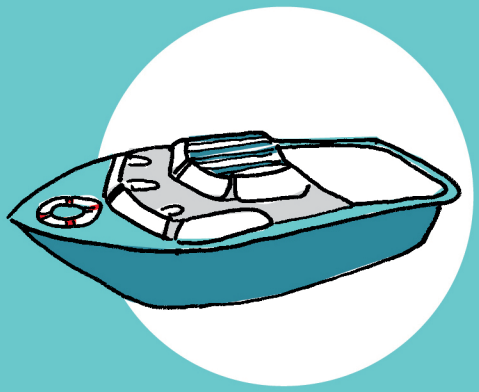
ZAUBERHAFTE PHYSIK

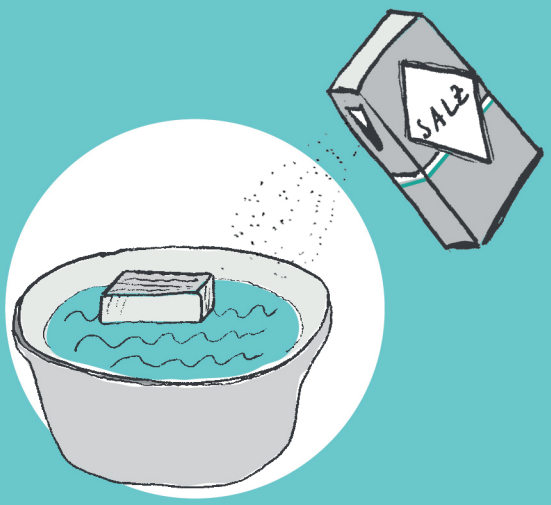
gefördert durch

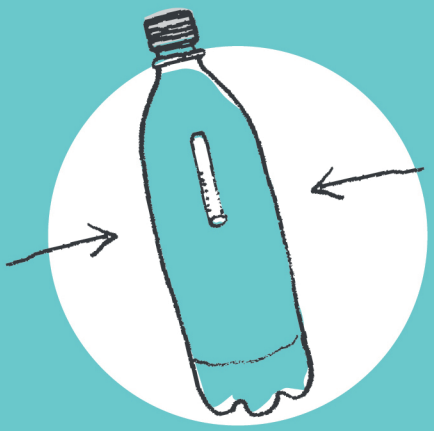
BOEING

Wir zaubern mit Wasser

Experimente für Klein und Groß







Bürgerstiftung Berlin

Berliner Wasserbetriebe

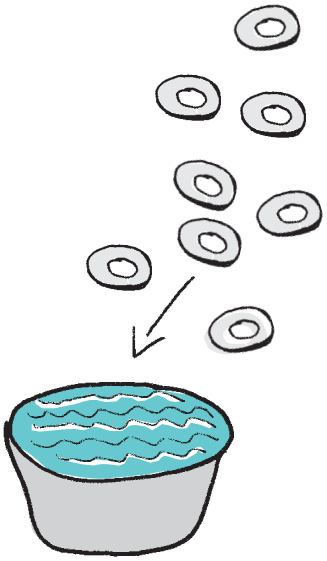
klasseWasser.de

Inhaltsverzeichnis

2 Ein paar Worte zum Projekt

3 Versuchsübersicht

9 Forschungsaufträge
9 Die schwimmende Gesellschaft
10 Die Entdeckung des Archimedes
11 Das schwimmende Ei
11 Das Überraschungsholz
11 Der Flaschenteufel
11 Alles Wasser dieser Erde
12 Die Bergung eines Wracks
12 Der Wasserberg
12 Die schwimmende Büroklammer
12 Der eilende Pfeffer
13 Die hydraulische Pumpe
13 Die Dreiwegepumpe
14 Die Zauberfarben
14 Das Knatterboot



15 Wissenswertes
15 Informationen, Ziele
21 Der Vulkan – Vorführversuch
21 Die Zustandsformen – Vorführversuch

30 Nacharbeit
30 Übungen, Hausversuche, Infos, Tipps
37 Lösungen

22 Lösungen, Tipps
22 Die schwimmende Gesellschaft
23 Die Entdeckung des Archimedes
24 Das schwimmende Ei
24 Das Überraschungsholz
24 Der Flaschenteufel
24 Alles Wasser dieser Erde
25 Die Bergung eines Wracks
25 Der Wasserberg
25 Die schwimmende Büroklammer
26 Der eilende Pfeffer
27 Die hydraulische Pumpe
27 Die Dreiwegepumpe
28 Die Zauberfarben
28 Das Knatterboot

Impressum
© 2017 Bürgerstiftung Berlin
Konzept, Texte: Doku-AG der „Zauberhaften Physik" – Dr. Peter Büttner, Prof. Dr. Gebhard v. Oppen, Stefan Schleissing, Angelika Steinfeldt
Gestaltung, Illustrationen: kreisrund | Claudia Huboi

Ein paar Worte zum Projekt

Bei der „Zauberhaften Physik" …
… besuchen jeweils fünf Physikpaten eine Grundschulklasse. Im Gepäck haben sie einen gelben Koffer mit allen erforderlichen Experimentier-Materialien zum Thema. Der so genannte Moderator führt mit einem Versuch ins Thema ein, an den Tischen folgen Experimente in Kleingruppen von vier bis fünf Kindern – unter Betreuung der Paten. Das Projekt ist 2007 auf Initiative der Maschinenbauingenieurin Maren Heinzerling entwickelt worden. Die Bürgerstiftung Berlin startete die „Zauberhafte Physik" im selben Jahr.

„Wir zaubern mit Wasser" …
… basiert auf der jahrelangen Erfahrung unserer Patenarbeit. Die vorliegende Dokumentation dient als Handreichung für die Paten der „Zauberhaften Physik" und die Lehrkräfte der besuchten Schulen.

In der „Versuchsübersicht" …
… ab Seite 3 finden Sie alle Versuche auf einen Blick, inklusive den erforderlichen Materialien und Hinweisen wie beispielsweise den physikalischen Schwerpunkten oder den geeigneten Altersstufen der Kinder. Darüber hinaus gibt's ab Seite 7 einen Überblick zur Nacharbeit.

Die „Forschungsaufträge" …
… ab Seite 9 richten sich an die Schülerinnen und Schüler und lassen sich zum eigenständigen Erforschen an den Experimentiertischen einsetzen.

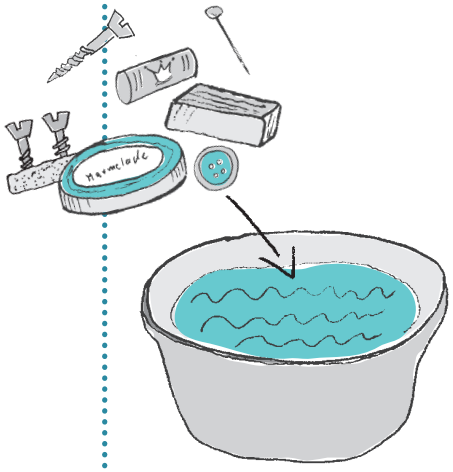
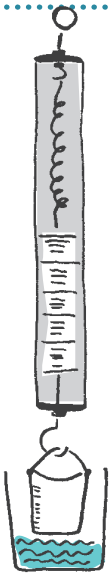
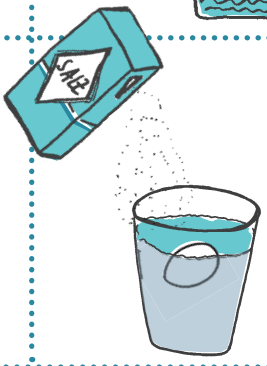
Das Kapitel „Wissenswertes" …
… ab Seite 15 bietet Paten und Lehrkräften einen Überblick über einen denkbaren Stundenaufbau, Erklärungen der zu verwendenden Begriffe, Formulierungshinweise für Gespräche am Tisch und weiterführende Infos zu den Experimenten. Ebenso werden spezielle Vorführversuche angeboten.

Die „Lösungen und Tipps" …
… ab Seite 22 richten sich ebenfalls an Paten und Lehrkräfte – mit eingetragenen Lösungsvorschlägen sowie praktischen Tipps zur Versuchsdurchführung.

Die Nacharbeit …
… ab Seite 30 ist ein Angebot für die Lehrkräfte. Mit Übungen, Rätseln, Infos und Hausversuchen können die Erkenntnisse aus den „Zauberhaften-Physik"-Besuchen ergänzt und gefestigt werden.

