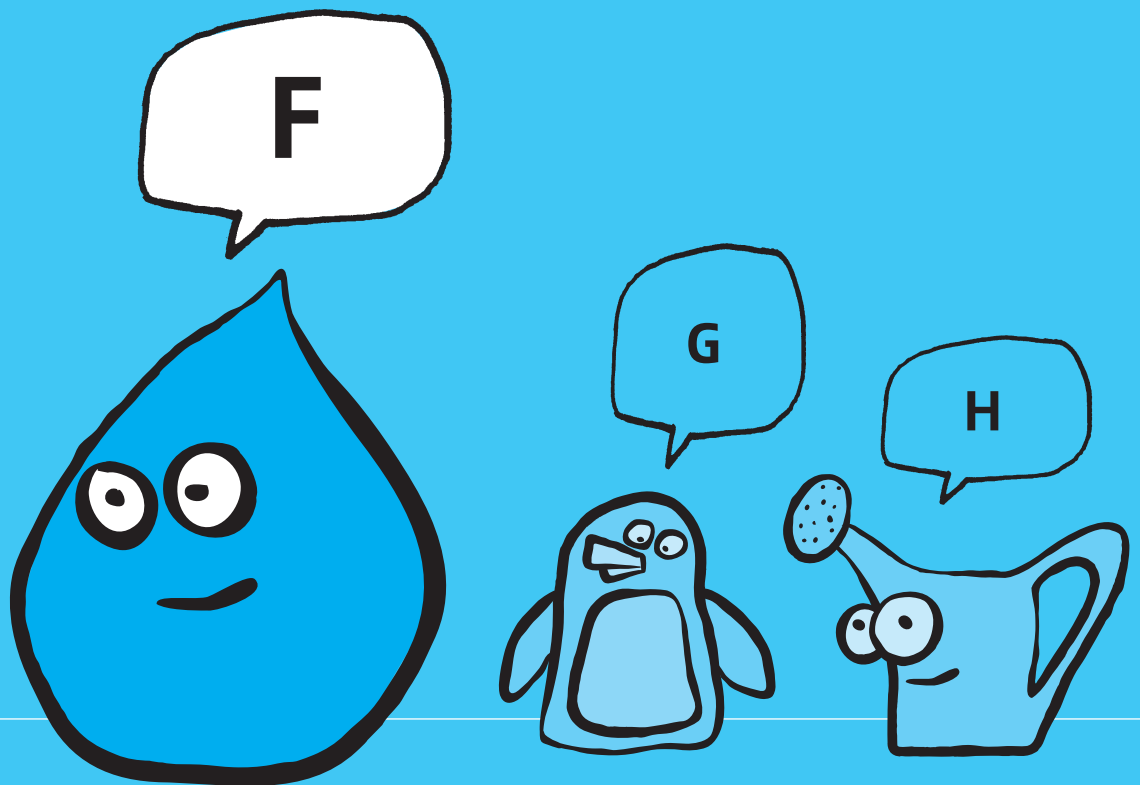
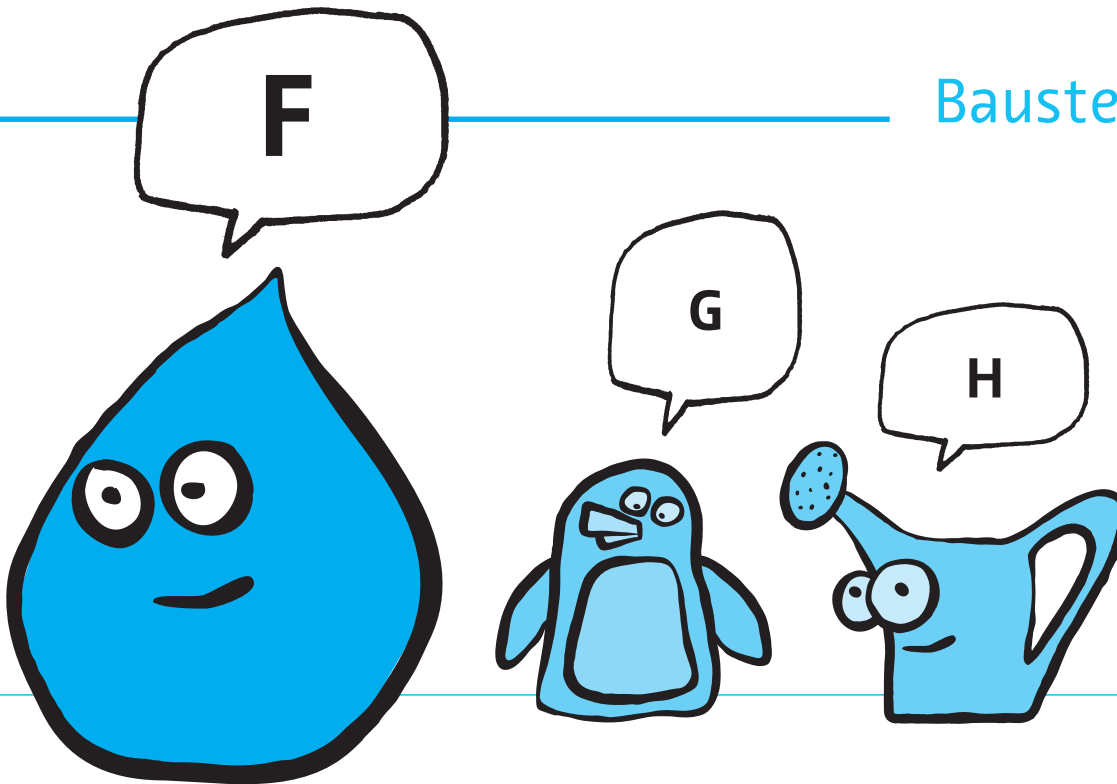


Steckbrief Wasser

Eigenschaften des Wassers



Schwimmen **Sinken**
Sieden **Kondensieren**
Eis Anomalie **Oberflächenspannung**
Erosion



Schwimmen Sinken
Sieden Kondensieren
Eis Anomalie Oberflächenspannung
Erosion

→ Steckbrief Wasser

Bei der heutigen Anzahl für den integrierten Naturwissenschaftsunterricht relevanter Lehrpläne, Rahmenpläne, Rahmenrichtlinien etc. in der Bundesrepublik kann an dieser Stelle keine erschöpfende Aufzählung der möglichen Bezüge und Anknüpfungspunkte dieser Unterrichtsmaterialien zu den einzelnen Vorschriften erfolgen.

Die Tabelle auf der folgenden Seite soll einen Eindruck davon vermitteln, wo Kongruenzen zwischen den bildungspolitischen Rahmenseetzungen und den vorgestellten Materialien bestehen. Es wird dabei zwischen inhaltsbezogenen Aspekten (schwerpunktmäßig: Kompetenzbereich Fachwissen) in der oberen Hälfte der Tabelle und prozessbezogenen Aspekten (Kompetenzbereiche Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung) in der unteren Hälfte differenziert.

Die Formulierungen der prozessbezogenen Aspekte lehnen sich an Formulierungen des bayerischen Gymnasialplans »Natur und Technik« sowie des baden-württembergischen Realschulplans »Naturwissenschaftliches Arbeiten« an. Die allgemein formulierten Schlagworte stehen für die in den jeweiligen Plänen geforderten, zu fördernden Schülerhandlungen.

Diese Auflistung kann keine erschöpfende Aufzählung sein, da sich aus der expliziten Nennung eines Aspekts im Lehrplan implizit die Berücksichtigung eines anderen ergeben mag, aber nur solche aufgenommen worden sind, die sich explizit genannt finden.

Bezüge des Bausteins zu den bildungspolitischen Vorgaben:

	BW			BA		BE	BRA	HB			HH			MVP	NS	NRW	SL	SH	TH	
	Gy	RS	HS/WRS	Gy	HS	GrS	W-Sek I	Gy	GS	Sek	Gy	IGS	HS	RS/HS	GS	IGS	GS	GS	RgS	
Aggregatzustände	●	●		●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Teilchenmodell	●	●		●		●		●	●	●					●	●	●	●		
Schmelz-/Siedetemperatur						●		●	●	●								●	●	
Stoffeigenschaften	●			●		●	●	●	●	●		●	●	●	●	●				
Lösemittel Wasser	●			●	●						●	●		●	●		●	●	●	
Dichte				●									●	●						●
Anomalie des Wassers					●															●
Oberflächenspannung							●				●	●			●				●	●
Wasserkreislauf				●			●	●	●	●	●	●		●	●	●	●			●
Beobachten	●	●		●	●	●		●	●	●		●		●	●	●	●	●	●	●
Dokumentieren	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Experimentieren	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Präsentieren	●			●		●	●	●	●	●	●		●	●		●	●	●	●	●
Sammeln		●		●				●	●	●					●			●		
Visualisieren						●	●	●	●	●	●					●	●			●

Bundesland: BW - Baden-Württemberg, BA - Bayern, BE - Berlin, BRA - Brandenburg, HB - Bremen, HH - Hamburg, MVP - Mecklenburg-Vorpommern, NS - Niedersachsen, NRW - Nordrhein-Westfalen, SL - Saarland, SH - Schleswig-Holstein, TH - Thüringen

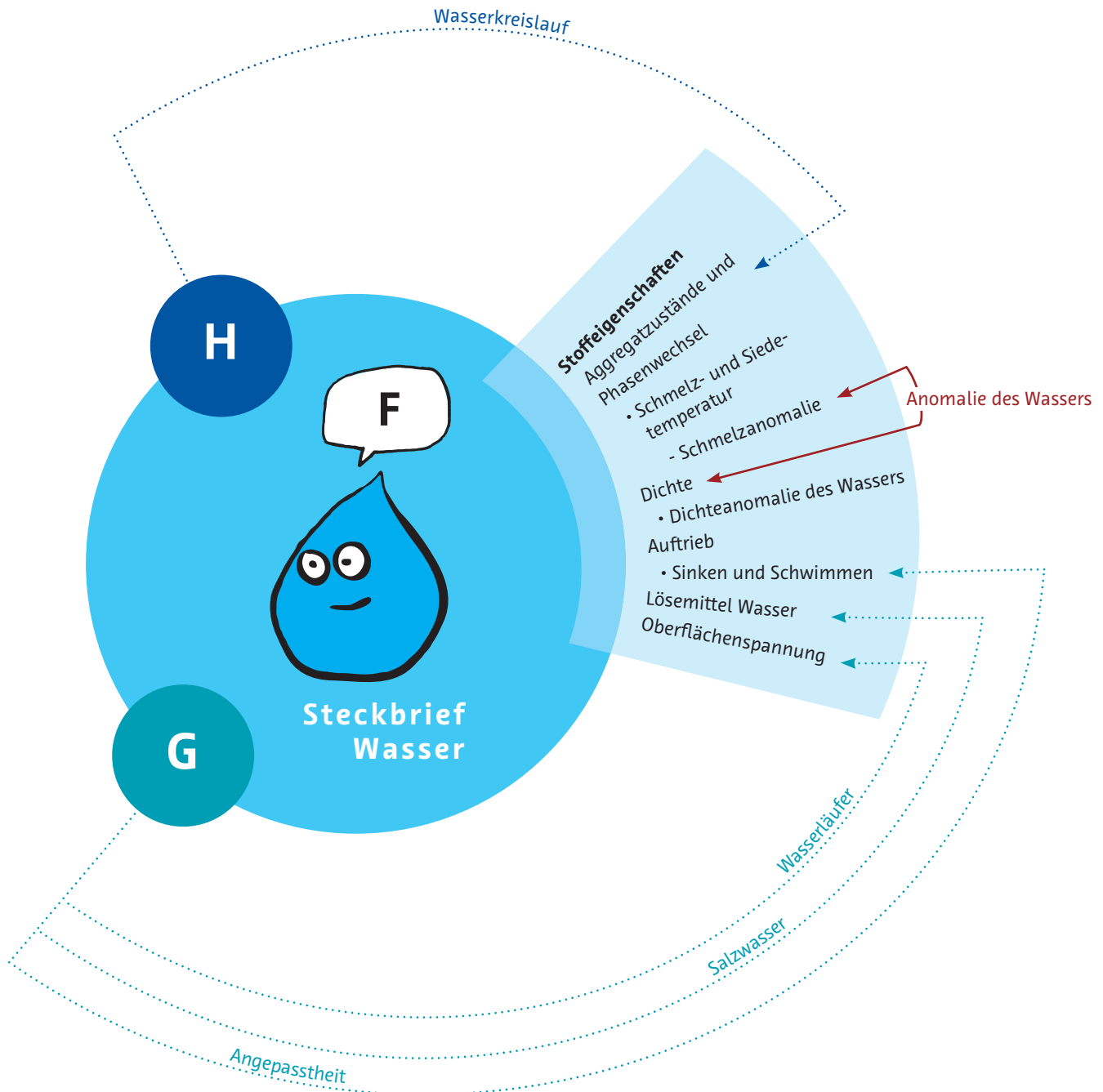
Schulform: GS - Gesamtschule, GrS - Grundschule (inkl. 5/6), Gy - Gymnasium, HS - Hauptschule, RS - Realschule, RgS - Regelschule, Sek - Sekundarschule, Sek I - Sekundarstufe I, WRS - Werkrealschule; (ein vorangestelltes W - bedeutet, dass es sich um die Pläne für ein Wahlpflichtfach handelt)

Baustein F - Steckbrief Wasser:

- F/1 Wanted: Wasser
- F/2 Dreierlei Wasser
- F/3 Das Schicksal einer »Unsinkbaren«
- F/4 Eisberge schwimmen
- F/5 Lückentext »Dichteanomalie«
- F/6 Legendär
- F/7 Weihnachten in New York
- F/8 Volles Glas? Von wegen ...
- F/9 Wir rücken dem Wasser auf die Pelle
- F/10 Eine Seefahrt, die ist lustig
- F/11 Archimedes und die goldene Krone
- F/12 Schwimmendes Gemüse
- F/13 Rosinenaufzug
- F/14+ Experiment: Schmelzanomalie des Wassers
- F/15+ Experiment: Dichteanomalie des Wassers



Bezüge der Reihe zu verschiedenen Bausteinen und Kontexten:



In dieser Abbildung ist die thematische Verbindung innerhalb des Bausteins rot gekennzeichnet. Die gepunkteten Linien weisen auf die Verknüpfungen zwischen den einzelnen Bausteinen hin.

