt. Da alle 4 Formen aus derselben Knet-

kugel mit der gleichen Masse hergestellt wurden, nehmen sie auch gleich viel Raum ein und verdrängen deshalb auch gleich viel Wasser. Dadurch steht der Wasserstand bei allen Formen gleich hoch.

Die Verdrängung wird beim vorigen Experiment erklärt.

Informationen und Tipps:

Die Kugeln sollten so gewählt werden (Volumen bzw. Größe, Masse usw.), dass sie nicht im Wasser schweben oder schwimmen.

Bei schwimmenden Körpern ist zusätzlich die Form der Körper entscheidend. Körper, die beim Eintauchen viel Wasser verdrängen (ohne, dass Wasser in die Körper eindringt) schwimmen besser als Körper, die weniger Wasser verdrängen. Das „archimedische Prinzip“ angewandt auf Wasser als Medium besagt vereinfacht, dass die Auftriebskraft eines Körpers in Wasser ebenso groß ist wie die Gewichtskraft des vom Körper verdrängten Wassers. Auf die wirkenden Kräfte soll jedoch aus Gründen der didaktischen Reduktion in der Grundschule nicht weiter eingegangen werden. Durch Eingabe der Frage „Was ist Auftrieb?“ in bekannte Suchmaschinen erhält man altersgerecht aufbereitete Filme und Erklärungen sowie weitere Informationen über dieses Thema.

Unterschiedliche Formen schwimmen oder sinken

Beobachtung: Die Kugel, der Würfel und die „Schlange“ aus Knete sinken sofort nach unten auf den Becherboden. Der Wasserstand steigt jeweils auf die gleiche Höhe. Das Boot aus Knete schwimmt auf dem Wasser. Der Wasserstand ist höher als bei der Kugel und den anderen Formen.

Erklärung: Kugel, Würfel „Schlange“ und Boot sind gleich schwer, da sie aus demselben Stück Knete geformt wurden. Kugel, Würfel und Schlange nehmen unter Wasser den gleichen Raum ein.

Da die Kugel sinkt, während das Schiffchen schwimmt, sind die unterschiedlichen Formen entscheidend. Sowohl die Kugel als auch das Boot verdrängen Wasser. Das Boot verdrängt auf Grund seiner Form mehr Wasser als die Kugel und die anderen Formen ohne Hohlraum.

Ob ein Körper sinkt oder schwimmt, hängt also davon ab, wie viel Wasser er verdrängt. Wie viel Wasser verdrängt wird, hängt unter anderem von der Form ab.

Weitere Versuche:

Man kann das „Knet-Boot“ zusätzlich beladen. Das Boot dann taucht tiefer in das Wasser ein, da das Gewicht des Bootes zugenommen hat, und verdrängt dabei mehr Wasser. Die Eintauchtiefe stellt sich genauso ein, dass Auftrieb und Gewicht im Gleichgewicht gehalten werden.

Wird ein Gegenstand (z. B. eine gefüllte Wasserflasche) unter Wasser angehoben, so erscheint uns das Anheben im Wasser „leichter“ als außerhalb des Wassers.

(9) Experimente zur Kerze

Flammenzonen

Beobachtung: Der Holzspieß zeigt dort, wo er mit der Flamme in Berührung kam, unterschiedliche Farben. Er ist dunkelbraun bis schwarz gefärbt, wo sich der Rand der Flamme befand und deutlich heller im Inneren der Flamme.

Erklärung: Der Holzspieß zeigt Spuren der Verbrennung durch das Halten in die Flamme. Am Rand der Flamme ist der Holzspieß mehr verbrannt (schwarze Farbe) als im Inneren der Flamme. Daraus lässt sich schließen, dass die Kerzenflamme am Rand heißer ist als im Inneren. Am Flammenrand ist Luft vorhanden, im Inneren der Kerzenflamme ist jedoch nur wenig Luft oder sogar keine Luft vorhanden, daher kann das Wachs (der Wachsdampf) nicht oder nur schlecht brennen.

Informationen und Tipps:

Im Inneren der Kerzenflamme ist wenig Luft vorhanden, der Flammenkern ist kegelförmig und durch die dunkle Färbung gut erkennbar. Man nennt diese Flammenzone die „dunkle Zone“. Bei der Kerzenflamme gibt es zudem die „nicht leuchtende Zone“, die „leuchtende Zone“ und die „hellgelb leuchtende Zone“. Durch Eingabe des Begriffs „Flammenzonen“ in bekannte Suchmaschinen erhält man anschauliche Bilder und einfache Erklärungen. Auch über das Rußen der Flamme und das Glühen der Rußteilchen, welche die angenehm gelbe Farbe hervorrufen erhält man weitere Informationen.