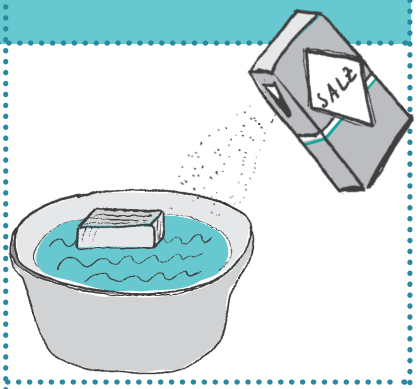
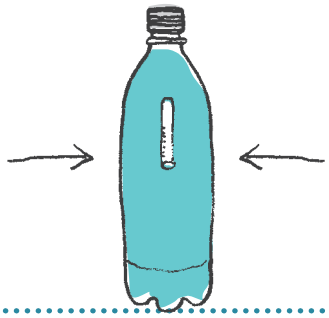
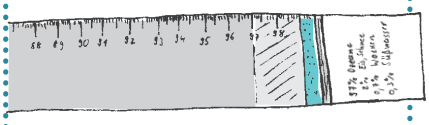
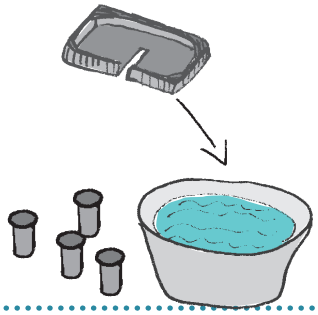
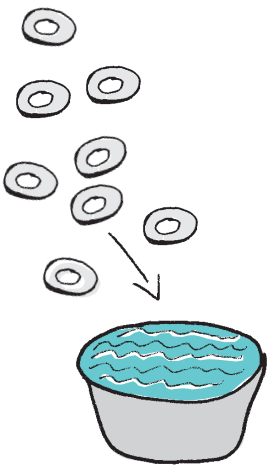
Und zum Schluss …
… noch eins: Unser wichtigstes Ziel ist es, Freude am Experimentieren zu vermitteln, die Schülerinnen und Schüler zum Staunen zu bringen und gemeinsam dem Zauber auf die Schliche zu kommen. So wünschen wir allen: Viel Spaß beim Tüfteln und Entdecken!

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

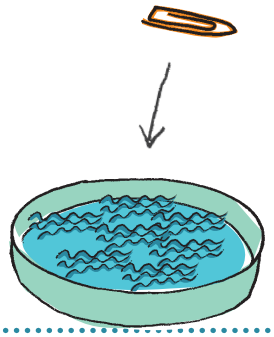
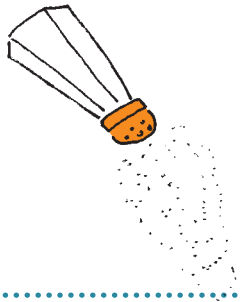
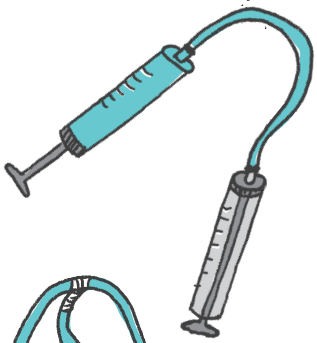
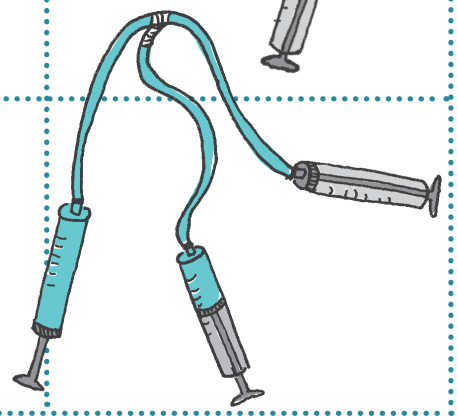
Versuche	Material, Hinweise	
Die schwimmende Gesellschaft • Verschiedene Gegenstände auf die Wasseroberfläche legen. • Ihr Schwimmen oder Sinken beobachten und in einer Tabelle ankreuzen. → Holz, Korken und Plastikdeckel schwimmen. • Einen Knete-Klumpen versenken und in anderer Form zum Schwimmen bringen. → Schwimmt zur Schale geformt. *Achtung!* Die Gegenstände trocknen.	• Schüssel mit Wasser • Dose mit: Holzstück, Schraube mit Dübel, Stein, Deckel, Nagel, Korken, Knopf, Knete ◎ *Dichte* O *Seite 9, 22* # *ab Klasse 1*	
Die Entdeckung des Archimedes • Einen Becher mit einem Federkraftmesser auf die Wasseroberfläche eines halb-gefüllten Bechers setzen und Wasserstand markieren. • Das Ganze mit dem mit Unterlegscheiben gefüllten Becher wiederholen. • Die Wasserstandshöhen und Gewichte vergleichen. → Sie bleiben gleich. *Achtung!* Genau markieren und ablesen.	• großer Becher • kleiner Becher • Federkraftmesser • Unterlegscheiben • Stift ◎ *Dichte* O *Seite 10, 23* # *ab Klasse 5*	
Das schwimmende Ei • Ein gekochtes Ei im Wasser sinken lassen. • Reichlich Salz ins Wasser geben. → Das Ei schwimmt. *Achtung!* Geduld!	• Becher • Wasser • Löffel • gekochtes Ei • Salz ◎ *Dichte* O *Seite 11, 24* # *ab Klasse 1*	

Legende Versuche
◎ = *Physikalischer Schwerpunkt*
O = *Seitenzahl*
# = *Geeignete Klassenstufe*
→ = *Ergebnis*

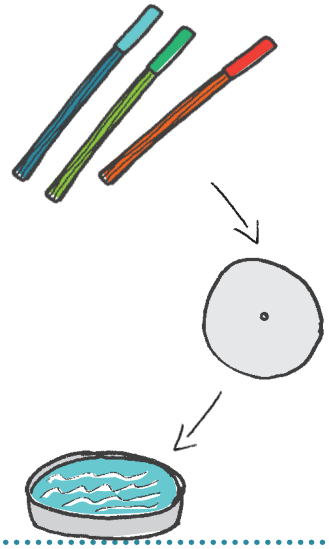
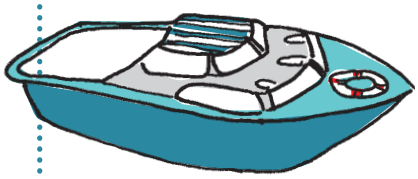
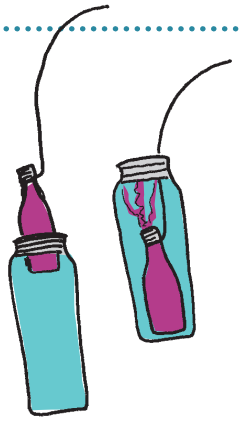
© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Versuche	Material, Hinweise	
Das Überraschungsholz • Ein Stück Tropenholz im Wasser sinken lassen. • Reichlich Salz ins Wasser geben. → Das Stück Holz schwimmt. *Achtung!* Geduld!	• Becher • Wasser • Löffel • Stück Tropenholz • Salz ◎ *Dichte* O *Seite 11, 24* # *ab Klasse 1*	
Der Flaschenteufel • Ein Glasröhrchen kopfüber in eine randvoll mit Wasser gefüllte Plastikflasche legen. • Die Flasche gut verschließen und auf die Flasche drücken. → Das Glasröhrchen sinkt. *Achtung!* Geduld!	• Plastikflasche mit Wasser • Glasröhrchen ◎ *Kompressibilität* O *Seite 11, 24* # *ab Klasse 1*	
Alles Wasser dieser Erde • Informationen zum Wasservorkommen auf der Welt mitteilen und die Verhältnisse verdeutlichen.	• Papierbänder oder präparierter Gliedermaßstab O *Seite 11, 24* # *ab Klasse 5*	
Die Bergung eines Wracks • An eine aufgeschlitzte Sardinenbüchse, auf dem Grund einer mit Wasser gefüllten Schale vier luftgefüllte Plastikdosen ankletten. → Die Sardinenbüchse steigt auf und schwimmt.	• Schale • Wasser • aufgeschlitzte Sardinenbüchse • vier Plastikdosen ◎ *Dichte* O *Seite 12, 25* # *ab Klasse 5*	
Der Wasserberg • Unterlegscheiben in einen randvoll mit Wasser gefüllten Becher legen und zählen, bis das Wasser überläuft. → Man benötigt viele Unterlegscheiben. *Achtung!* Eine Auffangschale verwenden.	• Becher • Unterlegscheiben • Küchenpapier • Wasser ◎ *Oberflächenspannung* O *Seite 12, 25* # *ab Klasse 1*	

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Versuche	Material, Hinweise	
Die schwimmende Büroklammer • Eine Büroklammer flach auf die Wasseroberfläche auflegen. → Die Büroklammer schwimmt. *Achtung!* Ganz vorsichtig agieren.	• Büroklammer • Becher • Wasser ◎ *Oberflächenspannung* O *Seite 12, 25* # *ab Klasse 1*	
Der eilende Pfeffer • Einige Pfefferkörner auf die Wasseroberfläche im Deckel streuen. • Einen Tropfen verdünntes Spülmittel daraufgeben. → Die Pfefferkörner flitzen an den Deckelrand.	• Deckel • Wasser • Pfefferkörner • verdünntes Spülmittel ◎ *Oberflächenspannung* O *Seite 12, 26* # *ab Klasse 1*	
Die hydraulische Pumpe • Den Wasserstand in den mit Schläuchen verbundenen Spritzen unterschiedlich verteilen. → Die Wassermenge bleibt gleich. *Achtung!* Der Schlauch kann sich lösen.	• Spritzen mit Schlauchsystem, wassergefüllt ◎ *Kompressibilität* O *Seite 13, 27* # *ab Klasse 4*	
Die Dreiwegepumpe • Den Wasserstand in den mit Schläuchen verbundenen Spritzen unterschiedlich verteilen. → Die Wassermenge bleibt gleich.	• Spritzen mit Schlauchsystem, wassergefüllt ◎ *Kompressibilität* O *Seite 13, 27* # *ab Klasse 4*	