Zuordnung der geförderten Kompetenzen in das Kompetenzmodell:

Anforderungsbereich	I	Abk.	II	Abk.	III	Abk.
Fachwissen	Alltagserfahrungen, Wissen, Kenntnisse und Konzepte wiedergeben, Konzepte mit Beispielen verknüpfen	F1	Wissen, Kenntnisse und Konzepte erklären, anwenden Beispiele verallgemeinern	F2	Wissen, Kenntnisse und Konzepte verwenden, transferieren und verknüpfen	F3
Erkenntnisgewinnung	bekannte Untersuchungsmethoden beschreiben und nach Anleitung durchführen/bzw. nachvollziehen	Eu1	Untersuchungsmethoden anhand von Hypothesen planen und durchführen	Eu2	Untersuchungsmethoden selbstständig auswählen und in Bezug auf Hypothesen auswerten	Eu3
	unsystematisch mit Variablen bei der Planung eines Experiments umgehen bzw. Variablen nachvollziehen können	Ev1	teilweise systematisch mit Variablen bei der Planung eines Experiments umgehen	Ev2	systematisch mit Variablen bei der Planung eines Experiments umgehen (auch bei unbekanntem Inhaltsbereich)	Ev3
	Versuchsergebnisse bzw. Daten ermitteln	Ed1	Versuchsergebnisse und Daten in Hinblick auf die Hypothesen auswerten	Ed2	Versuchsergebnisse und Daten zur Prüfung der Hypothesen heranziehen (Rückbezug auch bei falscher Hypothese möglich)	Ed3
	bekannte Modelle beschreiben	Em1	Modelle auswählen und anwenden	Em2	Modell zur Hypothesenerstellung nutzen	Em3
Kommunikation	über Kenntnisse/Arbeitsergebnisse sprechen	K1	Kenntnisse/Arbeitsergebnisse angemessen darstellen	K2	Kenntnisse/Arbeitsergebnisse reflektieren	K3
	Informationen entnehmen und wiedergeben	Ki1	Informationen erfassen und darstellen/veranschaulichen	Ki2	Informationen auswerten, reflektieren, vergleichen und nutzen	Ki3
	Fachsprache wiedergeben/erlernen	Kf1	Fachsprache benutzen	Kf2	Fachsprache in neuen Kontexten benutzen	Kf3
Bewertung	naturwissenschaftliche von nicht-naturwissenschaftlichen Aussagen unterscheiden	Bn1	naturwissenschaftliche Aspekte in Problemstellungen identifizieren/naturwissenschaftlich beantwortbare Fragen formulieren	Bn2	naturwissenschaftliche Kriterien anwenden und diese auf eigene Untersuchungen beziehen	Bn3
	Bewertung und Begründung einer Problemstellung beschreiben	Bi1	Problemstellungen in eigene Erfahrungsbereiche einordnen	Bi2	persönliche Konsequenzen aus einer Problemstellung formulieren	Bi3
	Perspektiven zu einer Problemstellung isoliert voneinander beschreiben	Bp1	mehrere Perspektiven innerhalb eines Fachs zueinander in Beziehung setzen	Bp2	Problemstellungen multiperspektivisch (interdisziplinär) betrachten und zu Lösungsansätzen gelangen	Bp3

Eine vertiefende Erklärung dieser Tabelle finden Sie in Kapitel 4 des allgemeinen Teils des Materials.














Mithilfe der Tabelle kann man die verschiedenen Ausprägungen der jeweiligen Kompetenz nachvollziehen, wobei die verschiedenen Ausprägungen der Kompetenz den Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler (SuS) angepasst sein sollten. Daraus folgt, dass der Schwerpunkt der geförderten Kompetenzen im

Unterricht unterschiedlich sein kann und auf die SuS abgestimmt sein sollte.

Die angegebenen Kompetenzen (Fettdruck) beziehen sich auf die genannten Aufgabenstellungen. Durch Modifikation der Aufgabenstellungen können auch andere Kompetenzen gefördert werden.



Lernziele der Reihe:

Nr.	Thema	Bezug zu Kompetenzen	Art der Tätigkeit der Schüler				
F/1	Wanted: Wasser	 Über Naturwissenschaften kommunizieren	Die Schüler üben die Verwendung von Fachbegriffen und tauschen sich über naturwissenschaftliche Sachverhalte aus.	F1		K2 Ki2	
F/2	Dreierlei Wasser	 Lernhilfe	Die Schüler lernen den Umgang mit Fachbegriffen, Konzepten und Zusammenhängen mithilfe von Schemata oder Texten.	F1		Kf1-3	
F/3	Eisberge schwimmen	 Ein Experiment durchführen	Die Schüler planen und führen ein Experiment zu einer selbst formulierten Hypothese durch.		Ed1/2 Ev1/2		Bn3
F/4	Das Schicksal einer »Unsinkbaren«	 Problemfrage erkennen	Die Schüler setzen sich mit einem Problem auseinander, welches sich z. B. durch einen Text oder ein Experiment ergibt. Sie formulieren eine sich daraus ergebende Frage.	F1	Eu2 Ev2		Bi2
F/5	Lückentext »Dichteanomalie«	 Lernhilfe	Die Schüler lernen den Umgang mit Fachbegriffen, Konzepten und Zusammenhängen mithilfe von Schemata oder Texten.	F1		K3 Kf1 Ki3	
F/6	Legendär	 Ein Experiment durchführen	Die Schüler planen und führen ein Experiment zu einer selbst formulierten Hypothese durch.	F3	Eu2/3 Ev1 Em3		
F/7	Weihnachten in New York	 Ein Experiment durchführen	Die Schüler planen und führen ein Experiment zu einer selbst formulierten Hypothese durch.		Eu2 Ev3		
F/8	Wir rücken dem Wasser auf die Pelle	 Mit Daten/ Versuchsergebnissen umgehen	Die Schüler lernen den Umgang mit Versuchsergebnissen und beziehen sie auf Hypothesen. Sie erfassen Daten und stellen sie dar.		Ed2 Eu2	K2	
F/9	Volles Glas? Von wegen ...	 Arbeitstechniken erlernen	Die Schüler führen manuelle Tätigkeiten durch und erlernen den Umgang mit Laborgeräten.		Ed1 Eu1	K1	
F/10	Eine Seefahrt, die ist lustig	 Ein Experiment durchführen	Die Schüler planen und führen ein Experiment zu einer selbst formulierten Hypothese durch.		Ed1 Ev1/2		
F/11	Archimedes und die goldene Krone	 Problemfrage erkennen	Die Schüler setzen sich mit einem Problem auseinander, welches sich z. B. durch einen Text oder ein Experiment ergibt. Sie formulieren eine sich daraus ergebende Frage.		Ev1/2	K2 Kf2	
F/12	Schwimmendes Gemüse	 Ein Experiment durchführen	Die Schüler planen und führen ein Experiment zu einer selbst formulierten Hypothese durch.	F3	Ed3 Ev2/3		
F/13	Rosinenaufzug	 Mit Daten/ Versuchsergebnissen umgehen	Die Schüler lernen den Umgang mit Versuchsergebnissen und beziehen sie auf Hypothesen. Sie erfassen Daten und stellen sie dar.	F3	Eu1	K1/3 Kf3	
F/14+	Experiment: Schmelzanomalie des Wassers						
F/15+	Experiment: Dichteanomalie des Wassers						





Klasse

Lehrer/in

Datum

Name



Wanted: Wasser

In den kommenden Stunden werdet ihr euch mit einem alltäglichen und doch ganz besonderen Stoff beschäftigen: mit dem Wasser.

Sicher wisst ihr schon viel darüber. Deswegen sollt ihr zunächst einmal einen Steckbrief für Wasser anfertigen. Dazu müsst ihr euch überlegen, welche Informationen auf einem solchen Steckbrief wichtig sind.

Du kannst zum Beispiel auf das Aussehen von Wasser eingehen: Sieht es immer gleich aus? Wann sieht es anders aus? Kann Wasser irgendetwas, was zum Beispiel Speiseöl nicht kann?

Experimentiert mit den Materialien (s. u.), damit ihr in eurem Steckbrief berichten könnt, was Wasser »tut«. Klebt den Steckbrief in euer Heft und lasst eine halbe Seite Platz für weitere Informationen, die später dazukommen können.

Aufgabe

	Verhalten gegenüber Wasser	weitere Beobachtungen
Essig		
Mehl		
Milch		
Öl		
Saft		
Salz		
Sand		
Spülmittel		
Zucker		



Wanted: Wasser

Lernziele:

- Schülerinnen und Schüler
- sammeln und strukturieren Vorwissen im Themenbereich Wasser
 - stellen Vorwissen übersichtlich dar

Bezug zu den geförderten Kompetenzen:

F1	Alltagserfahrungen, Wissen, Kenntnisse und Konzepte wiedergeben, Konzepte mit Beispielen verknüpfen
K2	Kenntnisse/Arbeitsergebnisse angemessen darstellen
KI2	Informationen erfassen und darstellen/veranschaulichen

Voraussetzungen:

Keine – da als motivierender und sammelnder Einstieg angelegt

Lösungen:

Wanted

Bezeichnung/Name	Wasser
chemische Formel	H ₂ O
Aussehen	farblos
	flüssig (bei Raumtemperatur) fest (bei Temperaturen unter 0 °C) gasförmig (bei Temperaturen über 100 °C)
Fähigkeiten/ »Taten«	kann Salz und Zucker (auf)lösen kann nicht Mehl und Sand (auf)lösen vermischt sich mit Essig vermischt sich nicht mit Salatöl
Besonderheiten	festes Wasser (Eis) schwimmt auf flüssigem Wasser flüssiges Wasser hat höchste Dichte bei 4 °C (Dichteanomalie)
Dichte	~ 1 g cm ⁻³ (4 °C)
Vorkommen	als Süß- und Salzwasser Süßwasservorkommen: Flüsse, Bäche, Binnenseen, Grundwasser Regen Obst und Gemüse Salzwasservorkommen: Ozeane, Totes Meer, u. ä.
benötigt von ... zu ...	Menschen und andere Lebewesen (Tiere und Pflanzen) zum Überleben und Wachsen

Hinweise für den Einsatz des Arbeitsmaterials:

Das Arbeitsblatt ist als motivierender Einstieg in das Thema Wasser gedacht. Es erlaubt, in schneller Zeit einen Überblick über vorhandenes Vorwissen zu erhalten. Gleichzeitig wird die Kreativität und Phantasie der SuS angesprochen, die in der Gestaltung des Steckbriefs freie Hand haben. Einführend kann eine Minimal-Liste von Charakteristika verabredet werden, die die SuS in ihren Steckbriefen zu berücksichtigen haben. Eine Besprechung der Steckbriefe z. B. im »Galeriegang« schließt die Beschäftigung mit dem Arbeitsblatt ab. Dabei werden die angefertigten Steckbriefe an den Wänden des Klassenraums befestigt. Die Lerngruppe »spaziert« wie bei einem Galeriebesuch zusammen an den Steckbriefen vorbei, lässt sich von den jeweiligen Autoren während dieses Gangs die Steckbriefe vorstellen und diskutiert sie anschließend gemeinsam.

Wichtig ist, SuS daran zu erinnern, dass sie der Steckbrief im Unterrichtsgang begleitet und nach und nach ergänzt wird. – Wenn einzelne SuS versuchen, die chemische Formel des Wassers auf ihren Steckbriefen einzubinden und dabei eine falsche Notierung verwenden, wird die korrekte chemische Formel vokabelähnlich eingeführt. In keinem Fall sollten fehlerhafte Formeldarstellungen auf den Plakaten konserviert werden (bspw. H²O).





Klasse

Lehrer/in

Datum

Name



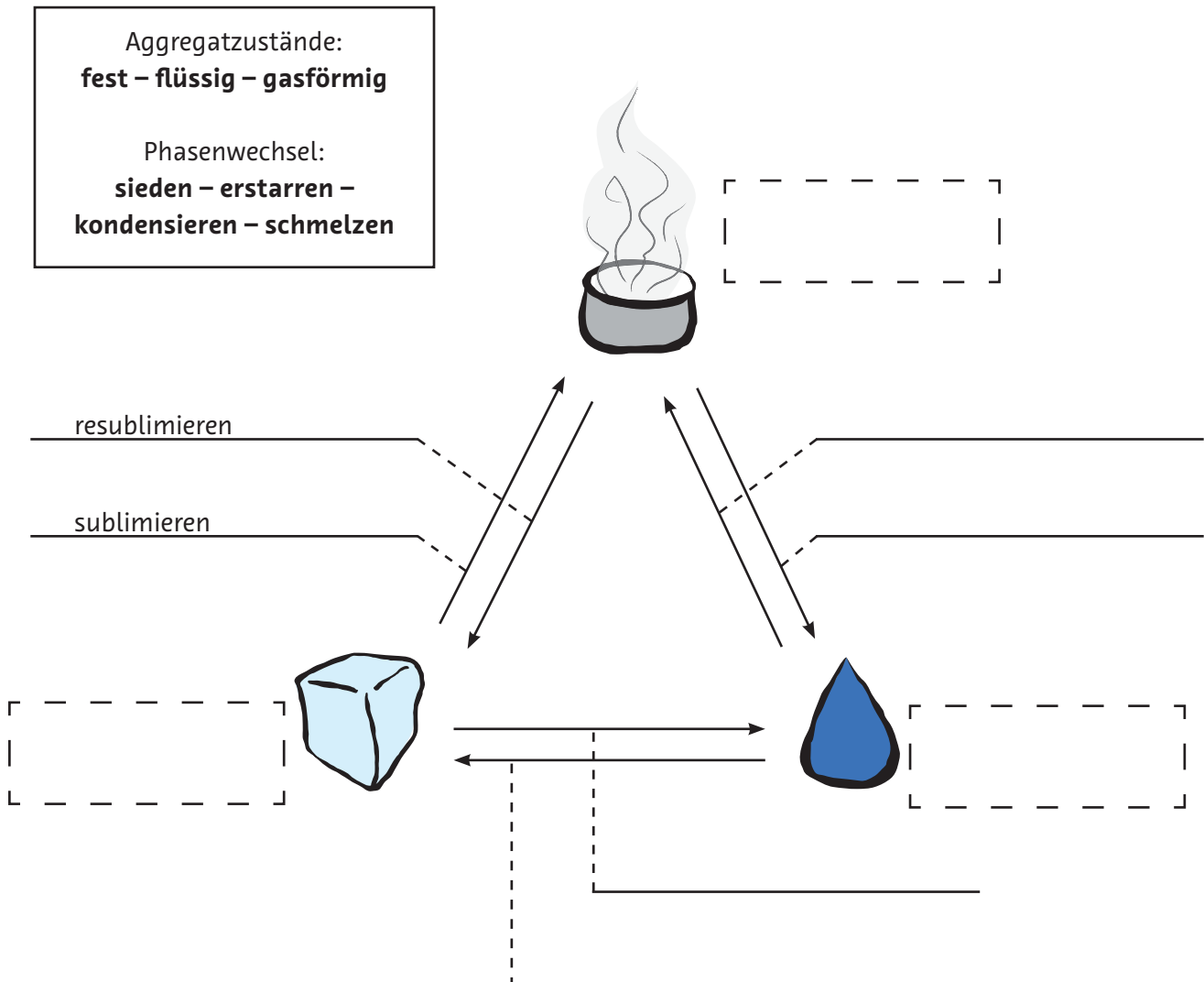
Dreierlei Wasser

Wasser kann in verschiedenen Zuständen vorliegen – Du kennst drei davon: Eis, Wasserdampf und flüssiges Wasser, wie es aus dem Wasserhahn kommt. Diese Zustände, fest, flüssig und gasförmig, bezeichnet man als Aggregatzustände. Man unter-

scheidet normalerweise zwischen drei Aggregatzuständen. Wenn ein Stoff, wie z. B. Wasser, von einem Aggregatzustand in einen anderen wechselt, hat auch dieser Übergang einen besonderen Namen: man spricht von Phasenwechsel.