Eigenschaften des Dochtes

Beobachtung: Das Wachs des Teelichts lässt sich nicht ohne Docht entzünden. Der Nagel lässt sich nicht entzünden. Das Teelicht brennt nicht. Der Zahnstocher lässt sich entzünden, er verbrennt. Das Teelicht brennt nicht weiter. Die Flamme geht aus. Der Baumwollfaden lässt sich entzünden. Der Wollfaden brennt und auch das Teelicht brennt.

Erklärung: Das Teelicht brennt nicht, wenn schon das Material des Dochts nicht entzündet werden kann. Der Zahnstocher brennt zwar selbst, da er aus Holz ist, jedoch kann der Zahnstocher kein flüssiges Wachs aufsaugen. Die Flamme geht daher aus. Der Baumwollfaden lässt sich entzünden. Er wird heiß. Dadurch wird das Wachs heiß. Der Baumwollfaden kann das flüssige Wachs aufsaugen und zur Flamme befördern.

Informationen und Tipps:

Das Teelicht kann nur brennen, wenn das Wachs zunächst flüssig und durch den Docht aufgesaugt wird. Der Docht selbst muss also zunächst entzündet werden können und muss aus saugfähigem Material bestehen. Dies ist beim Nagel aus Metall nicht gegeben, auch das Holz des Zahnstochers eignet sich nur schlecht. Der Baumwollfaden funktioniert gut. Durch die Wärme des brennenden Dochts entsteht dann flüssiges Wachs, welches vom Docht aufgesaugt wird. In der Flamme wird das Wachs dann weiter erhitzt, so dass es verdampft.

Durch Eingabe der Begriffe „Saugfähigkeit verschiedener Dochte“ in bekannte Suchmaschinen erhält man weitere Informationen über besonders geeignete Dochtmaterialien bis hin zum lang brennenden „Profidocht“ mit Metallfäden.

Weiteres Experiment:

In einem weiteren Experiment kann die Saugfähigkeit des Dochts gezeigt werden. Dazu füllt man einen kleinen Becher zur Hälfte mit Wasser und gibt zum Anfärben Tinte hinzu. Danach hängt man einen Docht hinein. Der Docht sollte so lange sein, dass er aus dem Wasser ragt. Durch die Farbe der Tinte kann man gut beobachten, wie der Docht das Wasser nach oben saugt.

(10) Experimente zu den Grundbedingungen für die Entstehung eines Feuers

Ein Feuer braucht drei Dinge – Luft

Beobachtung: Alle drei Teelichter gehen nach einiger Zeit aus, wenn man Gläser darüber stülpt. Beim größten Glas dauert es am längsten, bis die Flamme erlischt. Beim kleinsten Glas geht dies recht schnell. Außerdem kann man beobachten, dass das Glas im Inneren beschlägt, es wird trüb.

Erklärung: Stülpt man über die Teelichter Gläser, so wird nach und nach die darin eingeschlossene Luft verbraucht. Teelichter benötigen zum Brennen Luft. Ist diese nicht mehr vorhanden, so geht die Flamme aus. Bei einem größeren Glas ist mehr Luft eingeschlossen, die Kerze kann länger brennen. Bei einem kleineren Glas ist entsprechend weniger Luft vorhanden.

Informationen und Tipps:

Das Glas beschlägt im Inneren, weil beim Verbrennen des Wachses auch Wasserdampf entsteht, der sich am kühlen Glas niederschlägt.

Bei der Verbrennung entsteht nicht nur Wasser (als Wasserdampf), sondern auch ein weiteres Gas. Es heißt Kohlenstoffdioxid. Dieses Gas sorgt zusätzlich dafür, dass die Flamme ausgeht, weil es selbst nicht brennbar ist und „schwerer“ ist als Luft, so dass es sich am Boden sammelt und die Kerzenflamme erstickt.

Ein Feuer braucht drei Dinge – Material

Beobachtung: Glasplättchen, Nagel, Teelichthalterung, Korke und Kerzenrest brennen nicht. Der Kerzenrest wird flüssig und tropft. Der Korke wird schwarz. Baumwollstoff, Pappe und Holz brennen. Holz verbrennt langsamer als Pappe und Baumwollstoff.

Erklärung: Materialien aus Glas und aus Metall (Aluminium bei Teelichthalterung) oder auch Stein brennen nicht, wenn man sie in eine Flamme hält. Diese Materialien werden in der Flamme aber sehr heiß. Das Kerzenwachs schmilzt in der Hitze der Flamme. Der Korke verkohlt. Materialien wie Papier, Pappe oder Holz brennen, wenn man diese in die Flamme hält. Ein Feuer braucht also brennbares Material.