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

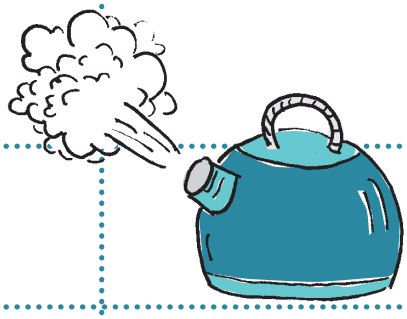
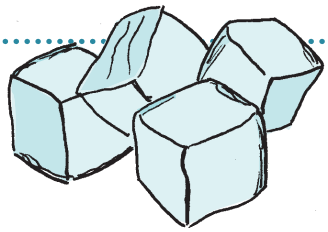
Versuche	Material, Hinweise	
Die Zauberfarben • Deckel mit Wasser füllen. • Um das Loch im Filterpapier Farbpunkte setzen und Filterpapier auf den Deckel legen. • Den Schnipsel oder das halbierte Wattestäbchen durch das Loch ins Wasser stellen. → Die Farben verändern sich und fließen vom Loch weg. *Achtung!* Das Filterpapier darf die Wasseroberfläche nicht berühren.	• Deckel • Filterpapier mit Loch • wasserlösliche Farbstifte • Papierschnipsel oder halbiertes Wattestäbchen *O Seite 14, 28* *# ab Klasse 1*	
Das Knatterboot • Das Rohr mit Wasser füllen. • Den Brennstoff anzünden, ins Boot legen und auf großer mit Wasser gefüllten Schale fahren lassen. → Das Boot fährt, bis die Flamme erlischt. *Achtung!* Heiß! Das Boot gründlich trocknen.	• Knatterboot • Trockenbrennstoff • Pipette • Feuerzeug • große Schale • Löffel • Wasser *◎ Aggregatzustand* *O Seite 14, 28* *# ab Klasse 6* *ab Klasse 1 als Vorführversuch*	
Der Vulkan – Vorführversuch • Heißes farbiges Wasser im Fläschchen in kaltes Wasser stellen. • Die Ausbreitung des farbigen Wassers beobachten. → Das farbige Wasser steigt auf. *Achtung!* Heiß!	• Glas mit kaltem Wasser • Fläschchen mit Farbstoff und heißem Wasser *◎ Dichte* *O Seite 21* *# ab Klasse 1*	
Die Zustandsformen – Vorführversuch • Eiswürfel im Wasserkocher erwärmen. → Das Eis schmilzt, wird zu Wasser, dann zu Wasserdampf, kondensiert an einem Spiegel zu Wasser und tropft ab. *Achtung!* Heiß!	• Wasserkocher • Verlängerungsschnur • Eiswürfel • Spiegel *◎ Aggregatzustand* *O Seite 21* *# ab Klasse 1*	

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Nacharbeit	Hinweise	
Rund ums Wasser • Begriffe schreibend zuordnen.	❖ *Übung* O *Seite 30, 37* # *ab Klasse 4*	
Suchbild • Begriffe durch Ankreuzen zuordnen.	❖ *Übung* ◎ *Aggregatzustand* O *Seite 31, 38* # *ab Klasse 1*	
Das schwimmende Ei • Die Versuchsbeobachtung beschreiben.	❖ *Übung* ◎ *Dichte* O *Seite 32, 39* # *ab Klasse 4*	
Im Toten Meer	❖ *Info* ◎ *Dichte* O *Seite 32* # *ab Klasse 4*	
Die Anomalie des Wassers • Wasser gefrieren lassen. → Das gefrorene Wasser hat ein größeres Volumen.	❖ *Hausversuch* ◎ *Aggregatzustand* O *Seite 32, 39* # *ab Klasse 4*	

Legende Nacharbeit
❖ = *Art des Arbeitsblatts*
◎ = *Physikalischer Schwerpunkt*
O = *Seitenzahl*
# = *Geeignete Klassenstufe*
→ = *Ergebnis*

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Nacharbeit	Hinweise	
Der Frostaufbruch	❖ *Info* ◎ *Aggregatzustand* O *Seite 32* # *ab Klasse 4*	
Eis – Wasser – Dampf	❖ *Info* ◎ *Aggregatzustand* O *Seite 33* # *ab Klasse 4*	
Das Eis-Wasser-Dampf-Rätsel • Vorgegebene Begriffe suchen.	❖ *Rätsel* ◎ *Aggregatzustand* O *Seite 34, 42* # *ab Klasse 4*	
Erinnert ihr euch? • Begriffe lesen.	❖ *Info* ◎ *Aggregatzustand* O *Seite 34* # *ab Klasse 4*	
Die Aggregatzustände	❖ *Info* ◎ *Aggregatzustand* O *Seite 35* # *ab Klasse 4*	
Eiswürfel schmelzen • Wasser zum Schmelzen bringen. → Die Wasserstandshöhe ändert sich nicht.	❖ *Hausversuch* ◎ *Gesetz des Archimedes* O *Seite 36, 40* # *ab Klasse 4*	
Wassertropfen erstarren • Wassertropfen gefrieren und schmelzen lassen. → Der Wassertropfen schmilzt und verdunstet später.	❖ *Hausversuch* ◎ *Aggregatzustand* O *Seite 36, 40* # *ab Klasse 4*	
Kondensieren und verdunsten • Wasser im Glas abkühlen und Wasserdampf aus der Luft kondensieren lassen. → Am kühlen Glas wird es feucht.	❖ *Hausversuch* ◎ *Aggregatzustand* O *Seite 36, 41* # *ab Klasse 4*	

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Forschungsauftrag

Tisch: ..... Namen: .....

Die schwimmende Gesellschaft

1 Diskutiert, welcher der Gegenstände schwimmt (ja) und welcher nicht schwimmt (nein).
2 Kreuzt eure Vermutungen in der Tabelle an.
3 Füllt die Schale mit etwas Leitungswasser, legt jeden Gegenstand einzeln auf die Wasseroberfläche und kreuzt eure Beobachtung in der Tabelle an.

Gegenstand	*Schwimmt der Gegenstand?*					
	Vermutung		*aufgelegt*		*untergetaucht*	
	ja	*nein*	*ja*	*nein*	*ja*	*nein*
Holzstück						
Schraube						
Stein						
Plastikdeckel						
Nagel						
Korken						
Knopf						

Ein Stück Knete

Legt in Gedanken einen Klumpen Knete auf die Wasseroberfläche und diskutiert eure Vermutungen und Überlegungen.

▶ Vermutung: .....

Legt den Klumpen Knete auf die Wasseroberfläche.

Beobachtung: .....

Diskutiert, ob die Knete nicht doch schwimmen könnte.

▶ Vermutung: .....

Verändert den Klumpen Knete so, dass er schwimmen kann.
Probieren geht über Studieren.

Beobachtung: .....

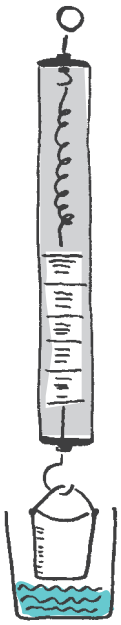
Es ist die gleiche Masse der Knete, aber ..... ist anders, deswegen schwimmt ..... und ..... sinkt.

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Tisch: ..... Namen: .....

Forschungsauftrag

Die Entdeckung des Archimedes



1 Füllt den großen Becher zur Hälfte mit Wasser und markiert die Wasserstandshöhe.

2 Legt die Unterlegscheiben in den kleinen Becher und bestimmt seine Gewichtskraft mit dem Kraftmesser: ..... N

3 Setzt vorsichtig den am Kraftmesser hängenden kleinen Becher mit den Unterlegscheiben auf die Wasseroberfläche des großen Bechers.

▶ Was vermutet ihr? Kreuzt an.

Der kleine Becher	☐ sinkt.	☐ schwimmt.
Der Wasserspiegel	☐ bleibt gleich.	☐ verändert sich.

Was beobachtet ihr während des Absenkens des kleinen Bechers? Schreibt es auf.

Der Kraftmesser .....

Der kleine Becher .....

Der Wasserspiegel .....

4 Markiert die neue Wasserstandshöhe genau.

5 Nehmt den kleinen Becher aus dem großen, legt die Unterlegscheiben beiseite und setzt den leeren kleinen Becher wieder auf die Wasseroberfläche im großen Becher.

6 Füllt den kleinen Becher mit Wasser bis zur oberen Markierung des großen Bechers.

7 Nehmt den kleinen Becher heraus und bestimmt seine Gewichtskraft.

▶ Was vermutet ihr? Schreibt es auf.

Im Vergleich zu 2 wird die Gewichtskraft jetzt ..... sein.

Was beobachtet ihr jetzt? Schreibt es auf.

Die Gewichtskraft beträgt ..... N, sie ist ..... in 2.

8 Schüttet das Wasser aus dem kleinen Becher in den großen.

▶ Was vermutet ihr? Schreibt es auf.

Die Wasserstandshöhe ist jetzt ..... die unter 4.

Was beobachtet ihr jetzt? Schreibt es auf.

.....

Fasst eure Beobachtungen zusammen!

Die Gewichtskraft .....

Die Wassermenge .....

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Tisch: ..... Namen: .....

Forschungsauftrag

Das schwimmende Ei

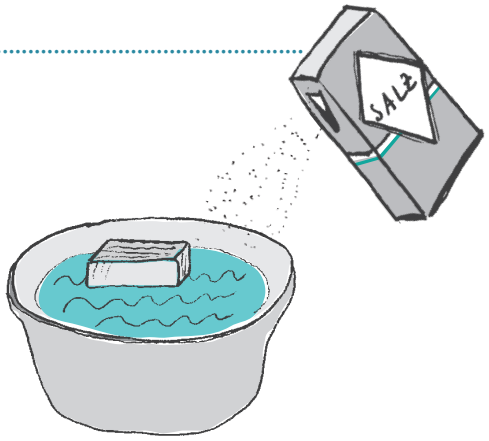
Füllt den Becher halb mit Wasser und legt das Ei hinein.