Aufgaben

- 1) Ordne die drei Aggregatzustände und die richtigen Begriffe für die Phasenwechsel im folgenden Schaubild ein. – Die Begriffe für die Phasenwechsel zwischen festem und gasförmigem Aggregatzustand sind schon eingetragen, da du sie wahrscheinlich noch nicht kennst.
- 2) Gib an, wovon es abhängt, in welchem Aggregatzustand ein Stoff vorliegt.
- 3) Nenne weitere Wörter aus dem Alltag, mit denen du einige dieser Phasenwechsel bezeichnest.
- 4) Wende die Bezeichnungen für einzelne Phasenwechsel auf Beispiele aus dem Alltag an.





Dreierlei Wasser

Lernziele:

Schülerinnen und Schüler

- tragen Fachbegriffe für Aggregatzustände und Phasenwechsel in ein Diagramm ein
- finden Beispiele für die Phasenwechsel aus dem Alltag
- stellen die Verbindung zwischen Temperatur und Aggregatzustand her und identifizieren Schmelz- und Siedepunkt des Wasser

Hinweise für den Einsatz des Arbeitsmaterials:

Phasenübergänge und Aggregatzustände des Wassers bilden die Grundlage für viele beobachtbare Phänomene der Umwelt und sollten deswegen mit SuS einfürend besprochen werden. Da es sich an dieser Stelle für SuS vor allem um eine Systematisierung von Alltagsbeobachtungen handelt, wird zusätzlich die wissenschaftlich korrekte Terminologie eingeführt, die im Folgenden verwendet werden soll. Eine Deutung der Vorgänge im Teilchenmodell kann abhängig vom Leistungsstand der SuS angeschlossen werden.

Bezug zu den geförderten Kompetenzen:

F1	Alltagserfahrungen, Wissen, Kenntnisse und Konzepte wiedergeben, Konzepte mit Beispielen verknüpfen
Kf1	Fachsprache wiedergeben/erlernen
Kf2	Fachsprache benutzen
Kf3	Fachsprache in neuen Kontexten benutzen

Mögliche Bezüge zu

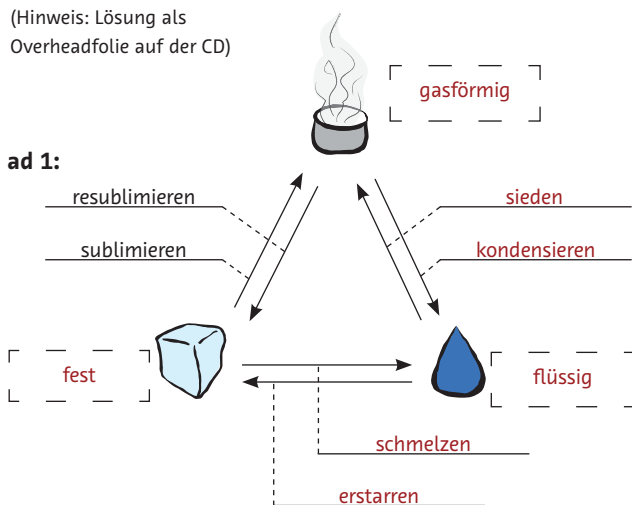
»Mein Körper und ich auf Weltreise«:

→ B/3 Thermometer bauen

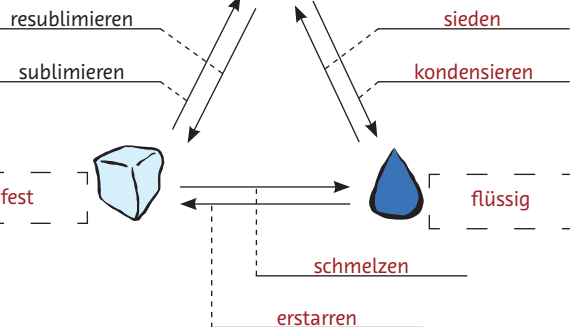
Lösungen:

Basisinformationen:

(Hinweis: Lösung als Overheadfolie auf der CD)



ad 1:



ad 2:

Von der Temperatur; charakteristische Werte für Wasser sind der Schmelz- bzw. Siedepunkt mit 0 bzw. 100 °C; Schmelz- und Erstarrungspunkt sind identisch, ebenso wie der Siede- und Kondensationspunkt; darüber hinaus hat der Umgebungsdruck einen Einfluss (von SuS jüngerer Jahrgangsstufen nicht als Bringleistung zu erwarten)

ad 3:

Z. B. kochen (für sieden), (auf-)tauen (für schmelzen), (ge-)frieren (für erstarren); diese Termini sind speziell auf den Stoff Wasser bezogen und gelten streng genommen nur für ihn – die allgemeinen Begriffe, wie sie im Schaubild Verwendung finden, gelten stoffübergreifend und entsprechen der Konvention

ad 4:

Wasserkochen (Sieden), Beschlagen von Scheiben (Kondensieren), Überfrieren von Seen und Flüssen (Erstarren), Schmelzen von Schnee (Schmelzen); Bildung von Eisblumen (Resublimation), Trocknen steifgefrorener Wäsche (Sublimation – dies liegt wahrscheinlich nicht direkt im Erfahrungshorizont der SuS, kann ihnen aber an dieser Stelle vorgestellt werden und – im Winter – Anlass für ein entsprechendes Experiment geben)





Klasse

Lehrer/in

Datum

Name



Das Schicksal einer »Unsinkbaren«

In der Nacht vom 14. zum 15. April 1912 sank die RMS Titanic, das größte und luxuriöseste Schiff, das die Welt bis zu diesem Zeitpunkt gesehen hatte.

Sie war auf ihrer Jungfernfahrt von Southampton (England) nach New York (USA). Die See war ungewöhnlich still, als die Männer im Ausguck nachts gegen 23.40 Uhr der Brücke aufgeregt einen Eisberg meldeten. Der diensthabende Offizier leitete sofort ein Ausweichmanöver ein. Bei der Größe des Schiffs dauerte es sehr lange, bis die Titanic auf den Rudererschlag reagierte. Der gigantische, metallene Rumpf glitt mit einigen Metern Abstand an der aus dem Wasser ragenden Eismasse vorbei. Doch plötzlich lief durch das Schiff eine Erschütterung.

Die Titanic war leckgeschlagen.

Es strömten Unmengen von Atlantikwasser in den beschädigten Schiffskörper ein. Das fast 270 m lange

und 56 m hohe Schiff lief innerhalb von nur zweieinhalb Stunden voll. Mit ihm gingen mehr als 1500 Passagiere und Besatzungsmitglieder unter und starben im eiskalten Salzwasser des Nordatlantiks. Nur etwa 750 Menschen konnten gerettet werden, denn es gab zu wenige Rettungsboote. Die wenigen, die es gab, wurden zumeist nicht voll besetzt, weil die Menschen, die darin saßen, Angst hatten, dass die Boote unter ihrem Gewicht zerbrechen könnten. Außerdem hatte niemand geglaubt, dass die Titanic sinken könnte.

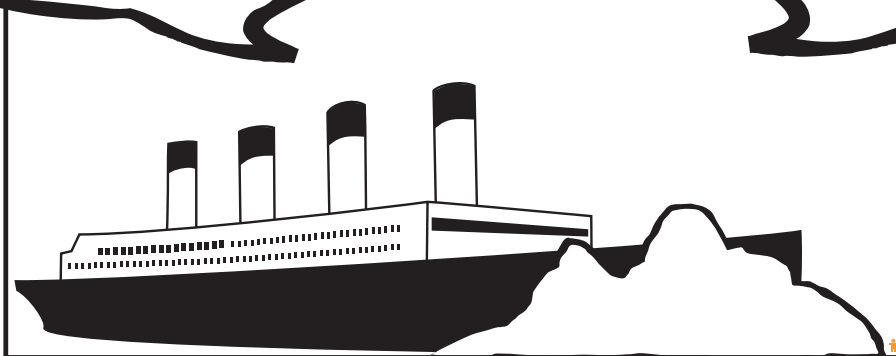
Die Größe des Eisbergs ist nicht sicher überliefert; aber wahrscheinlich war er wenigstens 65 m lang und ragte 20 m über die Wasserlinie hinaus. Die Zeichnung auf dieser Seite soll Dir ein ungefähres Gefühl für die Größenverhältnisse geben.

...es gab so etwas wie ein Zittern des Schiffes und einen kleinen Ruck, von dem ich annahm, dass eine der Schrauben abgebrochen sei.

(George F. Crowe, Steward)

Ich saß gerade auf meinem Bett und wollte das Licht löschen und hatte nicht das Gefühl, dass es überhaupt eine große Erschütterung gegeben habe. Es war in etwa, als ob man über tausende Murmeln gerollt wäre; nichts Angst Einflößendes.

(Mrs. J. Stuart White, Passagier)



Zitate adaptiert aus: <http://www.encyclopedia-titanic.org/item/1511/>

Aufgaben

- 1) Erkläre, warum die Titanic so stark beschädigt wurde, obwohl man doch an dem Eisberg vorbeigesteuert hatte.
- 2) Wirft man einen normalen Eiswürfel in ein gefülltes Wasserglas, ragt er mit einer Fläche nur ganz wenig aus dem Wasser. Die Matrosen auf der Titanic sahen aber einen Berg, der sich weit über die Wasseroberfläche erhob. Entwickle eine Idee, warum sich die Beobachtungen unterscheiden.
- 3) Überprüfe mithilfe der ausstehenden Materialien deine Ideen.



Das Schicksal einer »Unsinkbaren«

Lernziele:

Schülerinnen und Schüler

- entwickeln ein Modellexperiment zur Überprüfung ihrer Ideen
- beziehen in die Problemlösung ihre Alltagserfahrungen ein

Bezug zu den geförderten Kompetenzen:

F1	Alltagserfahrungen, Wissen, Kenntnisse und Konzepte wiedergeben, Konzepte mit Beispielen verknüpfen
Eu2	Untersuchungsmethoden anhand von Hypothesen planen und durchführen
Ev2	teilweise systematisch mit Variablen bei der Planung eines Experiments umgehen
Bi2	Problemstellungen in eigene Erfahrungsbereiche einordnen

Basisinformation:

Zum Wassereintritt in den Rumpf der Titanic führte wohl kein durchgehender Schnitt, sondern eine Aneinanderreihung von vielen kleineren Rissen und Dellen, dort wo vom Eisberg abstehende Eismassen die Stahlplatten eindrücken konnten. Das Wrack liegt in ca. 3800 m Tiefe und wurde erst 1986 nach langer Suche wiederentdeckt – die von den beiden Funkern in der Nacht des 14.4.1912 gesendeten Koordinaten hatten sich als falsch erwiesen.

Bis heute hält sich der Mythos Titanic, nicht zuletzt wieder angekurbelt durch James Camerons Verfilmung im Jahr 1997.

Mit ihr ging der fast heilige Glaube an die Allmacht der menschlichen Ingenieurskunst unter. Als Zeichen dieses Allmachtglaubens kann verstanden werden, dass der Titanic noch heute das Adjektiv »unsinkbar« angedichtet wird, das tatsächlich niemals von der White Star Line für sie verwendet wurde – es addierte sich fast von selbst als ein weiterer Superlativ an dieses Schiff der Extreme.

Hinweise für den Einsatz des Arbeitsmaterials:

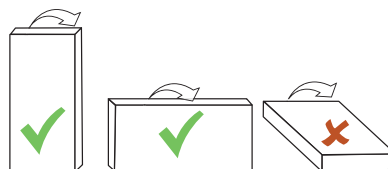
Dieses Arbeitsblatt sollte mit dem Experiment → **F/4** »Eisberge schwimmen« sowie → **F/5** dem »Lückentext zur »Dichteanomalie«« verknüpft werden.