Informationen und Tipps:

Die Beobachtung und Einschätzung „brennt“, „brennt nicht“ oder „brennt schnell“ sowie „schmilzt“ hängt von der erreichten Temperatur und weiteren Faktoren ab. Bei diesem Experiment können also die Aussagen lediglich auf die in der Flamme erreichte Temperatur bezogen werden. Werden höhere Temperaturen erreicht, so können auch andere Materialien brennen oder kann auch Glas schmelzen. Der so genannte „Zerteilungsgrad“ ist ein weiterer entscheidender Faktor, ob ein Material brennt. Beispielsweise brennt ein Eisenblech oder Eisenklotz nicht. Eisenwolle jedoch kann heftig Glühen, da die Fasern der Eisenwolle sehr locker zusammengehalten werden und eine gute Luftzufuhr möglich ist. Eisenpulver kann sehr heftig verbrennen. Die Fläche, an die Luft gut gelangen kann, ist sehr groß. Dies trifft auch auf weitere Pulver und Stäube zu (z. B. aus Metall oder Holz). Diese können im Gemisch mit Luft sogar explosionsartig verbrennen. Staubexplosionen können sehr gefährlich sein.

Ein Feuer braucht drei Dinge – Temperatur

Beobachtung: Das Wasser wird heiß. Es fängt nach einiger Zeit an zu verdampfen. Es bilden sich Bläschen. Die Streichholzschachtel brennt nicht, wenn sie mit Wasser gefüllt ist. Die Streichholzschachtel brennt erst dann, wenn alles Wasser verdampft ist.

Erklärung: Obwohl die Streichholzschachtel aus Papier ist, brennt sie nicht, so lange Wasser enthalten ist. Durch die Hitze der Flamme wird zunächst nur das Wasser erhitzt. Das Wasser verdampft im Laufe des Experiments. Wasser hat eine Siedetemperatur von ca. 100 °C. Diese Temperatur wird auch während des Verdampfens gehalten. Die Streichholzschachtel wird also auf 100 °C gekühlt. Die Temperatur steigt erst dann weiter an, wenn das gesamte Wasser verdampft ist. Irgendwann wird eine Temperatur von etwa 200 °C erreicht, bei der sich das Papier der Streichholzschachtel entzündet. Ob und wann ein Material anfängt zu brennen, hängt also auch von der Temperatur ab.

Informationen und Tipps:

Zur Entstehung eines Feuers muss zunächst ein brennbares Material vorhanden sein, an das Luft gelangen kann. Eine weitere Voraussetzung für das Entstehen eines Feuers oder Brandes ist zudem eine genügend hohe Temperatur, so dass sich entweder genügend Dämpfe entwickeln können, die durch eine Flamme entzündet werden können oder sich das Material selbst entzündet. Die erforderlichen Temperaturen nennt man Flammtemperatur oder Zündtemperatur. Ein Material ist umso feuergefährlicher, je niedriger diese Flammtemperatur oder Zündtemperatur ist. Die Zündtemperatur von Papier liegt etwa bei 200 °C.

(11) Experiment zum einfachen Löschen von Feuer am Beispiel der Kerze bezogen auf das Verbrennungsdreieck

Feuer löschen

Beobachtung: Legt man den Deckel auf die Schüssel, so brennt das Teelicht nach einiger Zeit nicht mehr.
Sprüht man Wasser auf das Teelicht, so erlischt die Flamme.
Lässt man das Teelicht brennen, so geht die Flamme nach einiger Zeit von selbst aus.

Erklärung: Durch den Deckel wird nach und nach die ständige Luftzufuhr unterbrochen. Das Teelicht brennt nur so lange, bis die Luft in der Schüssel verbraucht ist. Die Flamme wird erstickt.
Sprüht man Wasser auf die Flamme, so kühlt das die Kerzenflamme ab und die nötige Temperatur zum Brennen wird nicht mehr erreicht. Dem Feuer wird dadurch die Hitze entzogen.
Das Teelicht geht nach einiger Zeit von selbst aus, weil das Wachs des Teelichts (als brennbare Material) vollständig verbraucht wurde.
Wenn man ein Feuer löschen will, so muss man also (mindestens) eine der drei Bedingungen zu Entstehung eines Feuers entfernen: Luft, Hitze (Temperatur), brennbares Material.