Beobachtung: .....

Gebt einige Löffel Salz ins Wasser, rührt um und wartet, bis das Salz sich gelöst hat.

Beobachtung: .....

Das Überraschungsholz

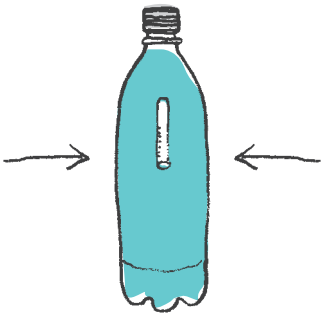


Wiederholt den Versuch mit einem Stück Tropenholz.

Beobachtung: .....

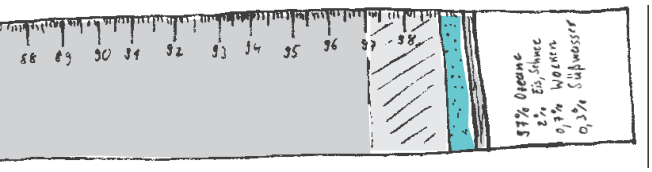
.....

Der Flaschenteufel



Füllt die Plastikflasche randvoll mit Wasser, gebt das Röhrchen mit der Öffnung nach unten in die Flasche und verschließt sie gut. Drückt auf die Plastikflasche und lasst das Röhrchen sinken, schweben und wieder steigen.

▶ Warum kann das Röhrchen sinken? Diskutiert eure Vermutungen.



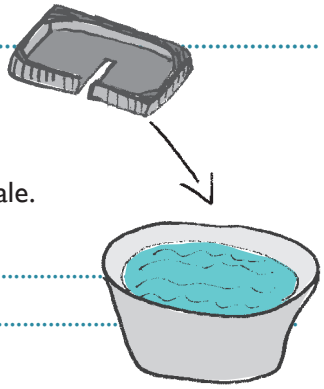
Alles Wasser dieser Erde

Schaut euch das Maßband / den Gliedermaßstab an.
Tragt passende Mengenverhältnisse in die Tabelle ein.

Salzwasser (Ozeane)	*Eis und Schnee*	*Wolken*	*Süßwasser (Flüsse, Seen)*

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Tisch: ..... Namen: .....



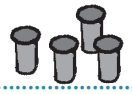
Die Bergung eines Wracks

Legt die aufgeschlitzte Sardinenbüchse in eine mit Wasser gefüllte Schale.

Beobachtung: .....

.....

Klettet die verschlossenen Plastikdosen an die Sardinenbüchse und beobachtet das gesunkene „Schiff“.



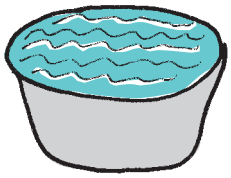
Beobachtung: .....

.....

.....

.....

.....

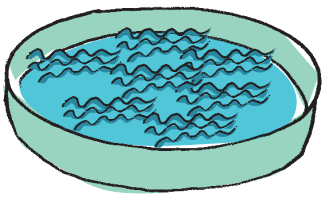


Der Wasserberg

Wie viele Unterlegscheiben passen in eine randvoll mit Wasser gefüllte Schale?

Schätzung	*Versuchsergebnis*

Die schwimmende Büroklammer



Lasst die Büroklammer in einem mit Wasser gefüllten Deckel schwimmen.

▶ Warum schwimmt sie? Schreibt eure Vermutungen auf.

.....

.....

Der eilende Pfeffer

Streut etwas Pfeffer auf die Wasseroberfläche im Deckel und gebt einen Tropfen verdünntes Spülmittel dazu.

Beobachtung: .....

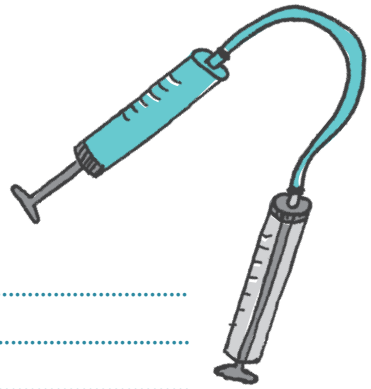
.....

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Tisch: ..... Namen: .....

Forschungsauftrag

Die hydraulische Pumpe



Nehmt die gefüllte hydraulische Pumpe.
Drückt oder zieht einen Spritzenkolben und beobachtet den anderen.

Beobachtung: .....

.....

.....

.....

Die Dreiwegepumpe

1 Fügt mit Hilfe einer Kupplung eine dritte Spritze ohne Luftblasen in das System und verwendet eine gefüllte, eine halb gefüllte und eine leere Spritze.

2 Drückt den Kolben der gefüllten Spritze und beobachtet die Wassermengen in den anderen beiden Spritzen.

3 Notiert in der Tabelle die Füllmengen in den Spritzen.

Spritze Nr.	*ml*	*ml*	*ml*
1			
2			
3			

Beobachtung: .....

.....

.....

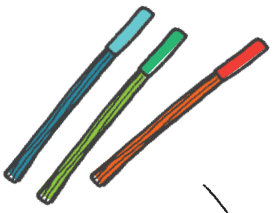
.....

.....

.....

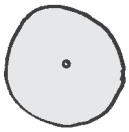
© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Tisch: ..... Namen: .....



Bunte Stifte

Schnipsel



Filterpapier

Wasser

Die Zauberfarben

1 Malt um das Loch im Filterpapier mit den Farbstiften einige Punkte.

2 Füllt den Deckel mit wenig Wasser, legt das Filterpapier auf den Deckel und steckt den Schnipsel / das Wattestäbchen durch das Loch ins Wasser. Er / es sollte das Filterpapier auch berühren. Wartet und beobachtet die Farbpunkte.

Beobachtung: .....

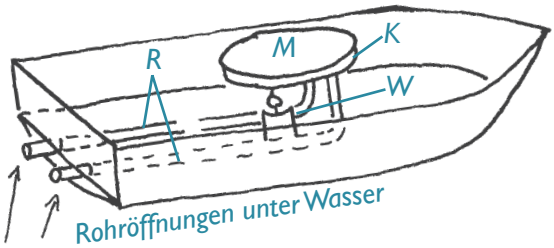
.....

.....

.....

Das Knatterboot

K – Kessel
M – Membran
R – Rohre
W – Wärmequelle (z. B. Kerze)



1 Haltet das Boot mit dem Heck nach oben.

2 Über eine der Rohröffnungen R füllt ihr mit einer Pipette oder Spritze in den flachen Wasserkessel K so lange Wasser, bis es am unteren Rohrende wieder austritt. Jetzt setzt ihr das Boot mit dem Bug zuerst flach auf das Wasser, ohne dass Wasser aus den Rohren ausläuft!

3 Entzündet etwas Trockenbrennstoff oder eine Kerze im beiliegenden Löffel und schiebt sie unter den Kessel.

Beobachtung: .....

.....

.....

.....

.....

4 Erfreut euch an der Fahrt des Bootes und notiert euch Stichwörter für eure Fragen.

.....

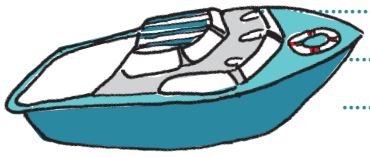
.....

.....

.....

.....

.....



© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Die schwimmende Gesellschaft

Seite 9, 22

Info: Schwimmt ein Körper, ist die Auftriebskraft größer als die Gewichtskraft.
Schwebt er, sind beide Kräfte gleich.
Sinkt er, ist die Auftriebskraft kleiner als die Gewichtskraft (Erdanziehungskraft).

Ziel: Die Material- und Formabhängigkeit beim Schwimmen und Sinken vieler Gegenstände kennen lernen.

Definition: Ein Körper mit gleicher Masse, aber kleinerem Volumen hat eine größere Dichte.
Ein Körper mit gleichem Volumen, aber kleinerer Masse hat eine kleinere Dichte.

Anregungen für den Unterricht: *Die schwimmende Gesellschaft* eignet sich als Einstiegsversuch. Lässt man die Kinder zuerst die Gegenstände nach der Schwimmfähigkeit sortieren und dann dies überprüfen, wird Spannung erzeugt. Die Knete sollte gleich im Anschluss geformt werden, um nicht nur die Materialabhängigkeit, sondern auch die Formabhängigkeit zu zeigen und zu erfassen. Es ist nicht immer leicht für die Kinder, die Knete in eine schwimmfähige, dünnwandige Schale zu verwandeln.

Die Entdeckung des Archimedes

Seite 10, 23

Info: Die Auftriebskraft an einem Körper ist umso größer, je größer sein eingetauchtes Volumen ist. Gleichzeitig verdrängt der eingetauchte Körper mit seinem Volumen ein genauso großes Volumen Flüssigkeit. Die verdrängte Flüssigkeit hat eine bestimmte Gewichtskraft, die umso größer ist, je größer ihr Volumen ist. Damit ergibt sich ein Zusammenhang zwischen der Auftriebskraft an einem Körper und der Gewichtskraft der von ihm verdrängten Flüssigkeit. Dieser Zusammenhang wird durch das archimedische Gesetz beschrieben.