Lösungen:

ad 1:

Es besteht ein Unterschied zwischen dem, was man über der Wasseroberfläche wahrnimmt, und was sich tatsächlich unter der Wasseroberfläche befindet. So ragt Eis, je nach Zusammensetzung, nur zu ca. 10% über die Wasseroberfläche hinaus. Der weitaus größte Teil der Eismasse liegt unter dem Wasserspiegel. Welche Formen sich dabei unterhalb der Wasseroberfläche finden, ist nur eingeschränkt aufgrund der Betrachtung an der Wasseroberfläche vorauszusagen. Eiskörper drehen sich im Wasser immer so, dass ihr Schwerpunkt möglichst tief liegt. Im Falle der Titanic ist davon auszugehen, dass unter der Wasseroberfläche scharfe Kanten vom Eisberg ragten und den Bug steuerbords auf einer Länge von bis zu 90 m beschädigte.

ad 2:



Jeder schwimmende Körper richtet sich im Wasser so aus, dass sein Schwerpunkt am tiefst möglichen Punkt liegt. Im Falle regelmäßig geformter Eiszwürfel, d. h. mit geraden Seitenwänden, liegt der Schwerpunkt etwa im Zentrum des Eiszürfels. Ist der Eiswürfel quaderförmig, dreht er sich so, dass er mit den größten Seitenflächen nach unten bzw. oben weist. Zur Veranschaulichung: Positioniert man einen Quader in allen möglichen Positionen auf einer ebenen Grundlage (s. o.), so stellt man fest, dass man ihn aus zwei Lagen umstoßen kann. In der dritten Lage, wenn er auf der größten Fläche ruht, kann er nicht mehr umgestoßen werden, weil sein Schwerpunkt bereits am tiefstmöglichen Punkt liegt. Bei einem unregelmäßig geformten Eisberg verhält es sich so, dass er sich so dreht, bis der Schwerpunkt am tiefstmöglichen Punkt liegt.

Darüber hinaus spielt der Auftrieb, den ein Eiskörper erfährt, eine entscheidende Rolle. Ein Eisberg verdrängt das Volumen Meerwasser, dessen Masse genau der Masse des Eisbergs entspricht. Da der Eisberg allerdings weniger dicht ist als das flüssige Wasser (Dichteanomalie), verteilt er diese Masse auf ein größeres Volumen. Die Differenz zwischen Eisbergvolumen und Volumen des verdrängten Wassers ragt aus dem Wasser. Etwa 90% eines Eisblockes liegen unterhalb der Wasserlinie.

Als dritter Einflussfaktor kommt hinzu, dass der Eisberg, mit dem die Titanic kollidierte, in Salzwasser schwamm. Das in den Meeren gelöste Salz verändert die Dichte des Wassers; es erhöht sie. Es konzentriert sich im Meerwasser mehr Masse auf das gleiche Volumen (gegenüber Süßwasser). Für die Verdrängung, die ein Eisberg ausübt, heißt das, dass weniger Wasser verdrängt wird, um seine Masse aufzuwiegen. Die Differenz zwischen Eisbergvolumen und verdrängtem Wasser wird also größer und der Berg ragt weiter aus dem Wasser heraus. (vgl. auch → **G/6** »Andere Länder, andere Meere«)

ad 3:

Vergleiche Arbeitsblatt → **F/4** »Eisberge schwimmen«





Klasse

Lehrer/in

Datum

Name



Eisberge schwimmen

Früher, als es noch keine Flugzeuge gab, konnten die Menschen nur in großen Schiffen von Europa nach Amerika reisen. Im Winter war das eine gefährliche Sache, da man unverhofft auf Eisberge treffen konnte. Stieß ein Schiff mit diesen zusammen, konnte es sinken.

Ihr könnt nun selbst einmal Eisberge erforschen.

Dazu stehen euch folgende Gegenstände und Materialien zur Verfügung:



- Bechergläser (250 mL)
- Eierlöffel oder Löffelspatel
- Eiswürfel (z. T. angefärbt mit Tinte)
- zerstoßenes Eis
- Leitungswasser
- Kochsalz
- Lineal

Aufgabe

Notiert in der Tabelle unten in Stichworten:

- 1) was ihr herausfinden wollt und was ihr erwartet,
- 2) was ihr dafür macht und
- 3) was ihr beobachtet.
- 4) Markiert in der vierten Spalte, ob der Versuch eure Erwartungen bestätigt (✓) oder nicht (✗).

Was wollen wir herausfinden? Was erwarten wir?	Wie gehen wir vor?	Welche Beobachtungen machen wir?	✓ oder ✗



Eisberge schwimmen

Lernziele:

Schülerinnen und Schüler

- experimentieren einer übergeordneten Fragestellung folgend
- dokumentieren Versuchsergebnisse adäquat
- beurteilen Experimentiererfolg

Bezug zu den geförderten Kompetenzen:

Ev1	unsystematisch mit Variablen bei der Planung eines Experiments umgehen bzw. Variablen nachvollziehen können
Ev2	teilweise systematisch mit Variablen bei der Planung eines Experiments umgehen
Ed1	V Versuchsergebnisse bzw. Daten ermitteln
Ed2	V Versuchsergebnisse und Daten im Hinblick auf die Hypothese auswerten
Bn3	naturwissenschaftliche Kriterien anwenden und diese auf eigene Untersuchungen beziehen

Basisinformation:

Auftrieb und Schwerpunkt: vgl. → F/3+ »Schicksal einer Unsinkbaren«

Diffusion: Die Tintenteilchen verteilen sich aufgrund der Eigenbewegung der Wassermoleküle und der Tintenmoleküle gleichmäßig in der gesamten Lösung. Dabei ist die Ausbreitungsrichtung z. T. unvorhersagbar, da eine Änderung des Weges eines Tintenteilchens dadurch bestimmt wird, wie und wann es von einem anderen Teilchen/Molekül angestoßen wird.

Konvektion: Da kaltes Wasser eine höhere Dichte hat als wärmeres Wasser, sinkt es zunächst unter wärmere Wassermassen. Deswegen sinkt das »frisch geschmolzene« Tintenwasser im Becherglas zunächst auf den Grund, der so »frei gewordene« Platz wird durch wärmeres Wasser wieder gefüllt, es entsteht ein kontinuierlicher Wasserstrom durch das Absinken des kalten Wassers. Auf diesem Prinzip basieren die großen Meeresströmungen: Warmes Oberflächenwasser kühlt klimatisch bedingt ab, sinkt auf den Meeresgrund und strebt als kalte Tiefenströmung wieder zurück, während dessen erwärmt sich die Tiefenströmung sukzessive und steigt wieder auf in den zuvor erwähnten Oberflächenstrom.

Lösungen:

Was wollen wir herausfinden? Was erwarten wir?	Wie gehen wir vor?	Welche Beobachtungen machen wir?
Was passiert, wenn Eis schmilzt? Wohin »geht« Eis, wenn es schmilzt?	Einbringen eines gefärbten Eiswürfels in Wasser und Beobachten der Vorgänge	blaue Schlieren ziehen sich vom Eiswürfel und sinken zu Boden (Konvektion, vgl. Meeresströmung) und verteilen sich von dort weiter (Diffusion) – nach und nach erscheint das ganze Wasser leicht blau
Schwimmen Eisberg und Eiswürfel unterschiedlich? Kann man bestimmen, wie Würfel oder Berg schwimmen?	Formen eines Eisklumpen (= Berg) aus zerstoßenem Eis; Einbringen von Eiswürfel und Eisberg in Wasser; Einbringen in unterschiedlichen Positionen	unregelmäßige Körper ragen weiter aus dem Wasser als der regelmäßige Würfel; egal wie man die Eisstücke einbringt, sie drehen sich immer wieder in dieselben Positionen (Schwerpunkt)
Schwimmen Eisberge anders im Meer (= Salzwasser)?	Lösen von viel Salz in Wasser; nacheinander Einbringen eines Eisbergs (aus zerstoßenem Eis) in Süß- und Salzwasser	aus Salzwasser ragt der Eisberg weiter heraus als aus Süßwasser (Dichteunterschiede Süß- vs. Salzwasser, Auftrieb)
Warum können Schiffe mit Eisbergen zusammenstoßen?	Einbringen von Eisberg/-würfel in Wasser, ggf. auch ein Papierboot	der größte Teil des Eisbergs/-würfels liegt unter Wasser, das Schiff kann z. T. gar nicht sehen, ob es an den Eisberg anstößt (Auftrieb)

Hinweise für den Einsatz des Arbeitsmaterials:

Idee dieses Arbeitsblatts ist es, SuS frei experimentieren zu lassen, ihnen gleichzeitig aber eine Strukturierungshilfe im Sinne von Frage-Durchführung-Schlussfolgerung anzubieten – es wird zunächst toleriert, wenn SuS aufgrund geringer Experimentierpraxis die Fragen erst im Nachhinein formulieren; wichtig ist allerdings, dass immer eine Frage formuliert wird (auch wenn der Versuch mit einem Kreuz als »nicht gelungen« bewertet wird). Gefärbte Eiswürfel lassen sich durch Einfrieren von mit Tinte angefärbtem Wasser herstellen. Das Experiment ist im Zusammenhang mit den Arbeitsblättern → F/3 »Schicksal einer Unsinkbaren« und → F/5 dem »Lückentext zur »Dichteanomalie« einzusetzen.





Klasse

Lehrer/in

Datum

Name

**Lückentext »Dichteanomalie«**

Beschäftigt man sich mit dem Thema »Wasser«, stößt man zwangsläufig auf den Begriff der Anomalie des Wassers.

Wasser verhält sich nicht ganz normal – anomal eben. Konkret heißt das, dass Wasser bei einer Temperatur von 4 °C die _____ Dichte aufweist. Sowohl beim Abkühlen als auch bei Temperaturen über _____ °C wird die Dichte _____. Deswegen sinkt beim Zufrieren von Seen _____ Wasser nach unten, wo die Fische dann überwintern können.

Weil _____ Wasser eine geringere Dichte aufweist als das es umgebende flüssige Wasser, _____ Eisberge an der Wasseroberfläche. Bei sich normal verhaltenden Stoffen _____ ein Stoff nach unten, wenn er fest wird.

Auch wenn Eis im Wasser schwimmt, ragt immer nur ein geringer Teil aus dem Wasser – ca. _____ % der Eismasse liegen unterhalb der Wasseroberfläche. Wie weit allerdings z. B. ein Eisberg aus dem Wasser ragt, hängt auch von seiner _____ ab.

Denn ein Eisberg dreht sich immer so, dass sein _____ am tiefsten Punkt unterhalb der Wasseroberfläche liegt.

**Form – gefrorenes – geringer – höchste – neunzig –
Schwerpunkt – sinkt – treiben – vier – wärmeres**

Aufgabe

Setze die Wörter aus dem Kästchen an die richtige Stelle im Lückentext.



Lückentext »Dichteanomalie«

Lernziele:

Schülerinnen und Schüler

- sichern Wissen im Bereich »Dichteanomalie von Wasser« durch entsprechenden Eintrag in einen Lückentext
- stellen Vorwissen übersichtlich dar

Bezug zu den geförderten Kompetenzen:

F1	Alltagserfahrungen, Wissen, Kenntnisse und Konzept wiedergeben, Konzepte mit Beispielen verknüpfen
K3	Kenntnisse/Arbeitsergebnisse reflektieren
Kf1	Fachsprache wiedergeben/erlernen
K13	Informationen auswerten, reflektieren, vergleichen und nutzen

Voraussetzungen:

Bearbeitung der Materialien → **F/3** »Schicksal einer Unsinkbaren« sowie → **F/4** »Eisberge schwimmen«. Alternativ: Beschäftigung mit dem Thema Dichteanomalie im naturwissenschaftlichen Unterricht. (vgl. a. → **F/15+**)

Lösungen:

Beschäftigt man sich mit dem Thema »Wasser«, stößt man zwangsläufig auf den Begriff der Anomalie des Wassers.

Wasser verhält sich nicht ganz normal – anomal eben. Konkret heißt das, dass Wasser bei einer Temperatur von 4 °C die **höchste** Dichte aufweist. Sowohl beim Abkühlen als auch bei Temperaturen über **vier** °C wird die Dichte **geringer**. Deswegen sinkt beim Zufrieren von Seen **wärmeres** Wasser nach unten, wo die Fische dann überwintern können.

Weil **gefrorenes** Wasser eine geringere Dichte aufweist als das es umgebende flüssige Wasser, **treiben** Eisberge an der Wasseroberfläche. Bei sich normal verhaltenden Stoffen **sinkt** ein Stoff nach unten, wenn er fest wird.

Auch wenn Eis im Wasser schwimmt, ragt immer nur ein geringer Teil aus dem Wasser – ca. **neunzig** % der Eismasse liegen unterhalb der Wasseroberfläche. Wie weit allerdings z. B. ein Eisberg aus dem Wasser ragt, hängt auch von seiner **Form** ab.

Denn ein Eisberg dreht sich immer so, dass sein **Schwerpunkt** am tiefsten Punkt unterhalb der Wasseroberfläche liegt.

Hinweise für den Einsatz des Arbeitsmaterials:

Die zur Auswahl stehenden Lückenwörter sind so gewählt, dass Wortart und mögliche Verwendungskontexte immer die Auswahl zwischen wenigstens zwei Möglichkeiten fordert. Dies soll verhindern, dass Lücken nur aufgrund sprachlogischer Überlegungen gefüllt werden.

Für fortgeschrittenere SuS kann das Angebot des Wortkastens abgeschnitten werden.



Klasse

Lehrer/in

Datum

Name

→ **Legendär**

Seit vielen hundert Jahren erzählt man sich in Cornwall im Südwesten Englands die folgende Legende:

»In grauer Vorzeit, als es noch Riesen und Heilige gab, geschah es, dass die Riesen verärgert darüber waren, dass die Menschen nicht mehr sie, sondern die Heiligen verehrten. Sie beschloss, dass es das Beste wäre, wenn sie die Heiligen aus Cornwall vertreiben würden. Bevor sich die Riesen jedoch auf ein Vorgehen dazu einigen konnten, trat einer der Heiligen mit Namen Tue vor und warnte sie davor, sich mit einer göttlichen, höheren Macht anzulegen.

Die Riesen nahmen ihn nicht ernst und lachten ihn aus. Tue schlug ihnen vor, sich mit einem von ihnen im Zweikampf zu messen: Würden die Riesen gewinnen, zögen sich die Heiligen aus Cornwall zurück; wären die Heiligen erfolgreich, müssten sich die Riesen zum Christentum bekehren lassen.

Verschieden große Steine sollten so geworfen werden, dass immer ein etwas größerer auf einem zuvor geworfenen, kleineren Stein liegen bliebe. Tue machte diesen Vorschlag deswegen, weil ihm der Himmel ein Zeichen gesandt hatte und er auf himmlischen Beistand hoffen konnte. Denn eigentlich war er eher klein und schwächling und ernährte sich vor allem von Lebertran. Er hätte ohne Hilfe keine Chance gehabt zu gewinnen.