Informationen und Tipps:

Löscht man ein Teelicht oder eine Kerze mit Wasser, so kühlt dieses die Flamme unter den Flammpunkt ab. Das Löschwasser kühlt die Kerzenflamme jedoch nicht nur ab, so dass die nötige Temperatur zum Brennen nicht mehr erreicht wird, sondern es verdampft wegen der hohen Temperatur. Der dabei entstehende Wasserdampf verhindert zudem, dass weiterhin Luft an die Flamme gelangen kann. Er schirmt also die Flamme vor weiterer Luftzufuhr ab.

Der Löschsand, der den Schülerinnen und Schülern bei Experimenten mit Feuer im Notfall zur Verfügung gestellt wird, deckt das Wachs und die Flamme ab und lässt keine Luft mehr an das Material.

Man kann Teelichter oder Kerzen auch durch Auspusten löschen. Der zum Brennen der Kerze benötigte Wachsdampf wird durch Pusten unterbrochen. Dadurch wird der Flamme der nötige Brennstoff entzogen. Obwohl weiterhin Luft zur Verfügung stehen würde, geht die Flamme aus. Zudem wird der Wachsdampf durch das Pusten unter die Flammtemperatur abgekühlt.

Bezug zu Feuerlöscher:

Auch verschiedene Arten von Feuerlöschern funktionieren nach dem gleichen Prinzip. Kohlenstoffdioxid-, Pulver- und Schaumlöscher bedecken das brennende Material, so dass das Feuer aufgrund der unterbrochenen Sauerstoffzufuhr erstickt. Pulverlöscher unterbinden zudem die chemische Reaktion des brennenden Materials mit Sauerstoff sofort. Mit Löschdecken, die aus besonderem Gewebe bestehen, oder durch auf dem Boden wälzen kann man brennende Kleidung löschen. Auch hier soll die Luftzufuhr verhindert werden.

Für Kerzen im Haushalt wird dieses Prinzip auch angewendet. Es gibt Kerzenlöscher mit einem glockenförmigen Hut, der zum Ersticken der Flamme über den Docht gestülpt wird.

(12) Experiment zu den Rolleigenschaften von Fahrzeugen

Ein Auto mit Antrieb

Beobachtung: Das Auto bewegt sich eine Weile und bleibt stehen, wenn die gesamte Luft aus dem Luftballon entwichen ist. Das Auto bewegt sich in die andere Richtung der Luftballonöffnung. Die Räder bewegen sich. Das Auto rollt.

Erklärung: Das Auto kann sich durch die aufgesteckten Räder (Flaschendeckel) und Achsen (Holzspieße in Trinkhalmen) rollend fortbewegen. Beim Luftballonantrieb kann Luft aus der Öffnung des Luftballons entweichen. Die ausströmende Luft bewegt das Auto „vorwärts“, also entgegen der Richtung, in welche die Luft ausströmt. Dieses Prinzip nennt man Rückstoß-Prinzip. Durch die ausströmende Luft entsteht eine Kraft, welche das Auto antreibt.

Informationen und Tipps:

Die Wirkung des Luftballonantriebs ist besonders gut zu sehen, wenn das Auto aus möglichst leichten Materialien gebaut ist. Zudem sollte der Untergrund (Fahrbahn) möglichst eben und glatt sein. Als Vergleich können Räder und Achsen auch durch Klebstoff fixiert werden, bzw. direkt am Auto befestigt werden, ohne Trinkhalme. Das Auto kann dadurch nicht fortbewegt werden. Die Achsen (Radaufhängungen) müssen beweglich sein als Verbindung zwischen dem Auto (Fahrzeugkörper) und den Rädern.

Als weiterer Vergleich kann das Auto auch nur mit der Hand angestoßen werden.

(13) Experiment zur Solarenergie, Wind- oder Wasserkraft als Antrieb

Ein Windrad bauen

Beobachtung: Wenn man gegen den Rotor bläst, so dreht er sich. Auch der Holzspieß in dem Trinkhalm dreht sich. Der Teebeutel wird hochgezogen. Die Schnur des Teebeutels wickelt sich um den Holzspieß. Hört man auf zu pusten, so dreht sich das Windrad nicht mehr. Bei reibungsarmem Aufbau kann der Teebeutel durch sein Gewicht den Rotor in umgekehrter Richtung antreiben.

Erklärung: Das Pusten stellt den Wind (bewegte Luft) dar. Der Wind dreht die Flügel und treibt so den Rotor an. Da der Rotor mit dem Holzspieß verbunden ist, dreht sich auch der Holzspieß. Damit dieser sich gut drehen kann, steckt er locker in einem Trinkhalm. Die Drehung des Holzspießes sieht man gut am Ende, wo der Teebeutel hängt. Der Faden des Teebeutels wird durch die Drehung um den Holzspieß gewickelt und der Teebeutel wird nach oben bewegt. Lässt der Wind nach, so wickelt sich der Faden des Teebeutels wieder ab.