Das archimedische Gesetz: Für einen Körper, der sich in einer Flüssigkeit oder in einem Gas befindet, gilt: Die auf den Körper wirkende Auftriebskraft ist gleich der Gewichtskraft der von ihm verdrängten Flüssigkeits- bzw. Gasmenge.

Ziel: Den Zusammenhang zwischen dem Volumen und der Gewichtskraft eines Körpers und der Wasserverdrängung untersuchen.

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Anregungen für den Unterricht: Der Versuch *Die Entdeckung des Archimedes,* mit der das Gesetz von Archimedes nachgewiesen werden kann, ist nur für ältere Kinder geeignet, da es vieler Schritte bedarf, um zum Ergebnis zu kommen und der Versuch abstrakt konzipiert ist. Der Kraftmesser kann durch eine digitale (analoge sind nicht genau genug ablesbar) Küchenwaage ersetzt werden. Haben die Schüler allerdings das Gesetz des Archimedes bestätigt, können viele Gedankenexperimente angeschlossen werden, in denen es um den Auftrieb und verdrängtes Wasser geht. Zum Beispiel: Könnte man an der Wasserstandhöhe eines Sees erkennen, ob der flüchtende Dieb den Goldschatz noch im Boot oder schon über Bord geworfen hat? (Theoretisch könnte man es, denn das Gold verdrängt im See nur sein Volumen, im Boot jedoch das Volumen von Wasser, das seiner Gewichtskraft entspricht. Die Wasserstandhöhe wäre also niedriger.)

Und sonst?
Heureka! Die Geschichte des Archimedes erzählen oder vorlesen lassen und diskutieren, wie sich das Gewicht eines unförmigen Körpers feststellen lässt.

Das schwimmende Ei • Das Überraschungsholz

O Seite 11, 24

Info: Da durch die Zugabe des Salzes die Dichte des Wassers steigt, steigt auch die Auftriebskraft, die in diesem Fall die Gewichtskraft der Gegenstände übersteigt, sodass der Gegenstand schwimmt. (Detaillierte Informationen zur Dichte und der Auftriebskraft s. o.). Der Salzgehalt der Meere beträgt ca. 3,5 %, der des Toten Meeres ca. 28 % und der der Ostsee kaum 2 %. Im Süßwasser lassen sich nur 0,01 % Salze finden.

Anwendungen:
1 Ein Boot, das von der See durch einen Fluss in den Hafen fährt, hat im Fluss einen größeren Tiefgang als auf See.
2 Wird ein Boot geborgen, wird die Dichte des Systems durch Anketten von Pontons, Schwimmkörpern, verringert, sodass sie geringer ist als die des Wassers.
(Siehe dazu *Die Bergung eines Wracks.)*

Ziel: Staunen.

Anregungen für den Unterricht: *Das schwimmende Ei* und *Das Überraschungsholz* zeigen, dass auch Veränderung des Wassers die Schwimmfähigkeit beeinflusst. Der Einfluss des Salzgehaltes im Meer oder Fluss auf die Eintauchtiefe von Schiffen sollte in diesem Zusammenhang diskutiert werden.

Der Flaschenteufel

Seite 11, 24

Info: Wasser lässt sich nicht komprimieren, zusammenpressen, Luft schon. Durch den Druck auf die Flasche wird der Raum in der Flasche verkleinert. Da sich das Wasser aber nicht komprimieren lässt, wird die Luft im Röhrchen komprimiert, sodass Wasser in das Röhrchen eindringen kann. Dadurch erhöht sich die Gewichtskraft des Röhrchens und es sinkt.
Wird der Druck auf die Flasche verringert, erhöht sich das Gesamtvolumen, die Luft kann sich entspannen – das Röhrchen steigt. Es kann auch kurzzeitig in der Schwebe gehalten werden.

Ziel: Mögliche Auswirkungen der Komprimierbarkeit von Stoffen kennen lernen.

Anregungen für den Unterricht: Mit den Versuchen *Der Flaschenteufel* und *Die Bergung eines Wracks* können weitere Änderungen an Gegenständen bis zu ihrer Schwimmfähigkeit experimentell untersucht werden. Wird *Der Flaschenteufel* im Anschluss an *Die hydraulische Pumpe* und *Die Dreiwegepumpe* sinken gelassen, lässt sich die Auswirkung der Komprimierbarkeit von Luft an einem Beispiel zeigen.

Alles Wasser dieser Erde

Seite 11, 24

Info: Auf einem Papierband oder Gliedermaßstab sind die Verhältnisse von Salzwasser, Eis, Wolken und Süßwasser dargestellt. Hier wird die Information veranschaulicht.

Ziel: Verständnis und Gefühl für die geringe Menge Süßwasser auf der Erde erlangen.

Tipp: Mit dem Zahlenverhältnis 300 : 6 : 2 : 1 lässt sich dies auch mit den Kindern spielend erfassen. Ein Kind bekommt eine Trinkwasserflasche, zwei bekommen Watte, sechs je einen Eiswürfel und die restlichen müssen sich noch – in Gedanken – die Kinder aus zehn weiteren Klassen holen.

Anregungen für den Unterricht: *Alles Wasser dieser Erde* soll den Kindern anschaulich am Papierstreifen oder Gliedermaßstab die Verhältnisse des Wassers in seinen Vorkommensformen demonstrieren. Da dies erfahrungsgemäß bei jüngeren Kindern schwierig ist, können die Verhältnisse auch mit der Aufteilung der Klasse bzw. Schule in die Mengen des Eises, Süß- und Salzwassers einprägsam verdeutlicht werden.
Diese Information passt an den Beginn der Stunde oder kann zur Auflockerung auch später gespielt werden.

Die Bergung eines Wracks

Seite 12, 25

Ziel: Veranschaulichung der Auftriebskraft an einem konkreten Beispiel

Anregungen für den Unterricht: Mit den Versuchen *Die Bergung eines Wracks* und *Der Flaschenteufel* können weitere Änderungen an Gegenständen bis zu ihrer Schwimmfähigkeit experimentell untersucht werden.

Der Wasserberg

Seite 12, 25

Ziel: Das Wachsen des Wasserbergs beobachten.

Tipp: Von der Seite betrachten.

Anregungen für den Unterricht: Die Reihenfolge der beiden Experimente zur Oberflächenspannung, *Die schwimmende Büroklammer* und *Der Wasserberg* ist beliebig, ebenso die Platzierung des Wasserläufers. Je nach Klassenstufe und Moderator kann hier eine größere Sequenz erfolgen, welche die für Wasserläufer lebenswichtige Bedeutung der Oberflächenspannung deutlich macht.

Die schwimmende Büroklammer

Seite 12, 25

Info: Oberflächenspannung des Wassers entsteht, weil sich die Wassermoleküle gegenseitig anziehen. Für ein Molekül im Inneren des Wassers wirken diese Anziehungskräfte von allen Seiten – oben, unten, rechts und links. An den Molekülen der Wasseroberfläche wird jedoch nur von unten und der Seite gezogen, sodass die oberste Wasserschicht eine besondere Stabilität besitzt und wie eine Haut wirkt. Spülmittel oder die feinen Pfefferkörner verringern die Oberflächenspannung, da sie sich zwischen die Wassermoleküle setzen.

Ziel: Auswirkungen der Oberflächenspannung erfassen.

Tipps: Wasserläufer sind den Kindern bekannt. An diese Kenntnis kann angeknüpft werden. Wird der Versuch wiederholt, muss das Wasser mit dem Pfeffer ausgegossen werden.

Der eilende Pfeffer

Seite 12, 26

Info: Bei der Zerstörung der Oberfläche durch das Spülmittel werden die Pfefferkörner von den Wassermolekülen mitgeführt.

Ziel: Auswirkungen der Oberflächenspannung sehen.

Tipps: Wenige Pfefferkörner verwenden.

Die hydraulische Pumpe

Seite 13, 27

Info: Da Wasser sich nicht komprimieren, zusammendrücken lässt, ändert sich auch das Volumen des Wassers im System nicht.

Ziel: Das Grundprinzip von hydraulischen Hebevorrichtungen erfahren.

Anwendungen: Auto-Hebebühne, Gabelstapler, Fahrstuhl, Kräne, Rettungsleiter der Feuerwehr

Tipp: Mit dem entleerten System lässt sich demonstrieren, dass sich Luft komprimieren lässt.

Die Dreiwegepumpe

Seite 13, 27

Info: Druck ist das Ergebnis einer auf eine Fläche einwirkenden Kraft.
Er verteilt sich in Flüssigkeiten und Gasen gleichmäßig in alle Richtungen.

Ziel: Das Grundprinzip von hydraulischen Hebevorrichtungen erfahren.

Die Zauberfarben

Seite 14, 28

Info: Der Schnipsel saugt sich mit Wasser voll und gibt dieses an den bemalten Filter weiter, indem sich das Wasser allmählich radial ausbreitet. Dabei nimmt es auch Farbpartikel mit. Da sich die unterschiedlichen Farbpartikel in Wasser unterschiedlich schnell lösen, werden diese zu unterschiedlichen Zeitpunkten vom Wasser mitgenommen. Da die Farben aus einem Stoffgemisch bestehen, wird auch dieses getrennt, sodass sich die ursprünglichen Farben verändern. Dahinter steckt die Chromatographie, ein Verfahren, das die Auftrennung eines Stoffgemisches durch unterschiedliche Verteilung seiner Einzelbestandteile erlaubt.