So warfen Tue und der Riese Uther einen Stein nach dem anderen, sodass immer ein Stein auf dem anderen landete. Jeder neue Stein war dabei ein wenig größer als der zuvor geworfene. Der sich bildende Steinturm wackelte nicht schlecht, aber er hielt den Würfeln stand.



Bild links: Autor: Valerius Tygar/Attribution Share Alike 3.0
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kit-Mikayi.JPG>



Bild rechts: Autor: Jim Champion/Attribution Share Alike 3.0
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cheesewring_01_minions_cornwall.jpg

Dies lag zum einen daran, dass Uther ein ausgesprochen guter Steinewerfer war und zum anderen dem schwächlichen Tue bei jedem Wurf unsichtbare Engel zu Hilfe kamen, welche ihm die Steine abnahmen und auf den wachsenden Steinturm legten.

Nachdem der letzte Stein geworfen worden war und noch immer keine Entscheidung gefallen war, griff Uther zu einem enorm großen und schweren Stein, den er selbst fast kaum heben konnte. Er warf den Felsen und anstatt dass dieser auf dem Steinturm liegen blieb, fiel er wieder herunter und rollte den Hügel hinab, an dessen Fuß Uther und Tue standen. Der Heilige griff nach dem Stein, hob ihn hoch und schleuderte ihn – mithilfe der Engel – hoch auf den Steinturm, wo er liegen blieb. Tue hatte gewonnen. <<

Auf den Bildern oben siehst du Steinformationen in England und Kenia, die *tor* genannt werden. Das Wort kommt wahrscheinlich aus der keltischen Sprache und bedeutet soviel wie »Felsenturm«. Diese Felsentürme sind natürlich entstanden und nicht etwa von Menschen – geschweige denn von Riesen und Heiligen – erbaut worden. Vor vielen hundert Jahren konnte man sich ihre Entstehung allerdings noch nicht erklären, sodass man Legenden erfand. Heute wissen wir, dass sie ihre Existenz vor allem den Eiszeiten verdanken.

Aufgaben

- 1) Erzähle die Legende in eigenen Worten.
- 2) Erkläre, wieso man sie sich vor langer Zeit ausgedacht hat.
- 3) Stelle eine Hypothese auf, wie die *tors* entstanden sind. Beziehe dich auf die Rolle, die die Eiszeit dabei gespielt hat.
- 4) Bestätige deine Hypothese durch ein Modellexperiment.

Dir steht Folgendes zur Verfügung:



- 1 verschließbare Glasflasche
- 1 Gefrierbeutel
- Gummibänder
- Wasser
- Gefrierfach
- wasserfester Stift



Legendär

Lernziele:

Schülerinnen und Schüler

- lernen an einem Beispiel, dass Sagen und Märchen oft entstanden sind, weil es »unerklärliche« Phänomene zu erklären galt
- gehen frei im Modellexperiment dem Phänomen der Erosion nach
- beziehen Versuchsergebnisse auf andere Kontexte zurück

Bezug zu den geförderten Kompetenzen:

F3	Wissen, Kenntnisse und Konzepte verwenden, transferieren und verknüpfen
Ev1	unsystematisch mit Variablen bei der Planung eines Experiments umgehen bzw. Variablen nachvollziehen können
Eu2	Untersuchungsmethoden anhand von Hypothesen planen und durchführen
Eu3	Untersuchungsmethoden selbstständig auswählen und in Bezug auf Hypothesen auswerten
Em3	Modell zur Hypothesenerstellung nutzen

Basisinformationen:

Die *tors* im Südwesten Englands sind Produkte von Erosionsprozessen. Dabei handelt es sich um sehr komplexe Prozesse, die im Versuch vereinfachend reduziert werden. Das Felsgestein der *tors* ist vulkanischen Ursprungs und heterogen zusammengesetzt. Durch fortwährendes Einsickern von Wasser in den Boden wurden die Gesteinsformationen langsam abgeschliffen (vgl. Kiesel in Fluss- und Bachbetten). Weitaus wichtiger waren allerdings die Kräfte, die in den Eiszeiten die *tors* geformt haben: Während dieser Zeiten sickerte flüssiges Wasser in Felsspalten. Beim Gefrieren dehnt sich Wasser aufgrund der Dichteanomalie aus und nimmt mehr Raum in Anspruch. In einer Felsspalte ist dies nur bedingt möglich, sodass das gefrierende Wasser beim Ausdehnen mit hohem Druck gegen den Fels drückt und ihn aufsprengt. Diese Absprengungen sind bei weicheren Steinpartien innerhalb der *tors* begünstigt gewesen. Die harten Granitzonen sind von derartigen Erosionsprozessen weit weniger betroffen und verwittern weniger schnell.

Lösungen:

Im Versuch soll die Frostsprengung simuliert werden. Hierzu muss sich Wasser in einem unelastischen Hohlkörper beim Erkalten ausdehnen und diesen aufgrund des sich aufbauenden Drucks aufsprengen. Der zur Verfügung stehende Plastikbeutel soll SuS davor bewahren, nach dem Versuch in scharfkantige Scherben zu greifen und sich zu verletzen.

SuS füllen im Versuch eine verschleißbare Glasflasche luftblasenfrei mit Wasser. Die Flasche verpacken sie anschließend in einem Gefrierbeutel, der mit einem Gummiband verschlossen wird. Die so vorbereitete Flasche legen sie über Nacht ins Gefrierfach und beschreiben und deuten die Veränderungen, die sie am kommenden Tag wahrnehmen können. (Alternativ können Filmdöschen aus Plastik Verwendung finden. Hierbei wird jedoch »nur« der Deckel abgesprengt und Eis herausgepresst.)

Hinweise für den Einsatz des Arbeitsmaterials:

Der Text ist sprachlich komplexer gehalten, um durch den häufigen Rückgriff auf Konjunktive in SuS das Lesegefühl zu simulieren, das sich bei Märchen und Sagen einstellt. Dies ermöglicht die Erschließung eines unbekanntem Kontexts und kann eine Diskussion anregen über wissenschaftliche Erklärungen und naive Vorstellungen und deren Verhältnis zueinander. Dieser Zugang stellt vor allem für leseinteressierte und begabte SuS eine Alternative dar. Alternativ kann mit Bildimpulsen gearbeitet werden. So sind im Falle des Grand Canyon ebenfalls Erosionsprozesse für das Panorama verantwortlich. Der Colorado-River hat sich über Jahrmillionen tief in das weiche Gestein des Colorado-Plateaus eingefressen. Dabei resultiert dessen erodierende Kraft aus der Reibung, die er beim Fließen verursacht. So hat sich der Fluss über 2-6 Millionen Jahre bis zu 1800 m tief ins Gestein gefressen.

Bei der Auswertung des Versuchs muss die Lehrkraft SuS dabei unterstützen zu erkennen, dass das sich ausdehnende Wasser so viel Druck auf die Gefäßwände aus Glas ausübt, dass diese bersten. Damit hat der Versuch Modellcharakter und muss auf Frostsprengvorgänge im Alltag übertragen werden: Aufsprengen von Asphaltdecken, Absprengen von Felsmassiven etc.

Bereitzustellende Experimentiermaterialien:

Vgl. Arbeitsblatt



Weihnachten in New York

Lernziele:

Schülerinnen und Schüler

- erkunden das Prinzip, das dem Schlittschuhlaufen zugrunde liegt
- variieren Einzelparameter eines Experimentes und beobachten genau

Bezug zu den geförderten Kompetenzen:

Eu2 Untersuchungsmethoden anhand von Hypothesen planen und durchführen

Ev3 systematisch mit Variablen bei der Planung eines Experiments umgehen (auch bei unbekanntem Inhaltsbereich)

Basisinformationen:

Das Schlittschuhlaufen beruht auf der Druckabhängigkeit des Schmelzpunktes von Wasser. Unter normalen Atmosphärenbedingungen erstarrt Wasser bei Temperaturen ab 0°C. Erhöht man jedoch den Druck, sinkt der Schmelzpunkt unter diese Marke – damit zeigt Wasser ein anomales Verhalten (man spricht von Schmelzanomalie, vgl. a. → F/14+). Ist der ausgeübte Druck hoch genug, um den Schmelzpunkt unter die herrschenden Temperaturen zu »drücken«, schmilzt Eis wieder zu flüssigem Wasser auf. Das passiert unter der Schlittschuhkufe. Diese verfügt bewusst über eine sehr schmale Kontaktfläche zum Eis, damit die auf diese Fläche wirkende Gewichtskraft einen möglichst hohen Druck erzeugt. (Druck ist das Maß für die Kraft, die auf eine bestimmte Fläche wirkt.)

So bildet sich unter der Schlittschuhkufe ein Kissen flüssigen Wassers, auf dem der aufsitzende Schlittschuh wie beim Aquaplaning gleiten kann.

Die normale Auflagefläche, auf der unser Körpergewicht ruht (Schuh oder barfuß), sorgt aufgrund ihrer Größe für einen geringeren Druck, sodass der Schmelzpunkt des Wassers nicht hinreichend tief unter 0°C abgesenkt werden kann. In diesem Fall wird Eis erst richtig rutschig, wenn sich Flüssigkeit darauf befindet (z. B. ein leichter Nieselregen) oder wenn durch Polieren die natürlichen Unebenheiten, die beim Gefrieren von Wasser entstehen, beseitigt worden sind. Dann ist eine Eisfläche spiegelglatt, d. h. frei von Unebenheiten.

Lösungen:

SuS verständigen sich zunächst darüber, was ihrer Ansicht nach das entscheidende Merkmal des Schlittschuhs ist (schmale Kufe). Dann simulieren sie das Laufen auf Kufen durch das Ausüben von Druck auf das Lineal (s. u.). Bei genauer Beobachtung fällt ihnen auf, dass sich auf der Eisfläche mit Wasser gefüllte Einschnitte ergeben. Diese bilden sich im Gegensatz dazu nicht, wenn sie die Kufe mit einer großen Fläche auf das Eis pressen. Sie kommen zu dem Schluss, dass durch das Gewicht auf der schmalen Kufe das Eis zum Schmelzen gebracht wird. (Der sachrichtige Bezug zur Größe »Druck« wird hierbei nicht explizit gefordert.)

Hinweise für den Einsatz des Arbeitsmaterials:

Die Mini-Eisbahn ist zuvor durch Einfrieren von Wasser in einer Eisschachtel o. ä. vorbereitet worden. (Je sauberer das Wasser ist, desto klarer und einheitlicher ist der gewonnene Eisblock – im Einzelfall ist also die Verwendung von entionisiertem Wasser anzuraten.) Die Mini-Kufe, die im Vorfeld bereitzustellen ist, muss einige Kriterien erfüllen: (1) sie sollte aus Metall und für Kinderhände greif- und manövrierbar sein, (2) sie sollte über eine schmale und eine breite Fläche verfügen, (3) sie sollte länglich sein. Aus dem Alltag wäre z. B. die Verwendung eines Metall-Lineals möglich.





Klasse

Lehrer/in

Datum

Name



Volles Glas? Von wegen...

Schulferien – die schönste Zeit im Jahr, besonders dann, wenn man am Meer sein kann. Wenn die Sonne richtig brennt und ein bisschen Wind geht, gibt es nichts Schöneres als am Strand zu liegen und ab und zu im Meer zu baden. Dumm nur, wenn man durstig ist und nichts zu trinken dabei hat. Da hilft nur der Besuch im Strandcafé. Ein kühles Wasser erfrischt.

Seltsam, da ist knapp unter dem Rand ein Strich mit der Beschriftung 0,2 L. Wahrscheinlich ist das die Menge Wasser, die im Glas ist, wenn es bis an den Strich gefüllt ist. Clever! So kann der Wirt dem Gast zeigen, dass er nicht zu wenig Wasser ausgeschenkt hat. Es gibt ja immer wieder Leute, die über alles meckern müssen. Hier haben sie keine Chance.

Aber eigentlich passt da noch mehr Wasser hinein. Wie viel Wasser kann man wohl in so ein Glas einschicken, bis es überläuft?

Aufgaben

- 1) Untersuche mit den rechts stehenden Gegenständen diese Frage. Beobachte dabei ganz genau, wie es aussieht, bevor das Wasser überläuft.
- 2) Skizziere den Versuch in das Kästchen unten.

Folgende Materialien stehen dir zur Verfügung:



- ein 0,2 L-Glas
- ein 250 mL Messzylinder
- eine Pipette
- eine Lupe

In mein/unser Glas passten bis kurz vor dem Überlaufen:

_____ mL

Du kannst auf der Rückseite weiterschreiben >



Volles Glas? Von wegen...

Lernziele:

Schülerinnen und Schüler

- führen angeleitet einen Versuch durch
- beobachten genau die Vorgänge während des Versuchs
- nehmen einen Messwert auf

Bezug zu den geförderten Kompetenzen:

Ed1	Versuchsergebnisse bzw. Daten ermitteln
Eu1	bekannte Untersuchungsmethoden beschreiben und nach Anleitung durchführen bzw. nachvollziehen
K1	über Kenntnisse/Arbeitsergebnisse sprechen

Basisinformationen:

Oberflächenspannung: Wassermoleküle bestehen aus drei Atomen (2 Wasserstoffatome, 1 Sauerstoffatom), die winkelförmig angeordnet sind. An den beiden Wasserstoffatomen konzentrieren sich positive Teilladungen und am Sauerstoffatom eine negative Teilladung.

Durch die gewinkelte Gestalt weist das Molekül nach außen zwei ungleichnamig geladene Pole auf (man spricht von einem Dipol-Molekül). Da negative und positive Ladungen sich elektrostatisch anziehen, ziehen sich Wassermoleküle gegenseitig an. Die Anziehungskräfte wirken dabei grundsätzlich in alle Raumrichtungen auf weitere Wassermoleküle. Dort, wo keine Wassermoleküle vorhanden sind (z. B. »nach oben« an der Oberfläche), fallen die Anziehungskräfte in die anderen Raumrichtungen stärker ins Gewicht.

An der Phasengrenze (flüssiges Wasser – Luft) kommt es dazu, dass die dort sitzenden Wassermoleküle quasi nur noch Anziehungskräfte ins Wasserinnere und zu den Seiten erfahren. Dies führt zu einem relativ festen Zusammenhalt der Moleküle an der Oberfläche; es kommt zur sogenannten Oberflächenspannung.