Informationen und Tipps:

Durch die Vorlage ist der Rotor bereits vorgegeben. Dieser funktioniert durch seine Bauweise gut. Weiterführende Überlegungen könnten in Richtung der Form der Flügel (Rotorblätter) und deren Eigenschaften gehen. Ein Windrad muss zudem eine gewisse Drehbarkeit besitzen, da die Flügel so in den Wind gedreht werden, dass der Wind von vorn auf die Flügel treffen und diese in Bewegung setzen kann. Über Flügelwellen und Zahnräder wird die Drehbewegung umgesetzt, so dass Energie übertragen wird und für mechanische Arbeiten genutzt werden kann.

Im Vergleich zum Windrad kann ein Wasserrad vorgeführt werden. Wasserräder sind den Schülerinnen und Schülern häufig als Spielzeug bekannt. Bau- und Funktionsweise können nun aus einem anderen Blickwinkel betrachtet werden.

Durch Eingabe der Begriffe „Wasserrad“ oder „Mühlrad“ in bekannte Suchmaschinen erhält man weitere Informationen über die Bau- und Funktionsweise von Wasserrädern. Animationen zeigen die frühere Anwendung als Antrieb, u. a. bei Sägemühlen im frühen Griechenland oder als Mahlmühlen in der römischen Zeit sowie in Hammerschmieden im 15. Jahrhundert. Eine Hammerschmiede aus dem 19. Jahrhundert ist beispielsweise in Blaubeuren am Blautopf zu besichtigen. Wasser- und Windräder können auch zur Stromerzeugung genutzt werden. In so genannten Wasserkraftwerken oder Windkraftwerken wird die Drehbewegung durch Generatoren in elektrischen Strom umgewandelt.

(14) Experimente zum elektrischen Strom und dessen Wirkungen

Materialien können Strom leiten

Beobachtung: Bei Holz, Kreide, Schwamm, Glas, Plastiklöffel, Holzwäscheklammer (am Holz befestigt), Bleistift (am Holz befestigt) und Stein leuchtet die Lampe nicht.

Bei Metalllöffel, Bleistiftmine und am Metall der Holzwäscheklammer leuchtet die Lampe.

Erklärung: Gibt man die beiden Krokodilklemmen aneinander, so leuchtet die Lampe. Trennt man die Krokodilklemmen, so leuchtet die Lampe nicht. Nur durch den Kontakt der beiden Klemmen kann die Lampe leuchten, weil der Stromkreis geschlossen ist. Die Lampe kann auch leuchten, wenn man zwischen die Klemmen ein Material bringt, welches den Strom leitet und den Stromkreis schließt.

Die Lampe leuchtet also nur, wenn das Material, welches zwischen die Krokodilklemmen gebracht wird, den elektrischen Strom leitet. Man spricht von so genannten „Leitern“.

Es gibt Materialien wie z. B. alle Metalle, die den elektrischen Strom leiten. Andere Materialien wie Holz, Plastik usw. leiten den elektrischen Strom nicht. Man nennt diese Materialien „Nichtleiter“.

Informationen und Tipps:

Im Vorfeld wird ein einfach aufgebauter Stromkreis mit den Schülerinnen und Schülern erarbeitet. Als Aufgabenstellung wird dabei gegeben, dass ein Lämpchen zum Leuchten gebracht werden soll. Als Materialien werden eine Batterie, ein Lämpchen und Kabel mit Krokodilklemmen ausgegeben. Als zu testende Materialien eignen sich z. B. Alufolie, Zahnstocher, Münzgeld, Murmel, Büroklammer usw., also Dinge mit Bekanntheitsgrad in der Grundschule. Die Schülerinnen und Schüler können auch selbst mitgebrachte Gegenstände testen, nach vorheriger Absprache und Genehmigung der Lehrkraft.

Der Vergleich Plastiklöffel zu Metalllöffel bietet eine gute Begründung von der Vorstellung abzukommen, dass die Leitfähigkeit von der Form der Gegenstände abhängt, also z. B. „Löffel leiten“. Daher ist es auch sinnvoll, verschiedene Gegenstände aus Holz zu vergleichen, um auf die Abhängigkeit der Leitfähigkeit vom Material hinzuweisen. Entsprechend wird auf der Lernkarte der Fokus auf das Material gelegt. Bei diesem Experiment wird auf die Unterscheidung zwischen Leiter und Nichtleiter reduziert, über die Qualität der Leitfähigkeit werden keine Aussagen getroffen.