Ziel: Sehen, dass einheitlich aussehende Stoffe Gemische sein können.

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Das Knatterboot

Seite 14, 28

Hinweis: Dies ist ein Vorführversuch ab Klasse 1.

Info: Die Blechboote fahren mit echter Dampfkraft. Der Antrieb erfolgt über einen einfachen Rückstoßmotor, der ohne Kolben, Ventil oder Räder auskommt. Die Antriebstechnik wurde bereits 1881 in England zum Patent angemeldet. In den 1930er-Jahren waren die Boote der Chemnitzer Metallspielwarenfabrik E.G. Lorenz eines der beliebtesten Spielzeuge. Der Motor besteht aus einem kleinen Wasserkessel im Inneren des Bootes, an dem zwei kleine Rohre angebracht sind, die am Heck herausragen.

Ziel: Staunen.

Anregungen für den Unterricht: Die Vorführexperimente *Die Zustandsformen des Wassers, Der Vulkan* und *Das Knatterboot* eignen sich auch, um Einflüsse der Dichteänderung deutlich zu machen.

Der Vulkan

Seite 21

Hinweis: Dies ist ein Vorführversuch ab Klasse 1.

Info: Da heißes Wasser eine kleinere Dichte hat als kaltes, steigt das heiße, durch die Einfärbung sichtbar gemachte Wasser nach oben.

Ziel: Erfahren, dass sich die Wasserdichte mit der Temperatur ändert.

Die Zustandsformen

Seite 21

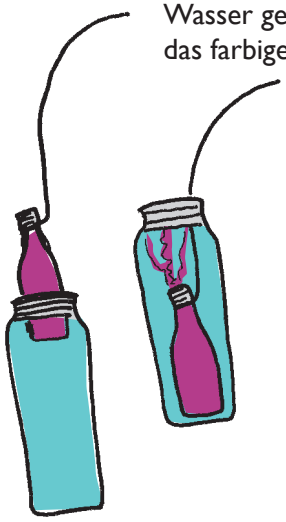
Hinweis: Dies ist ein Vorführversuch ab Klasse 1.

Info: Hierbei lassen sich Aggregatzustandsänderungen durch Wärmezufuhr und Wärmeentzug zeigen. Das Eis schmilzt, das Wasser verdampft und der Wasserdampf kondensiert zu Wasser.

Ziel: Mehrere Aggregatzustandsänderungen in einem Versuch erfahren.

Der Vulkan – Vorführversuch

In einem hohen Glas befindet sich sehr kaltes Wasser. In ein Fläschchen mit langem Haltegriff wird ein Körnchen Kalium-Permanganat (oder rote Tinte bzw. Lebensmittelfarbe) und heißes Wasser gefüllt und dieses Fläschchen in das kalte Wasser gestellt. Nach einer Weile steigt das farbige Wasser nach oben.



Erläuterung:
Wasser dehnt sich bei Erwärmung (über 4° C +) aus. Die Dichte wird geringer, das Wasser wird leichter und steigt nach oben.

Die Zustandsformen – Vorführversuch

Im Wasserkocher befinden sich Eiswürfel.
Den Wasserkocher einschalten und warten.
Entweicht Wasserdampf, den Spiegel vorsichtig hineinhalten.

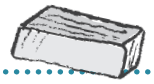
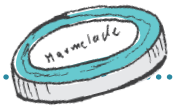
Erläuterung:
Durch die Wärmezufuhr schmilzt das Eis zu Wasser. Durch weitere Wärmezufuhr siedet das Wasser, und Wasserdampf entweicht dem Topf. Die Spiegelfläche hat Zimmertemperatur, sodass der Wasserdampf sich an ihr abkühlt, also zu Wasser kondensiert und an ihr entlangläuft.

Tisch: ..... Namen: .....

Die schwimmende Gesellschaft

Tipp: Erst die Gegenstände abgetrocknet einsammeln und dann die Knete ausgeben.

1 Diskutiert, welcher der Gegenstände schwimmt (ja) und welcher nicht schwimmt (nein).
2 Kreuzt eure Vermutungen in der Tabelle an.
3 Füllt die Schale mit etwas Leitungswasser, legt jeden Gegenstand einzeln auf die Wasseroberfläche und kreuzt eure Beobachtung in der Tabelle an.

Gegenstand	*Schwimmt der Gegenstand?*					
	Vermutung		*aufgelegt*		*untergetaucht*	
	ja	*nein*	*ja*	*nein*	*ja*	*nein*
Holzstück 			X		X	
Schraube				X		X
Stein				X		X
Plastikdeckel 			X		X	
Nagel				X		X
Korken			X		X	
Knopf				X		X

Ein Stück Knete

Legt in Gedanken einen Klumpen Knete auf die Wasseroberfläche und diskutiert eure Vermutungen und Überlegungen.

▶ Vermutung: .....

Legt den Klumpen Knete auf die Wasseroberfläche.

Beobachtung: Der Klumpen Knete sinkt. .....

Diskutiert, ob die Knete nicht doch schwimmen könnte.

▶ Vermutung: .....

Verändert den Klumpen Knete so, dass er schwimmen kann.
Probieren geht über Studieren.

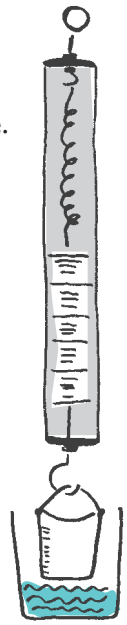
Beobachtung: Die Knete schwimmt, wenn sie als dünnwandige Schale geformt wird. .....

Es ist die gleiche Masse der Knete, aber ..... die Form ..... ist anders, deswegen schwimmt ..... das Schiffchen ..... und .... der Klumpen ..... sinkt.

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Tisch: ..... Namen: .....

Die Entdeckung des Archimedes



1 Füllt den großen Becher zur Hälfte mit Wasser und markiert die Wasserstandshöhe.

2 Legt die Unterlegscheiben in den kleinen Becher und bestimmt seine Gewichtskraft mit dem Kraftmesser: ..... N

3 Setzt vorsichtig den am Kraftmesser hängenden kleinen Becher mit den Unterlegscheiben auf die Wasseroberfläche des großen Bechers.

▶ Was vermutet ihr? Kreuzt an.

Der kleine Becher	☐ sinkt.	☒ schwimmt.
Der Wasserspiegel	☐ bleibt gleich.	☒ verändert sich.

Was beobachtet ihr während des Absenkens des kleinen Bechers? Schreibt es auf.

Der Kraftmesser zeigt eine geringere Gewichtskraft. .....

Der kleine Becher schwimmt. .....

Der Wasserspiegel steigt. .....

4 Markiert die neue Wasserstandshöhe genau.

5 Nehmt den kleinen Becher aus dem großen, legt die Unterlegscheiben beiseite und setzt den leeren kleinen Becher wieder auf die Wasseroberfläche im großen Becher.

6 Füllt den kleinen Becher mit Wasser bis zur oberen Markierung des großen Bechers.

7 Nehmt den kleinen Becher heraus und bestimmt seine Gewichtskraft.

▶ Was vermutet ihr? Schreibt es auf.

Im Vergleich zu **2** wird die Gewichtskraft jetzt ..... sein.

Was beobachtet ihr jetzt? Schreibt es auf.

Die Gewichtskraft beträgt ..... N, sie ist ..... so groß wie ..... in **2**.

8 Schüttet das Wasser aus dem kleinen Becher in den großen.

▶ Was vermutet ihr? Schreibt es auf.

Die Wasserstandshöhe ist jetzt ..... die unter **4**.

Was beobachtet ihr jetzt? Schreibt es auf.

Die Wasserstandshöhe ist jetzt die gleiche wie bei **4**. .....

Fasst eure Beobachtungen zusammen!

Die Gewichtskraft bleibt gleich. .....

Die Wassermenge bleibt gleich. .....

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Tisch: ..... Namen: .....

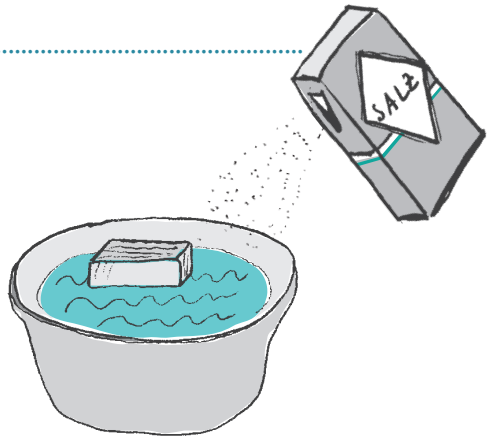
Das schwimmende Ei

Füllt den Becher halb mit Wasser und legt das Ei hinein.

Beobachtung: Das Ei sinkt. .....

Gebt einige Löffel Salz ins Wasser, rührt um und wartet, bis das Salz sich gelöst hat.

Beobachtung: Im Salzwasser schwimmt das Ei. .....

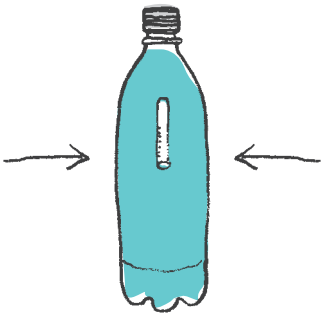


Das Überraschungsholz

Wiederholt den Versuch mit einem Stück Tropenholz.

Beobachtung: Im ungesalzenen Wasser geht das Tropenholz unter, im gesalzenen schwimmt es.