Die Oberfläche des Wassers hält den Wasserkörper zusammen. Die Anziehungskräfte ins Innere der Lösung bezeichnet man als Kohäsionskräfte. Aus dem Inneren der Lösung wirken auch Kräfte nach außen, die aus dem hydrostatischen Druck des Wassers resultieren. Diese Kräfte nehmen mit zunehmender Wassermenge zu, wohingegen die Kohäsionskräfte konstant bleiben. Solange die hydrostatische Kraft des Wassers die Kohäsionskräfte betragsmäßig nicht übersteigt, hält die Oberflächenspannung den Wasserkörper zusammen. Sobald aber die hydrostatischen Kräfte die Kohäsionskräfte übersteigen, fließt das Glas über.

Lösungen:

Das Wasser läuft weniger schnell über als vielleicht zunächst erwartet. Selbst wenn das Glas randvoll gefüllt ist, lässt sich weiter vorsichtig Wasser hinzufügen (bspw. mithilfe einer Pipette). So bildet sich langsam über dem Glasrand ein »Wasserberg«, der durch die Oberflächenspannung des Wassers bedingt ist. Wie viel Wasser dabei zusätzlich in ein Glas hinzuzufügen ist, hängt auch von seinem Durchmesser ab, sodass hier keine allgemeine Aussage getroffen werden kann.

Hinweise für den Einsatz des Arbeitsmaterials:

Dieses Arbeitsblatt hat die Form eines einfachen »egg-race« und stellt die SuS vor die Aufgabe, ein Problem mit vorgegebenen Materialien kreativ zu lösen. Der Wettbewerbscharakter soll sie dazu bewegen, sich konzentriert und motiviert mit der Aufgabe auseinanderzusetzen.

Bereitzustellende Experimentiermaterialien:

Vgl. Arbeitsblatt





Klasse

Lehrer/in

Datum

Name



Wir rücken dem Wasser auf die Pelle

Da behauptet doch tatsächlich jemand im Fernsehen, dass Wasser eine Haut hat! So ein Quatsch! Wenn Wasser eine Haut hat, könnte man doch gar nicht schwimmen, weil man ja gar nicht ins Wasser

käme. Und außerdem müsste man diese Haut auch sehen können. – Kann man auch! Kannst du das auch?

Aufgaben

- 1) Entwickle mit den hier angegebenen Materialien ein Experiment, mit dem du zeigen kannst, dass Wasser eine Haut hat.
- 2) Du sollst später erklären, woran du in deinem Experiment diese Haut erkennst.

Hiermit kann ich experimentieren:

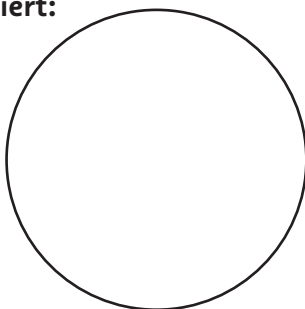


- Petrischale
- Pasteur-Pipette mit Hütchen (ggf. Einwegpipette)
- Leitungswasser
- gemahlener Pfeffer
- Spülmittel

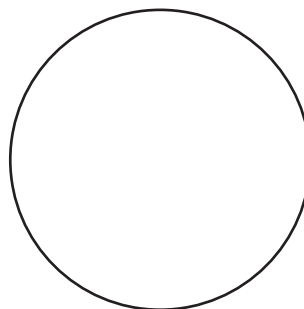
Ich will herausfinden/zeigen:

So will ich vorgehen:

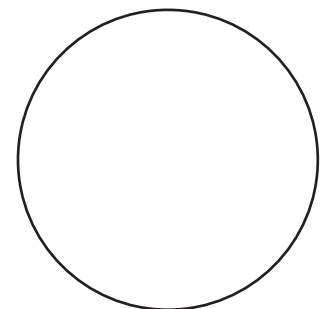
Das passiert:



Meine Petrischale am Anfang



nach _____



am Ende.

Die Haut des Wassers erkennt man daran, dass



Wir rücken dem Wasser auf die Pelle

Lernziele:

Schülerinnen und Schüler

- entwickeln zu einer vorgegebenen Aussage ein Kontrollexperiment
- beobachten und beschreiben die Vorgänge genau
- bestätigen die Ausgangsthese mit ihren Beobachtungen

Bezug zu den geförderten Kompetenzen:

Eu2	Untersuchungsmethoden anhand von Hypothesen planen und durchführen
Ed2	Versuchsergebnisse und Daten im Hinblick auf die Hypothese auswerten
K2	Kenntnisse/Arbeitsergebnisse angemessen darstellen

Lösungen:

SuS bestreuen die Wasseroberfläche in der Petrischale mit fein gemahlenem Pfeffer. Dann tropfen sie ein wenig Spülmittel in die Mitte der Petrischale. Ausgehend von der Eintropfstelle zieht sich die Wasseroberfläche kreisförmig in Richtung der Gefäßwände zurück. Der leichte Pfeffer wird dabei mitgerissen. Kurz darauf wird der Pfeffer wieder in die Mitte getrieben.

Hinweise für den Einsatz des Arbeitsmaterials:

SuS sollen die Vorgänge an ihrer Petrischale möglichst genau beschreiben. Es ist darauf zu achten, dass in der Beschreibung besonders auf die Bewegung der Pfefferkörner eingegangen wird. Deren Zurückschnellen kann in einer gemeinsamen Analogiefindung im Klassenverband mit einem Riss verglichen werden, der sich ausgehend vom Ursprung durch das Material arbeitet. Illustrierend kann man dazu ein Stück Frischhaltefolie straff über ein Glas spannen und in der Mitte mit einer Nadel einstechen. Als Veranschaulichung der Vorgänge auf molekularer Ebene beim Eintropfen des Spülmittels mag ein Gummiband dienen, das man zwischen zwei Daumen spannt. So lange beide Daumen daran ziehen, bewegt sich das Band nicht, da die resultierende Kraft, die es erfährt, gleich null ist. Zieht man den einen Daumen aus dem Gummiband heraus, wirkt nur noch die Kraft des anderen Daumens und das Gummiband beschleunigt in die Richtung, in die der entsprechende Daumen zieht.

Bereitzustellende Experimentiermaterialien:

Vgl Arbeitsblatt; alternativ zu Pfeffer können auch andere feinkörnige, nicht-wasserlösliche Substanzen eingesetzt werden (z. B. Bärlappsporen/Lycopodium).

Basisinformationen:

Streut man gemahlene Pfeffer auf eine Probe unbehandeltes Wasser, bleibt dieser aufgrund seiner geringen Masse auf der Oberfläche liegen. Erst nach und nach saugen sich die größeren Pfefferpartikel mit Wasser voll und gehen unter.

Im Folgenden betrachten wir vereinfachend nur die Moleküle an der Oberfläche und nur die Kräfte, die tangential zur Oberfläche wirken, d. h. Kohäsionskräfte, die ins Innere der Lösung wirken, werden vernachlässigt. Wenn auf die Wasseroberfläche ein Tropfen Spülmittel trifft, wird dadurch die Oberflächenspannung herabgesetzt. Man kann sich das in etwa folgendermaßen vorstellen: Die in das Wasser eintretenden Tensid-Moleküle verringern die Anziehungskräfte zwischen den Wassermolekülen. Im »Normalzustand« sind die einzelnen Wassermoleküle Kräfte entlang der Oberfläche ausgesetzt, die betragsmäßig etwa gleich groß sind, jedoch in entgegengesetzte Raumrichtungen wirken. Die resultierende Kraft aus diesen Kräften ist gleich null. Durch die Herabsetzung von Anziehungskräften wird diese Kräftebilanz beeinflusst und die resultierende Kraft, die auf ein Wassermolekül wirkt, ist nicht mehr gleich null. Die Wassermoleküle werden dann in Richtung der resultierenden Kraft beschleunigt.

Für die Wasseroberfläche heißt das: Von der Eintropfstelle aus schnellt das Wasser und der darauf liegende Pfeffer in Richtung der Gefäßwände zurück.

Der Spülmitteltropfen sinkt derweil im Wasser auf den Grund. Dabei bleibt er – je nach Viskosität des Spülmittels – relativ kompakt zusammen und löst sich kaum. Das führt zu der zweiten, möglichen Beobachtung: Im Anschluss an das Absinken des Tensids können die Anziehungskräfte zwischen den Wassermolekülen an der Oberfläche wieder stärker wirken. Es kommt dazu, dass die Wasserhaut teilweise von den Gefäßwänden her wieder zusammenzuwachsen scheint und der Pfeffer wieder in die Mitte getrieben wird. Zur Visualisierung dieses Schrittes ist die dritte Petrischale gedacht. Da das Spülmittel aber insgesamt Auswirkungen auf die Oberflächenspannung hat, sinken nun auch feinere Pfefferpartikel zum Grund.





Klasse

Lehrer/in

Datum

Name



Eine Seefahrt, die ist lustig



Autor: Bibi Saint-Pol
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Boat_Cdm_Paris_322_n1.jpg



Autor: James E. Buttersworth
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Buttersworth_-_flying_cloud.jpg



Eigentum des Liverpool Record Office
http://en.wikipedia.org/wiki/File:SS_Empress_of_Britain_pre-1924.jpg

Schiffe haben seit Jahrtausenden die Menschen über die Weltmeere befördert. Wenn der Landweg zu beschwerlich war oder man auf ihm zuviel Zeit brauchte, suchte man nach einem bequemeren Weg über das Meer. So entdeckte Christoph Columbus eher »zufällig« Amerika; eigentlich wollte er den Seeweg von Europa nach Indien finden.

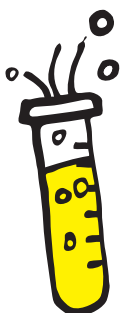
Lange Zeit wurden Schiffe mit wenigen, großen Segeln und zusätzlich mit Muskelkraft vorwärts getrieben, wie z. B. die Galeeren, auf denen Sklaven rudern mussten. Diese waren aber nicht hochseetauglich, denn sie konnten keine sehr weiten Strecken zurücklegen und waren in Stürmen besonders verwundbar.

Deswegen wurde im Laufe der Jahrhunderte immer mehr Segelfläche an die Masten gespannt, sodass sich mehr Wind darin fangen konnte. Dieser trieb die Schiffe dann schneller an als die Muskelkraft der Sklaven.

Erst seit ca. 200 Jahren steuern Schiffe mit Motoren über die Ozeane. Diese sind viel leistungstärker als starker Wind und können auch in Stürmen betrieben werden. Segelschiffe hingegen mussten in Stürmen die Segel einholen, damit diese nicht von den Masten gerissen wurden.

Aufgabe

Im Kleinen braucht es aber weder Sklaven noch Wind oder Kohle. In diesem Versuch sollst du selbst ein Bootsmodell konstruieren, das in einem Suppenteller schwimmen kann. Dabei soll es sich fortbewegen, ohne dass du es anstößt oder anpustest.



**Folgende Dinge darfst du
in deinem Versuch verwenden:**

- einen Suppenteller
- Seife
- Papier
- Schere
- Leitungswasser



Eine Seefahrt, die ist lustig

Lernziele:

Schülerinnen und Schüler

- nutzen ihr Vorwissen zur Oberflächenspannung, um ein Schiffchen mit Seifenmotor zu konstruieren
- variieren Einzelaspekte des Bootes und beobachten die damit verbundenen Veränderungen der Schwimmeigenschaften (vgl. Hinweise für den Einsatz des Arbeitsmaterials)

Bezug zu den geförderten Kompetenzen:

- | | |
|------------|---|
| Ev1 | unsystematisch mit Variablen bei der Planung eines Experiments umgehen bzw. Variablen nachvollziehen können |
| Ev2 | teilweise systematisch mit Variablen bei der Planung eines Experiments umgehen |
| Ed1 | Versuchsergebnisse bzw. Daten ermitteln |

Voraussetzungen:

SuS sollten bereits Experimente zur Herabsetzung der Oberflächenspannung durchgeführt bzw. gesehen haben (vgl. z. B. → F/9 »Wir rücken dem Wasser auf die Pelle«).

Basisinformationen:

Das Boot strebt, sobald es in Bewegung versetzt ist, von der Kontaktstelle zwischen Seife und Wasser weg. Dies ist darauf zurückzuführen, dass es mit dem Großteil seiner Auflagefläche auf der noch intakten Wasserhaut ruht, die sich zurückzieht und es dabei mitzieht. Je größer die Wasseroberfläche ist, auf der sich das Boot bewegt, desto weiter kann es fahren – wenn es eine Gefäßwand erreicht hat, wird es, da es steuerungsunfähig ist, stehen bleiben. Befreit man das Schiffchen aus dieser Lage, setzt es seine Reise auf der Wasseroberfläche fort.

Mit der Zeit wird es dabei langsamer, was darauf zurückzuführen ist, dass durch seine Bewegung auf der Wasseroberfläche die oberflächenaktiven Seifenmoleküle (Tenside) großflächig verteilt worden sind und die Oberflächenspannung dauerhaft abgesenkt haben.

Lösungen:

Zunächst basteln die SuS ihre eigenen Schiffsmodelle – diese können beliebig differenziert sein und können von einem einfach ausgeschnittenen Schiffsgrundriss bis zum gefalteten Papierschliffchen reichen. Im Falle des Schiffsgrundrisses sollte am Heck – relativ mittig – ein Schnitt angebracht werden, in den ein Seifenspan geklemmt werden kann. Im Falle des gefalteten Schiffs kann dafür eine der Falzkanten verwendet werden.

Von der Seife werden mit der Schere oder einem kleinen Messer kleine Späne abgeschabt, die an das Heck des jeweiligen Schiffes angebracht werden. (Es ist auch denkbar, einen Tropfen Spülmittel geeignet einzusetzen.) Beim Aufsetzen auf das Wasser ist zu beobachten, dass das Boot über das Wasser getrieben wird und der Seifenspan dabei quasi als Motor fungiert.

Hinweise für den Einsatz des Arbeitsmaterials:

Es bietet sich an, den SuS nahezulegen, zwei Bootsmodelle anzufertigen – eines mit Seifenantrieb, eines ohne –, damit sie im direkten Vergleich sehen können, dass der Vortrieb des Bootes durch den Seifenantrieb gewährleistet wird und nicht durch etwaigen Luftzug oder Erschütterungen am Arbeitstisch. Zu diesem Zweck können sie beide Boote auf dieselbe Oberfläche setzen.