Wirkung von Strom – Wärme

Beobachtung: Zu Beginn des Experiments liest man vom Thermometer die Zimmertemperatur ab. Schließt man beide Drahtenden an die Batterie an, so beobachtet man schon nach wenigen Sekunden ein Ansteigen der Temperatur.

Erklärung: Der Draht wird durch den Strom, der durch ihn hindurch fließt, aufgewärmt. Wickelt man den Draht in mehreren Windungen um das Thermometer, so wird der Draht heißer. Durch die Windungen kann kühlende Luft nicht so gut an den Draht gelangen, dadurch heizen sich die einzelnen Windungen gegenseitig auf. Bei vielen elektrischen Geräten wird dieses Phänomen ausgenutzt, z. B. bei einem Haartrockner.

Informationen und Tipps:

Die Wärmewirkung von elektrischem Strom hängt ab von der Länge des Drahtes, von seiner Dicke sowie dem Material des Drahtes und von der Stärke des Stromes (Stromstärke). Zudem kann die Erwärmung gesteigert werden, wenn man den Draht zu einer Drahtwendel mit vielen Windungen wickelt. Bei entsprechenden Drahtigenschaften und Stromstärken kann ein Draht zum Glühen gebracht werden und sendet dabei ein schwaches Licht aus. Wickelt man den Draht zu einer Drahtwendel, so erwärmt er sich mehr bei gleicher Stromstärke. Das Leuchten wird dabei stärker. Wenn ein Draht sehr heiß wird, so entsteht also Licht. Dieses Phänomen wird bei Glühlampen ausgenutzt. In einer Glühlampe ist eine Drahtwendel mit vielen Windungen enthalten. Dieser dünne Draht wird sehr heiß (teilweise über 15 000 °C). Der Draht gibt dabei Wärme ab und sendet Licht aus. In herkömmlichen Glühlampen wird meist ein Draht aus dem Metall Wolfram verwendet. In der Glühlampe ist keine Luft enthalten, sondern andere Gase wie z. B. Krypton oder ein Halogen bei Halogenlampen. Daher brennt der Draht nicht durch und die Leuchtwirkung wird verstärkt. Viele elektrische Geräte nutzen die Wärmewirkung von elektrischem Strom. In einem Haartrockner ist eine spiralförmig gewickelte Glühwendel enthalten. Diese wird erwärmt, wenn der Haartrockner an die Steckdose angeschlossen wird. Das im Haartrockner enthaltene Gebläse leitet Luft am Glühdraht vorbei. Dadurch erhitzt sich die Luft und der warme Luftstrom kann zum Trocknen der Haare verwendet werden.

Interessante weiterführende Informationen zur Wärmewirkung des Stroms sowie zur Geschichte von Glühlampen und zum Aufbau und zur Funktionsweise von LED-Leuchtmitteln können durch Eingabe entsprechender Begriffe in bekannte Suchmaschinen abgerufen werden.

Wirkung von Strom – Bewegung

Beobachtung: Die Moosgummiform dreht sich, wenn der Elektromotor an die Batterie angeschlossen wird. Sie dreht sich nicht mehr, wenn ein oder beide Kabel von der Batterie entfernt werden.

Erklärung: Die Moosgummiform kann sich drehen, wenn man den Elektromotor an die Batterie anschließt, also die Kabel mit der Batterie verbindet. Durch dieses Anschließen wird der Stromkreis geschlossen und Strom kann fließen. Dieser Strom treibt den Elektromotor an. Der Metallstift des Motors bewegt sich kreisförmig. Dadurch dreht sich auch die auf dem Metallstift angebrachte Moosgummiform. Der Strom bewirkt also die Bewegung.

Informationen und Tipps:

Wird ein Draht zu einer Drahtwendel gewickelt und fließt durch diese Drahtwendel Strom, so kann man um diese Drahtwendel eine magnetische Wirkung feststellen. Das Prinzip des Elektromotors beruht auf der magnetischen Wirkung des Stroms. Zudem stoßen sich bei Magneten gleichnamige Pole ab. Ein Elektromotor macht sich diese beiden Phänomene zunutze und setzt diese in Bewegung um.

Moderne Autos fahren mit Elektromotoren und erzeugen beim Fahren keine Abgase. Kleine Elektromotoren werden zudem als Hilfsantriebe eingesetzt, beispielsweise für Scheibenwischer oder Ventilatoren. Auch in vielen Haushaltsgeräten wie z. B. im Handrührgerät oder bei Werkzeugen wie Akkuschauber werden Elektromotoren eingesetzt.