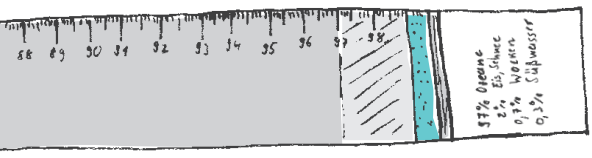
Der Flaschenteufel



Füllt die Plastikflasche randvoll mit Wasser, gebt das Röhrchen mit der Öffnung nach unten in die Flasche und verschließt sie gut. Drückt auf die Plastikflasche und lasst das Röhrchen sinken, schweben und wieder steigen.

▶ Warum kann das Röhrchen sinken? Diskutiert eure Vermutungen.

Durch Drücken auf die Flasche dringt Wasser in das Röhrchen. Es sinkt, da sich sein Gewicht durch das eindringende Wasser vergrößert. Die Luft im Röhrchen wird dabei komprimiert. Bei verringertem Druck drückt die komprimierte Luft das Wasser aus dem Röhrchen und es steigt.



Alles Wasser dieser Erde

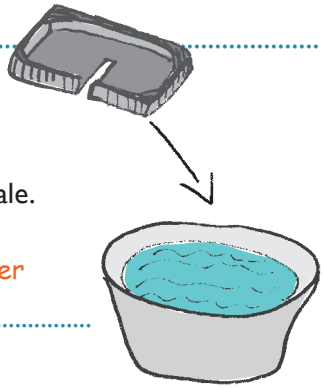
Schaut euch das Maßband / den Gliedermaßstab an.
Tragt passende Mengenverhältnisse in die Tabelle ein.

Salzwasser (Ozeane)	*Eis und Schnee*	*Wolken*	*Süßwasser (Flüsse, Seen)*
300	6	2	1

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Tisch: ..... Namen: .....

Die Bergung eines Wracks



Legt die aufgeschlitzte Sardinenbüchse in eine mit Wasser gefüllte Schale.

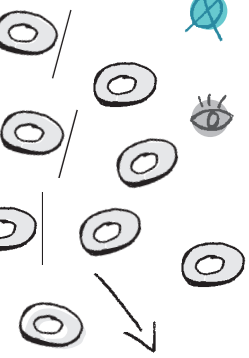
Beobachtung: Die Sardinenbüchse sinkt, da durch den Schlitz Wasser eindringt. .....

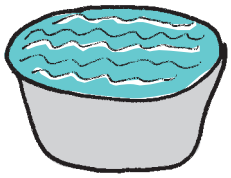
Klettet die verschlossenen Plastikdosen an die Sardinenbüchse und beobachtet das gesunkene „Schiff".

Beobachtung: Die Sardinenbüchse steigt auf. Denn der Auftrieb reicht für die Sardinenbüchse mit den luftgefüllten Plastikdosen aus, um das System zu heben. .....

.....

.....





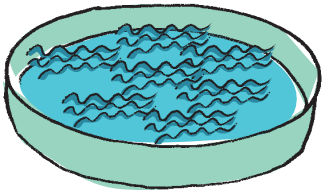
Der Wasserberg

Wie viele Unterlegscheiben passen in eine randvoll mit Wasser gefüllte Schale?

Schätzung	Versuchsergebnis
	Individuelle Lösung

Tipp: Die Unterlegscheiben langsam ins Wasser gleiten lassen. Die Finger dürfen nicht ins Wasser eintauchen, die Unterlegscheiben den Deckelrand nicht berühren.

Die schwimmende Büroklammer



Lasst die Büroklammer in einem mit Wasser gefüllten Deckel schwimmen.

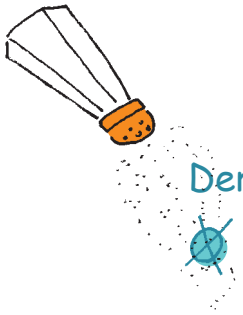
Die Büroklammer muss dazu flach aufgelegt werden, da sonst die Gewichtskraft auf eine zu kleine Fläche wirkt – und die Oberflächenspannung durchbricht. Tipp: Die Büroklammer lässt sich mit Hilfe einer zweiten, aufgebogenen Büroklammer bequem auf der Wasseroberfläche positionieren.

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Tisch: ..... Namen: .....

▶ Warum schwimmt sie? Schreibt eure Vermutungen auf.

Die Büroklammer schwimmt, wenn sie flach aufgelegt wird. Ihre Form und Gewichtskraft reichen so nicht aus, um die Oberflächenspannung des Wassers zu durchbrechen.



Der eilende Pfeffer

Streut etwas Pfeffer auf die Wasseroberfläche im Deckel und gebt einen Tropfen verdünntes Spülmittel dazu.

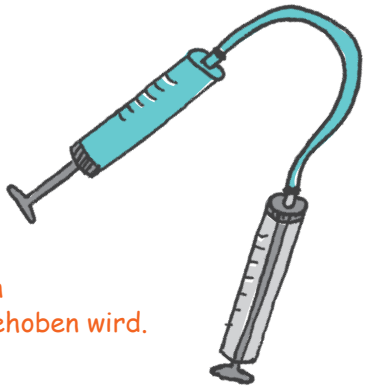
Beobachtung: Die Pfefferkörner gehen schlagartig an den Rand des Deckels.

Info: Oberflächenspannung des Wassers entsteht, weil sich die Wassermoleküle gegenseitig anziehen. Für ein Molekül im Inneren des Wassers wirken diese Anziehungskräfte von allen Seiten – oben, unten, rechts und links. An den Molekülen der Wasseroberfläche wird jedoch nur von unten und der Seite gezogen, sodass die oberste Wasserschicht eine besondere Stabilität besitzt und wie eine Haut wirkt. Spülmittel verringert die Oberflächenspannung, da es sich zwischen die Wassermoleküle setzt.

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Tisch: ..... Namen: .....

Die hydraulische Pumpe



Nehmt die gefüllte hydraulische Pumpe.
Drückt oder zieht einen Spritzenkolben und beobachtet den anderen.

Beobachtung: Der eine Spritzenkolben hebt bzw. senkt sich um die genau gleiche Höhe, wie der andere gesenkt bzw. gehoben wird.

Die Dreiwegepumpe

1 Fügt mit Hilfe einer Kupplung eine dritte Spritze ohne Luftblasen in das System und verwendet eine gefüllte, eine halb gefüllte und eine leere Spritze.

2 Drückt den Kolben der gefüllten Spritze und beobachtet die Wassermengen in den anderen beiden Spritzen.

3 Notiert in der Tabelle die Füllmengen in den Spritzen.

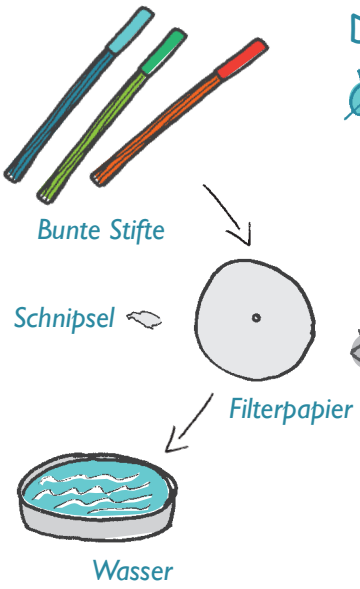
Spritze Nr.	*ml*	*ml*	*ml*
1	0	2	7
2	6	5	7
3	10	9	2

Beobachtung: Wird der eine Spritzenkolben gesenkt, heben sich die anderen beiden mit der Hälfte der herausgedrückten Wassermenge. .....

Vorschlag: Demonstrieren Sie die Luftkompression mit einer luftgefüllten Spritze.

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Tisch: ..... Namen: .....



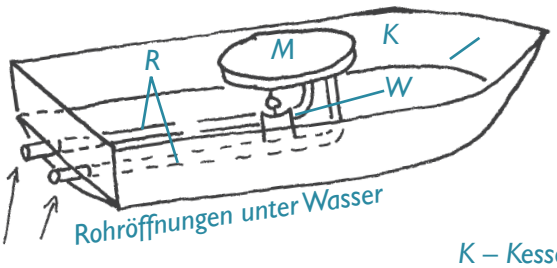
Die Zauberfarben

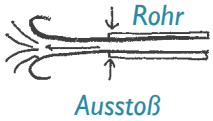
1 Malt um das Loch im Filterpapier mit den Farbstiften einige Punkte.

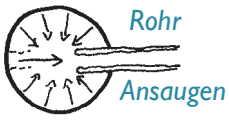
2 Füllt den Deckel mit wenig Wasser, legt das Filterpapier auf den Deckel und steckt den Schnipsel / das Wattestäbchen durch das Loch ins Wasser. Er / es sollte das Filterpapier auch berühren. Wartet und beobachtet die Farbpunkte.

Beobachtung: Die Farben verändern sich, werden blasser und „fließen" zum Rand. Das Wasser löst die Farbpartikel, die am Filterpapier haften und dort verweilen (Adhäsion). Je nach Stärke der Haftung werden Partikel früher oder später oder gar nicht vom Wasser mitgenommen, das sich vom Loch weg ausbreitet aufgrund der Kapillarwirkung. Diese Trennung der Farbpartikel ist eine Anwendung der Chromatographie.