Der Arbeitsauftrag kann in der Form eines »egg-race« erfolgen und die SuS dazu animieren, einzelne Variablen (Schiffsform, Seifenmenge und -art, Fixierung der Seife am Boot etc.) zu kontrollieren. Das Ziel, ein möglichst schnelles Schiff zu bauen, wäre hierbei ein geeignetes Arbeitsziel – die SuS würden dabei dazu angehalten, zu notieren, was sie jeweils verändern und mit welchen Erwartungen sie dies tun.

Bereitzustellende Experimentiermaterialien:

Vgl. Arbeitsblatt





Klasse

Lehrer/in

Datum

Name

→ Archimedes und die goldene Krone



Baldwin, James (1905). *Thirty More Famous Stories Retold*. Ungekürzte Neuauflage, 2005. Chapel Hill/NC: Yesterday's Classics, S. 25.

Archimedes lebte vor über 2000 Jahren in Griechenland.

Er war ein Philosoph und machte sich kluge Gedanken über alle möglichen Dinge. Darin war er sehr gut und man wusste, dass er auch die schwierigsten Probleme lösen konnte. Eines Tages kam König Hieron II. zu ihm und bat ihn um Hilfe.

Der König hatte bei einem Goldschmied eine Krone aus purem Gold bestellt und ihm ein Stück Gold dafür zur Verfügung gestellt. Es geschah oft, dass arme Goldschmiede ein Stück Gold für sich behielten und nicht alles in der Krone verarbeiteten. Damit es nicht sofort auffiel, mischten sie Silber in die Krone, so dass die Krone genauso viel wog wie das Goldstück.

Hieron befürchtete nun, dass seine Krone nicht aus purem Gold bestand. Er sagte zu Archimedes: »Archimedes, jeder hier weiß, wie klug du bist und dass du die besten Lösungen für Probleme findest. Kannst du herausfinden, ob mich der Goldschmied betrogen hat? Aber bitte mach die Krone nicht kaputt. Denn sie gefällt mir sehr gut.«

Archimedes spazierte stundenlang durch Athen und zerbrach sich den Kopf. Ohne Erfolg. Abends entschied er sich, ein Bad zu nehmen. Seine Diener füllten eine Badewanne bis zum Rand mit Wasser. Als sich Archimedes in die Badewanne setzte, schwappte Badewasser über den Rand und floss auf den Boden. Archimedes' Augen leuchteten vor Freude. Er sprang aus der Wanne und rannte nackt durch die Straßen Athens und rief immer wieder: »Heureka! Ich habe es gefunden!«

Am nächsten Tag ging er zum König und sagte zu ihm: »Großer König, ich habe eine Lösung für Dein Problem gefunden. Bringt mir die Krone, einen gleich schweren Brocken Gold und ein Gefäß, dass bis zum Rand mit Wasser gefüllt ist.«

Dann zeigte er dem König und allen Anwesenden, dass der Goldschmied wirklich geschummelt hatte.

Aufgaben

Arbeite mit einem Klassenkameraden zusammen.

- 1) Plant ein Experiment, mit dem ihr die Entdeckung des Archimedes nachvollziehen könnt, und führt es durch.
- 2) Stellt für eure Klassenkameraden dar, wie Archimedes dem König die Lösung vorführte.



Archimedes und die goldene Krone

Lernziele:

Schülerinnen und Schüler

- vollziehen die Entdeckung des Archimedischen Prinzips nach (vereinfachend: Dichtebegriff)
- erkennen den Zusammenhang zwischen Masse und Volumen eines Stoffes als charakteristische Kenngröße
- stellen Versuchsergebnisse und Prozedur szenisch dar

Bezug zu den geförderten Kompetenzen:

Ev1	unsystematisch mit Variablen bei der Planung eines Experiments umgehen bzw. Variablen nachvollziehen können
Ev2	teilweise systematisch mit Variablen bei der Planung eines Experiments umgehen
K2	Kenntnisse/Arbeitsergebnisse angemessen darstellen
Kf2	Fachsprache benutzen

Voraussetzungen:

Keine – obwohl ein erstes Verständnis von Dichte im Experiment hilfreich ist.

Basisinformationen:

Das Archimedische Prinzip, das in dieser Geschichte illustriert wird, besagt: Die Auftriebskraft, die ein Körper in Wasser erfährt, entspricht betragsmäßig der Gewichtskraft des verdrängten Wassers. In ihrer allgemeinen Form gilt die Aussage für alle Flüssigkeiten und Gase. Die Auftriebskraft wirkt dabei der Gewichtskraft des eintauchenden Gegenstands entgegen. Mittels eines Federkraftmessers ist es möglich, die Kraftdifferenz zwischen der Gewichtskraft eines Körpers in Wasser und in der Luft zu bestimmen. Körper, die in Wasser schwimmen, tauchen genau so weit in Wasser ein, dass das verdrängte Wasservolumen exakt ihrer Körpermasse entspricht, d. h. dass die Auftriebskraft des Wassers die Gewichtskraft des eintauchenden Körpers genau kompensiert. Körper sinken hingegen, wenn ihre Masse die Masse des Volumens an Wasser übersteigt, die bei vollständigem Eintauchen verdrängt wird. Das Verhältnis von Masse und Volumen eines Körpers wird als Dichte eines Stoffes bezeichnet und ist eine charakteristische Stoffgröße.

Archimedes befestigte die zu prüfende Krone und ein gleich schweres Goldstück an einer Balkenwaage. Im Medium Luft befand sich die Waage im Gleichgewicht, beim Eintauchen in Wasser allerdings senkte sich die Balkenwaage in Richtung des Goldstücks. Archimedes zeigte damit, dass bei gleicher Masse die Volumina andere waren, somit unterschiedlichen Auftrieb erfuhren und die Krone folglich unmöglich aus reinem Gold bestehen konnte.

Lösungen:

SuS experimentieren, orientiert an der Erzählung über Archimedes, mit den bereitstehenden Sinkgegenständen gleicher Masse. Da diese aus unterschiedlichen Materialien bestehen, verdrängen sie unterschiedlich viel Wasser. SuS können so auf zwei Weisen herausfinden, ob »ihre« Krone aus »Gold« ist oder nicht. Ein Kriterium für sie ist, das Volumen des verdrängten Wassers zu bestimmen – ablesbar am Pegelstand im Messzylinder. Ein weiteres Kriterium ist, die Auslenkung am Federkraftmesser in Wasser zu vergleichen. Der Körper, der eine höhere Auftriebskraft erfährt (größeres Volumen, da geringere Dichte), lenkt den Federkraftmesser weniger aus.

Hinweise für den Einsatz des Arbeitsmaterials:

Im Versuch selbst werden SuS nicht in der Lage sein, das Archimedische Prinzip in seiner elaborierten Form zu finden. Durch die Auswahl der Versuchsmaterialien ist es aber möglich, sie dazu anzuleiten, den charakteristischen Zusammenhang zwischen Masse und Volumen eines Stoffes festzustellen.

Bereitzustellende Experimentiermaterialien:

Federkraftmesser (Skala abhängig von der Masse der Sinkkörper), Messzylinder, Waage, 3-5 Sinkkörper gleicher Masse und unterschiedlicher Volumina (Dichte $> 1 \text{ g cm}^{-3}$) Die Sinkkörper werden mit Alufolie (mit jeweils vergleichbar großen Blättern) eingeschlagen, sodass sich unregelmäßige Körper ergeben. Zusätzlich werden kurze Fadenstücke mit Schlaufen daran angebracht, mit denen man diese Massepäckchen später an den Federkraftmessern befestigen kann. Als Inhalt für die Päckchen bieten sich zusammenzustellende Massen an aus z. B. Schrauben (verzinkter Stahl), Knetmasse, Glasmurmeln, 10-, 20-, 50-Cent-Münzen (Cu/Al/Zn/Sn-Legierung). Die einzelnen Massepäckchen werden mit wasserfestem Stift durchnummeriert und eines der Päckchen wird zweimal angefertigt und gekennzeichnet. So stehen SuS im Kleinen vor einem vergleichbaren Problem wie Archimedes und müssen den gekennzeichneten Gegenstand mit einem der Vergleichssinkkörper identifizieren.





Klasse

Lehrer/in

Datum

Name



Schwimmendes Gemüse

Sicher ist dir schon einmal aufgefallen, dass nicht alle Dinge in Wasser schwimmen können, sondern einige Dinge darin untergehen.

Das hat mit ihrer Dichte zu tun. Die Dichte gibt an, wie schwer ein Gegenstand bei einem bestimmten Volumen ist. Wenn ein Gegenstand dichter ist als Wasser – wenn er also schwerer ist als Wasser mit gleichem Volumen, dann geht er darin unter.

Er kann nur darin schwimmen, wenn das Volumen an Wasser, das seiner Größe entspricht, schwerer ist als er selbst, anders ausgedrückt: wenn das Wasser, in dem er schwimmt, dichter ist als er selbst.

Wenn du ein Karottenstück oder eine frische Weintraube in frisches Leitungswasser wirfst, gehen diese darin unter.

Aufgaben

- 1) Vervollständige den Lückentext:

Wenn ein Karottenstück und eine Weintraube in

Wasser sinken, liegt das daran, dass sie

_____ sind als Wasser. Das heißt,

sie sind schwerer als eine vergleichbar große

Wassermenge. Sollen das Karottenstück oder

die Weintraube schwimmen, muss man die

Dichte des _____ verändern oder die

Dichte der Karotte/Weintraube. Um die Dichte

eines Stoffes zu erhöhen, kann man seine

_____ steigern, wobei sich das

_____ nicht verändern darf.

- 2) Plane einen Versuch, in dem du mit den folgenden Hilfsmitteln ein Karottenstück/eine Weintraube in Wasser schwimmen lassen kannst. Führe den Versuch anschließend durch.

Dir stehen folgende Materialien zur Verfügung:



- Becherglas
- Eierlöffel oder Löffelspatel
- Karottenstück oder Weintraube (jeweils frisch)
- Leitungswasser
- Kochsalz
- Zucker
- Mehl

- 3) Beurteile die Dichte welchen Stoffes du verändern kannst und wie du dafür vorgehen musst.
- 4) Skizziere, wie dein Experiment abgelaufen ist. Schreib auch ruhig auf, wenn etwas nicht geklappt hat. Dann weißt du, was du nicht mehr ausprobieren musst.



Schwimmendes Gemüse

Lernziele:

Schülerinnen und Schüler

- beeinflussen hypothesengeleitet einen experimentellen Aufbau
- wenden Kenntnisse über Löslichkeit und Dichte/Auftrieb an

Bezug zu den geförderten Kompetenzen:

F3	Wissen, Kenntnisse und Konzepte verwenden, transferieren und verknüpfen
Ev2	teilweise systematisch mit Variablen bei der Planung eines Experiments umgehen
Ev3	systematisch mit Variablen bei der Planung eines Experiments umgehen (auch bei unbekanntem Inhaltsbereich)
Ed3	Versuchsergebnisse und Daten zur Prüfung der Hypothese heranziehen (Rückbezug auch bei falscher Hypothese möglich)

Voraussetzungen:

Ein erstes Verständnis von Dichte ist für die Problemlösung unerlässlich.
Kenntnisse über Löslichkeit erleichtern dies SuS weiter.

Basisinformationen:

Ob ein Stoff in einem Medium schwimmt oder sinkt, hängt von seiner und der Dichte des Mediums ab. Ist die Dichte des Körpers höher als die des Mediums, so sinkt er darin (vgl. Karotten und Weintrauben in Leitungswasser). Ist hingegen die Dichte des Mediums höher als die des Körpers, schwimmt der Körper im Medium (vgl. Verhalten der Körper in Salzwasser).
Löst man kleine Mengen eines Stoffes in Wasser (z. B. Salz oder Zucker), so erhöht man zwar die Masse der Lösung, verändert das Volumen aber nicht. Dadurch erhöht man die Dichte der Lösung.
Da sowohl das frische Obst als auch das Gemüse zum größten Teil aus Süßwasser bestehen (jeweils > 80%), liegt ihre Dichte nur geringfügig über der des Süßwassers.

Lösungen:

Lückensätze:

Wenn ein Karottenstück und eine Weintraube in Wasser sinken, liegt das daran, dass sie **dichter** sind als Wasser. Das heißt, sie sind schwerer als eine vergleichbar große Wassermenge. Sollen das Karottenstück oder die Weintraube schwimmen, muss man die Dichte des **Wassers** verändern oder die Dichte der Karotte/Weintraube. Um die Dichte eines Stoffes zu erhöhen, kann man seine **Masse** steigern, wobei sich das **Volumen** nicht verändern darf.

Experiment:

SuS sollen die Dichte des Mediums verändern, indem sie Fremdstoffe darin lösen. Die Dichteerhöhung ist nur im Falle wasserlöslicher Stoffe möglich. So ist der Versuch, das Obst durch Mehl zum Schwimmen zu bringen, nicht von Erfolg gekrönt, da sich an der Dichte der Lösung nichts ändert – es liegen zwei getrennte Phasen vor: Mehl und Wasser.

Hinweise für den Einsatz des Arbeitsmaterials:

Das Ausfüllen der beiden Lückensätze soll den SuS das Finden einer Fragestellung erleichtern und das anschließende Experiment vorstrukturieren. Je nach Ausbildungsstand und Leistungsniveau der SuS kann es angezeigt sein, die Füllung der Lücken im Klassengespräch zu erarbeiten und den Dichtebegriff zu wiederholen. Wenn SuS im Vorfeld hinreichend deutlich ist, dass die Dichte ein Maß ist, das Masse und Volumen miteinander kombiniert, fällt ihnen auf, dass sie nicht die Dichte der Frucht bzw. der Gemüsestücke verändern können.