Die Schülerinnen und Schüler können als „Stromdetektive“ die Wirkung des elektrischen Stroms an Geräten im Haushalt wahrnehmen (von der Lehrkraft demonstriert) und auf einer Liste protokollieren. Wirkungen des elektrischen Stroms sind: Licht, Wärme, Bewegung, Töne, Geräusche.

6.2 Materialliste

Die Materialliste enthält Vorschläge für eine Zusammenstellung von Materialien für den Sachunterricht an Grundschulen gemäß den in dieser Handreichung vorgestellten Experimenten. Die Liste kann zur Katalogisierung von Materialien verwendet werden. In die beiden rechten Spalten können Eintragungen vorgenommen werden, beispielsweise „vorrätig“, „anschaffen“, „nachbestellen“ usw. Es sollen möglichst bruch sichere Behältnisse aus Plastik eingesetzt werden. Ein Behältnis für Glasbruch sollte bereitgestellt werden. Lebensmittel werden frisch mitgebracht.

Materialien, welche durch die Schülerinnen und Schüler selbst mitgebracht werden sollen, können in die Tabelle aufgenommen werden (siehe Spalte „von zuhause“).

Materialien	Anzahl	von zuhause	Bemerkungen
A			
Abfallbehälter zur Entsorgung von Lebensmitteln, Glasbruch,...			
Abfallteller (aus Metall)			
Apfel	ca. 15	x	
B			
Batterien (Flachbatterien, 4,5 V)	20		richtig aufbewahren
Baumwollstoff (Stücke)			Verbrauchsmaterial
Becher (aus Plastik klein)	je 30		
Becher (aus Plastik groß)	je 30		
Blumenerde			
Blumentöpfe (Durchmesser ca. 10 cm)	je 3	x	
Bodenproben (Lehm, Sand, ...)			
C			
D			
Deckel (Topfdeckel)	15	x	
Dochte (Teelicht)			
Draht (dünn, z. B. Konstantandraht)			
E			
Eimer (klein, für Löschsand)	15		
Einmachgläser mit Deckel (groß)	ca. 15		

Materialien	Anzahl	von zuhause	Bemerkungen
Elektromotoren (Mini-Motoren)	15		
F			
Faden (aus Baumwolle)	1 Rolle		
Fahrradschlauch			
Feuerfeste Unterlagen			
Filterpapiere	2 Päckchen		
Flaschendeckel (Plastik, mit Loch)			
Fliegengitter			
Folienschreiber (wasserlöslich)	ca. 10		
G			
Geschirrtücher	ca. 30	x	
Gläser (z. B. Marmeladengläser)	ca. 30		
Gläser (Einmachgläser, s. o.)			
Glaskugeln (z. B. Murmeln)	30		
Glühlämpchen mit Fassung	30		
Gurke (Gurkenstücke)	ca. 15	x	
H			
Handbohrer			aus Kunst/Werken
Handschuhe aus Plastik (Frisör)			
Handtücher/Geschirrtücher		x	
Holzspieße (z .B. Schaschlikspieße)	60		teilweise Verbrauchsmaterial
Holzstäbe (als Angeln)			
Holzscheiben mit Loch	ca. 150		Verbleib an Schule
I			
J			
K			
Kabel mit Krokodilklemmen	60		
Kartoffeln (roh)	ca. 15	x	

Materialien	Anzahl	von zuhause	Bemerkungen
Kartoffelschäler	ca. 15	x	
Kartoffelstärke	1 Päckchen		
Kerzenreste			
Kies			
Klebeband (Kreppband)	2 Rollen		
Klebefilm	2 Rollen		
Knetmasse	1 Packung		
Klebestifte	5		im Klassenzimmer
Klebstoff (flüssig)			im Klassenzimmer
Korke			
Küchenreibe	ca. 15		
Küchensieb	ca. 15		
Küchenwaage	ca. 15		
L			
Lammfell (kleine Stücke)	ca. 15		
Lebensmittel (verschiedene)			
Lebensmittelfarben			
Löffel (Teelöffel)		x	
Löffel (Esslöffel)			
Luftballons	10 Päckchen		
M			
Marmeladengläser (s. o.)			
Messer (klein)	15		
Messbecher (Plastik)	ca. 15		
Metalllöffel	10		
Metallschüsseln			
Milchtüten (Safttüten, Kartons)	15	x	
Mini-Elektromotoren (s. o.)			
Moosgummiformen	15		
N			

Materialien	Anzahl	von zuhause	Bemerkungen
Nägel	30	x	
O			
P			
Papier	1 Packung		
Papier (große Bögen, Tonpapier)	5		
Papiertücher			im Klassenzimmer
Pappe			
Pappteller	15		
Pflanze (z. B. Gänseblümchen)		x	
Pinzetten	15		
Pipetten (Plastik)	15		
Plastikbecher (s. o.)			
Plastikschlauch (dünn)	5 m		
Plastikschüsseln (s. u.)			
Plastikwannen	10		
Plastiklöffel	15		
Q			
R			
Reagenzgläser	ca. 40		
Reißzwecken	1 Päckchen		
Rohr aus Pappe (40 cm, z. B. Versandrohr)	ca. 15		
S			
Sand (auch zum Löschen)			
Salz (Natriumchlorid)			
Schachtel (Plastik, z. B. Margarine)		x	
Schaumstoffscheiben mit Loch	ca. 50		Verbleib an Schule
Scheren			im Klassenzimmer
Schläuche (Plastik, 1 m)	15		

Materialien	Anzahl	von zuhause	Bemerkungen
Schnapsglasbecher (Plastik)			
Schnur (oder Faden)	1 Rolle		
Schneidebretter	15	x	
Schraubdeckelgläser			
Schüsseln (durchsichtig, Plastik, ca. 3 l)	10		
Schüsseln (klein, Plastik)	ca. 30	x	
Sektverschlüsse	20		
Spritzen (Einwegspritzen ohne Nadel, 100 ml)	15		
Steine	10		
Stoppuhr	5		in Sport-Sammlung
Streichhölzer	30 Päckchen		
Streichholzschachteln (leer)	30		
T			
Tablets	ca. 15		
Teebeutel	2 Päckchen		
Teelichter (nur Aluminiumschalen)	15		
Teelichter	30		
Tinte			
Thermometer (nicht Quecksilber)	15		
Topfdeckel (s. o.)			
Trichter	15		
Trinkhalme	2 Päckchen		
U			
Uhr (Armbanduhr genügt)	15		
V			
Verschlussclips	15		
Vorstecher	5		
W			

Materialien	Anzahl	von zuhause	Bemerkungen
Wäscheklammern (aus Holz)	15		
Wassersprüher	3		
X			
Y			
Z			
Zahnstocher	30		
Zucker			

7 Quellen

Chemie-Verbände Baden-Württemberg (Hrsg.):
„Experimentieren. Forschen. Entdecken. Naturwissenschaftliche Versuche für die 3. und 4. Klasse“,
Aquensis Verlag, Baden-Baden, 2017.

Bildungsplan 2016
Elektronisch verfügbar: www.bildungsplaene-bw.de [zuletzt: 23.02.2017].

Unfallkasse Baden-Württemberg (Hrsg.) (November 2014)
Elektronisch verfügbar:
www.ukbw.de/fileadmin/media/dokumente/Sicherheit_Gesundheit/betriebsart/schulen/UKBW_Broschuere_Gefahrstoffe_in_der_Grundschule_Endfassung.pdf [zuletzt: 23.02.2017].

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) (Hrsg.) (August 2010)
DGUV-Regel 113-018 „Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen“ (bisher: BG/GUV-SR 2003).

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) (Hrsg.) (August 2010)
aktualisierte Fassung vom November 2010
DGUV Regel 113-019 Stoffliste zur Regel „Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen“ (bisher: BG/GUV-SR 2004).

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) (Hrsg.) (Dezember 2010)
DGUV Information 213-034 „GHS – Global Harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Gefahrstoffen“ (bisher BGI/GUV-I 8658).

Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK)
(Hrsg.) (2013)
„Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht (RiSU) – Empfehlung der Kultusministerkonferenz“
(Beschluss der KMK vom 09.09.1994 i. d. F. vom 27.02.2013).

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) (Hrsg.) (September 2012)
DGUV Information 202-039 „Sicher experimentieren mit elektrischer Energie in Schulen“ (bisher: BG/GUV-SI 8040)

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV) Ausfertigungsdatum: 03.02.2015
Elektronisch verfügbar: www.bmas.de/DE/Service/Gesetze/betriebssicherheitsverordnung.html
[zuletzt: 23.02.2017].

Verordnung zur Neufassung der Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit Biologischen Arbeitsstoffen und zur Änderung der Gefahrstoffverordnung 1, vom 15. Juli 2013

Elektronisch verfügbar:

www.dguv.de/medien/inhalt/praevention/themen_a_z/gefahrstoffe/documents/anlage_neufassung_biol_arbstoff.pdf [zuletzt: 23.02.2017].

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) (Hrsg.) (Juli 2004)

DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“ (bisher: GUV-V A1)

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) (Hrsg.) (Mai 2001)

DGUV Vorschrift 81 „Schulen“ (bisher: GUV-V S1)