Bereitzustellende Experimentiermaterialien:

Vgl. Arbeitsblatt





Klasse

Lehrer/in

Datum

Name



Rosinenaufzug

Rosinen sind Weintrauben, die man in die Sonne gelegt hat, damit sie austrocknen. Früher hat man das gemacht, um Trauben für Jahreszeiten zu konservieren, in denen man sie nicht frisch ernten konnte. Denn getrocknete Lebensmittel verderben nicht so

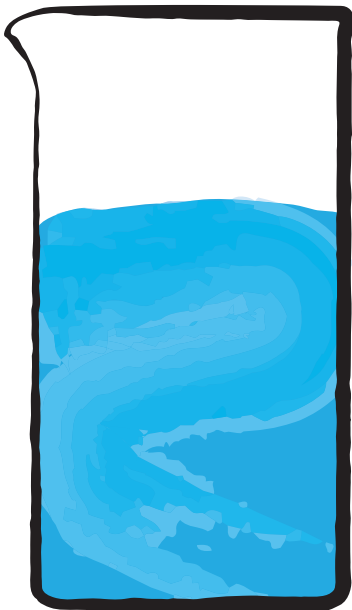
schnell wie frische. Heute werden vor allem in der Türkei, in Kalifornien, Australien und Südafrika Rosinen produziert. Dort brennt die Sonne heiß genug, um das Wasser aus den Früchten zu verdunsten.



Im folgenden Versuch sollst du vor allen Dingen genau beobachten, was passiert, wenn man Rosinen in sprudelndes Mineralwasser wirft. Du füllst ein Glas mit sprudelndem Mineralwasser und gibst dann vier oder fünf Rosinen in das Glas hinzu.

Aufgaben

1) Dokumentiere deine Beobachtung in der Skizze und in den Zeilen daneben.



2) Erkläre deine Beobachtungen.



Rosinenaufzug

Lernziele:

Schülerinnen und Schüler

- beobachten genau die Abläufe eines Experiments
- versprachlichen ihre Beobachtungen
- versuchen die Beobachtungen zu deuten

Bezug zu den geförderten Kompetenzen:

F3	Wissen, Kenntnisse und Konzepte verwenden, transferieren und verknüpfen
Eu1	bekannte Untersuchungsmethoden beschreiben und nach Anleitung durchführen bzw. nachvollziehen
K1	über Kenntnisse/Arbeitsergebnisse sprechen
K3	Kenntnisse/Arbeitsergebnisse reflektieren
Kf3	Fachsprache in neuen Kontexten benutzen

Voraussetzungen:

Kenntnisse über Auftrieb und Dichte sind hilfreich in der Deutung. Ansonsten ist es von Vorteil, wenn SuS bereits zwischen Beobachtung und Deutung unterscheiden können, um die geforderten Versprachlichungen adäquat zu erzielen.

Basisinformationen:

Im kohlenstoffhaltigen Wasser liegt eine erzwungene Überkonzentration an gelöstem (= hydratisiertem) Kohlenstoffdioxid vor, die sich beim Öffnen der Flasche auszugleichen versucht. Es kommt zum bekannten Sprudeln. Das entweichende Gas ist Kohlenstoffdioxid, das dehydratisiert wird.

Dieser Dehydratationsvorgang findet bevorzugt an Oberflächen statt: Die Gasblasen steigen nie direkt aus der Lösung auf, sondern bilden sich immer an den Gefäßwänden. Die Rosine bietet durch ihre vielen Falten eine besonders große Oberfläche, an der Kohlenstoffdioxid entsprechend gut dehydratisieren kann. Die sich bildenden Gasblasen bleiben zunächst an der Oberfläche haften (adsorbieren), bis ihr Wachstum eine kritische Größe überstiegen hat und sie sich von der Rosine lösen können (desorbieren).

Solange die Gasblasen an der Rosine adsorbieren, tragen sie zu deren Auftrieb bei. Durch das Anhaften der Gasblasen wird die Oberfläche des Gebildes vergrößert bei praktisch gleich bleibender Masse. Es erfolgt also eine scheinbare Dichteerniedrigung. Ähnlich Heliumballons tragen die Kohlenstoffdioxidblasen deswegen die Rosine im Mineralwasser nach oben, bis sie schließlich von der Rosinenoberfläche desorbieren.

Ab diesem Zeitpunkt ist wieder nur der Beitrag der Rosine zum Auftrieb im Wasser von Bedeutung. Sie sinkt zu Boden und der Zyklus beginnt von Neuem.

Lösungen:

SuS können nicht die vollständigen, naturwissenschaftlichen Zusammenhänge erkennen und erläutern. Was – ggf. durch stärkere Anleitung – erwartet werden kann, ist, dass sie die Auftriebswirkung der Gasblasen deuten können bzw. in eine Analogie (z. B. Gasballons) einbetten können.

Hinweise für den Einsatz des Arbeitsmaterials:

Aufgrund des Einsatzes von Alltagschemikalien kann das Becherglas gegen ein normales Trinkglas ausgetauscht und der Versuch im Klassenraum durchgeführt werden, sodass etwaige Naschereien von Rosinen unbedenklich sind.

Bereitzustellende Experimentiermaterialien:

Vgl. Arbeitsblatt





Anhang

Experimente:

F/14+ Schmelzanomalie des Wassers

F/15+ Dichteanomalie des Wassers



Schmelzanomalie des Wassers

Eingesetzte Chemikalien:

	Gefahrensymbol	R-Sätze	S-Sätze	Zulassung (GUV-SR2004)
Eiswürfel aus entionisiertem Wasser				Schüler-Experiment

Aufbau / benötigte Geräte:

1 Marmeladenglas o. ä.
15-20 cm Bastel- oder Blumendraht
2 Gewichte (50 g)

Vorbereitung und Durchführung:

Die Gewichte werden an je einem Ende des Drahtes befestigt.
Der Eiswürfel wird auf das Marmeladenglas gelegt.
Über die Mitte des Eiswürfels legt man den Blumendraht so, dass die Gewichte links und rechts am Marmeladenglas herunterhängen. – In der Folge beobachtet man genau.

Erläuterung:

Der Draht wandert durch den Eiswürfel, scheint ihn sogar zu zerschneiden. Wenn der Draht aber wieder unten aus dem Eiswürfel ausgetreten ist und man den Eiswürfel anhebt, besteht dieser noch immer aus einem Stück. (Die Größe des Eiswürfels kann beliebig gesteigert werden.)

Schmelzanomalie

Neben seiner Dichteanomalie (vgl. → F/15+) verhält sich Wasser auch beim Schmelzen nicht ganz so wie andere Stoffe. Während die meisten Stoffe bei einer Erhöhung des Drucks auch eine Erhöhung des Schmelzpunktes aufweisen, ist es bei Wasser genau umgekehrt. Sein Schmelzpunkt sinkt bei Druckerhöhung. Dies ist darauf zurückzuführen, dass unter Druckeinwirkung die gitterartige Kristallstruktur des Eises aufgebrochen wird. Wassermoleküle werden auf Zwischengitterplätze gezwungen und die im Gitter zwischen den Dipolmolekülen wirkenden Wasserstoffbrückenbindungen werden aufgebrochen. Die Wassermoleküle sind nicht mehr im Gitter in alle Raumrichtungen fixiert, sondern sind relativ frei gegeneinander beweglich, so wie im flüssigen Aggregatzustand auch.

Durch den Draht wirkt auf das Eis ein hoher Druck, weil eine relativ große Kraft (die Gewichtskraft der Gewichte) auf eine sehr geringe Fläche (Draht) wirkt. Das Eis direkt unter dem Draht schmilzt. Das Schmelzwasser kann vom Draht durchstoßen werden und dieser trifft wieder auf Eis – so schneidet der Draht sich langsam durch den ganzen Würfel. Das Schmelzwasser, das durch den erhöhten Druck entstanden ist, steht sodann aber nicht mehr unter dem erhöhten Druck. Entsprechend liegt sein Gefrierpunkt auch wieder ziemlich genau um 0 °C. Das jedoch ist genau die Temperatur, die der Eiswürfel hat. Also kann das Schmelzwasser, direkt nachdem der Draht »vorbei« ist, wieder erstarren und den Eiswürfel weiter zusammenhalten.

In einer alternativen Durchführungsvariante wird ein großer Eisblock auf zwei Böcke, Stuhllehnen o. ä. gelegt. Die Erwartung ist, dass der Draht den Block zerschneidet und dieser dann zwischen den Böcken herunterfällt. Dies geschieht aus den erläuterten Gründen nicht und der Draht »wandert« durch den Eisblock, ohne ihn zu zerschneiden.





Dichteanomalie des Wassers

Eingesetzte Chemikalien:

	Gefahrensymbol	R-Sätze	S-Sätze	Zulassung (GUV-SR2004)
entionisiertes Wasser				Schüler-Experiment
Ameisensäure	C	35	23.2-26-45	Schüler-Experiment
Eisessig (= 100%ige Essigsäure)	C	10 - 35	23.2-26-45	Schüler-Experiment

R-Sätze:	R10 Entzündlich. R35 Verursacht schwere Verätzungen.
S-Sätze:	S23.2 Dampf nicht einatmen. S26 Bei Berührung mit den Augen sofort gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren. S45 Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt hinzuziehen (wenn möglich, dieses Etikett vorzeigen).

Aufbau/benötigte Geräte:

3 Reagenzgläser mit Stopfen oder
3 Schraubdeckelgläser (50 mL)
Kristallisierschale

Vorbereitung und Durchführung:

Jeweils gleiche Mengen Wasser, Ameisensäure und Eisessig werden in je eines der Reagenzgläser bzw. Schraubdeckelgläser gefüllt. Nur etwa zur Hälfte füllen!

Die Gefäße werden in einer Kristallisierschale über Nacht in das Gefrierfach eines geeigneten Kühlschranks gebracht. Die Kristallisierschale dient als Schutz, falls eines der Gefäße beim Gefrieren bersten sollte. Kurz vor Beginn der Stunde werden die Gefäße dem Gefrierfach entnommen und zum Antauen herausgestellt.

Man reicht die noch immer verschlossenen Gefäße, in denen sich feste und flüssige Phase des Stoffs nebeneinander befinden sollten, in der Klasse herum. Auf Sicherheitsaspekte achten und hinweisen! Die SuS werden aufgefordert, das Gefäß mit Wasser zu identifizieren. Ihre Einschätzung sollen die SuS in jedem Falle begründen.





Dichteanomalie des Wassers

Erläuterung:

In allen drei Reaktionsgefäßen sollte feste Phase neben flüssiger Phase vorliegen. Im Falle der beiden Säuren sinkt der Feststoff auf den Boden, wohingegen im Wasser der Eisbrocken an der Oberfläche schwimmt. Dieses Verhalten von Eis ist SuS aus dem Alltag bekannt, sodass sie intuitiv die richtige Flüssigkeit identifizieren können. Die Thematisierung der Dichteanomalie des Wassers bietet sich im Anschluss an.

Dichteanomalie

Die Dichte ist eine charakteristische Stoffgröße, die temperaturabhängig ist. Sie drückt sich aus im Quotienten aus der Masse einer Stoffportion und dem Volumen, das diese beansprucht.

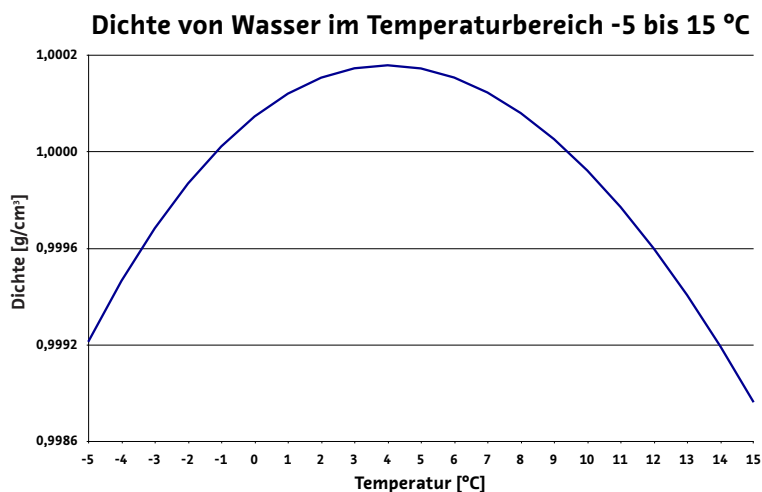
Die meisten Stoffe (so auch Ameisen- und Essigsäure) ziehen sich beim Erkalten zusammen und dehnen sich beim Erwärmen aus, sodass die Dichte eines Stoffes mit zunehmender Temperatur abnimmt und entsprechend mit abnehmender Temperatur zunimmt. Im Falle von Wasser reduziert sich beim Abkühlen von höheren Temperaturen das Volumen einer Stoffportion die Masse bleibt dabei konstant. Bei einer Temperatur von +4 °C ist das beanspruchte Volumen dieser Stoffportion minimal. Sinken die Temperaturen unter +4 °C dehnt sich die Wasserportion wieder aus und beansprucht größere Volumina. Dieses überraschende Phänomen wird als Dichteanomalie des Wassers bezeichnet.

Die meisten anderen Stoffe, so z. B. auch Ameisensäure und Eisessig, folgen einem eher linearen Trend mit hohen Dichten bei geringen Temperaturen und entsprechend geringen Dichten bei hohen Temperaturen.

Die Gründe hierfür finden sich auf molekularer Ebene. Die gewinkelte Struktur des Wassermoleküls und sein daraus resultierendes Dipolmoment sorgen dafür, dass beim Erstarren und Auskristallisieren zwischen den Molekülen Abstoßungskräfte wirksam werden, die sie auf einem Mindestabstand voneinander halten. In der flüssigen Phase hingegen bewegen sich die Moleküle frei und diese recht schwachen elektrostatischen Wechselwirkungen werden kaum wirksam. Die Moleküle können sich so recht nahe kommen.

Die Moleküle der hier exemplarisch angeführten »dichte-normalen Stoffe«, Ameisensäure und Eisessig, stoßen sich elektrostatisch nicht annähernd so stark ab wie die Wassermoleküle. Eine Abkühlung des Systems entzieht ihnen vor allem Bewegungsenergie und schränkt sie in ihren Bewegungsradien ein. Die Moleküle können dichter gepackt werden und dieselbe Masse wird auf ein geringeres Volumen konzentriert.

(Lösungsfolie auf der CD)



Literatur: Weast, C. & Astle, Melvin J. (Hg.) CRC Handbook of Chemistry and Physics. 63. Auflage. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1982. F5.



Das war
»F«