Das Knatterboot







K – Kessel
M – Membran
R – Rohre
W – Wärmequelle (z. B. Kerze)

1 Haltet das Boot mit dem Heck nach oben.

2 Über eine der Rohröffnungen R füllt ihr mit einer Pipette oder Spritze in den flachen Wasserkessel K so lange Wasser, bis es am unteren Rohrende wieder austritt. Jetzt setzt ihr das Boot mit dem Bug zuerst flach auf das Wasser, ohne dass Wasser aus den Rohren ausläuft!

3 Entzündet etwas Trockenbrennstoff oder eine Kerze im beiliegenden Löffel und schiebt sie unter den Kessel.

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Tisch: ..... Namen: .....

Und so funktionieren der Vortrieb und das Knattern:
1. Das Wasser im flachen Kessel K verdampft, erzeugt einen Überdruck und drückt damit die Membran hoch. KNACK!

2. Der Überdruck im Kessel presst das Wasser in die beiden Austrittsrohre R nach außen in das Umgebungswasser; durch das austretende Wasser wird das Boot durch den Rückstoß nach vorn geschoben. Die Membran springt durch die Druckentlastung zurück, KNACK, und verstärkt den Rückstoß.

3. Nun strömt der heiße Wasserdampf in die kalten Austrittsrohre nach und kondensiert; durch die Kondensation entsteht in den Rohren ein Unterdruck, der Wasser aus dem Umgebungswasser ansaugt; der Kessel wird wieder mit Wasser gefüllt.

4. Das angesaugte Wasser im flachen Kessel verdampft wieder und erzeugt erneut einen Überdruck (siehe 1.).

Erläuterung:
Wasserausstoß und Wasseransaugung wechseln sich ab. Der Wasserausstoß erfolgt gebündelt in Richtung der Austrittsrohre (siehe Abbildung „Ausstoß"); die Ansaugung dagegen erfolgt aus der gesamten Rohröffnungsumgebung. Das ist der Grund, wieso die Saugkraft kleiner ist als die Vortriebskraft; die Saugkraft ist nicht gebündelt (siehe Abbildung „Ansaugen"). Durch den größeren Rückstoß erfährt das Boot eine ruckartige Vorwärtsbewegung.

Name: .....

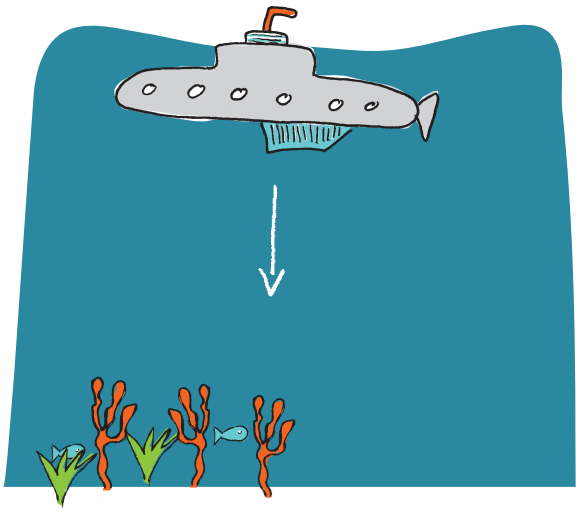
Nacharbeit

Rund ums Wasser

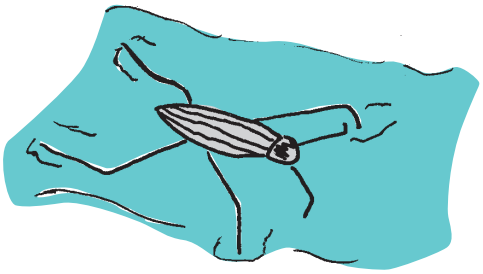
Ordnet die Begriffe den Bildern zu.

schwimmen • flüssig • Oberflächenspannung • sinken • fest • gasförmig

.....

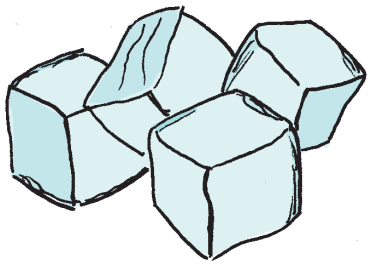


.....

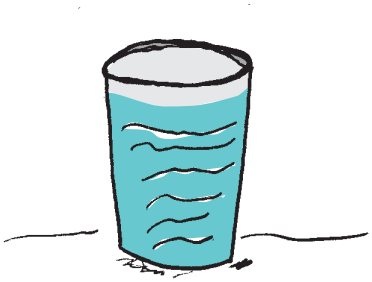


.....

.....



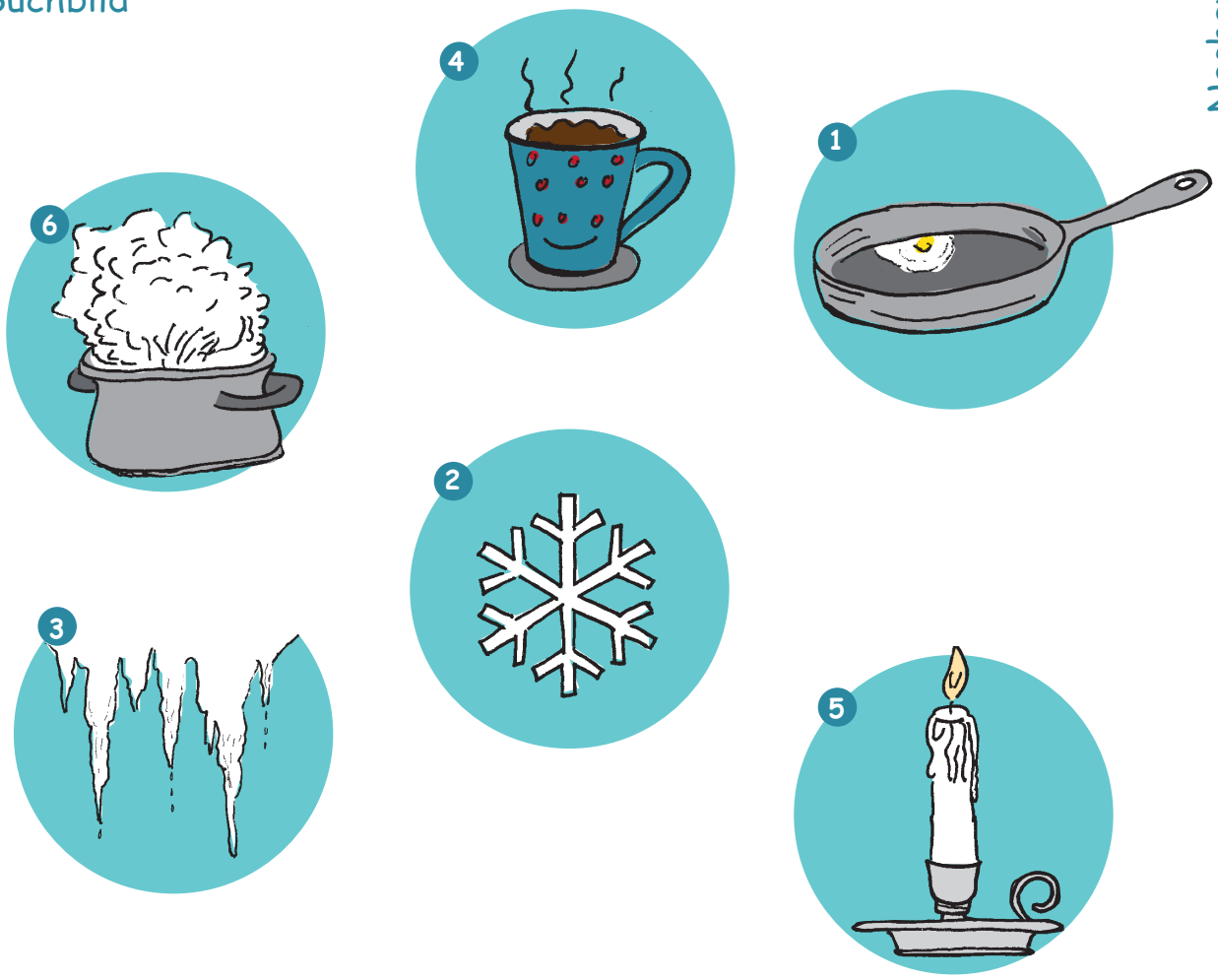
.....



.....

Name: .....

Suchbild



1 Sucht die Bildnummern, die zu den Begriffen gehören, und tragt sie in die Tabelle ein.

2 Kreuzt die dargestellten Zustandsformen an!
Tipp: Auf manchen Bildern sind mehrere Zustandsformen dargestellt.
Dann müsst ihr amehrere Kreuze machen.

Bildnummer	*Begriff*	*fest*	*flüssig*	*gasförmig*
	Eiszapfen			
	Heiße Schokolade			
	Spiegelei			
	Schneekristall			
	Wasserdampf			
	Kerzenwachs			

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Name: .....

Nacharbeit

Das schwimmende Ei

Beschreibt die Versuchsbeobachtungen zu den drei Abbildungen.

1

2

3

Beobachtung:

1 .....

2 .....

3 .....

Im Toten Meer

Auf dem Rücken liegen, Zeitung lesen, entspannen … Im Meer? Da muss man doch aktiv schwimmen, um über Wasser zu bleiben? Nicht im Toten Meer! Die sehr hohe Menge Salz im Wasser ermöglicht einem Menschen, sich problemlos auf der Wasseroberfläche treiben zu lassen. Das Salz gibt dem Gewässer eine besonders hohe Dichte, die deutlich höher ist als die eines menschlichen Körpers. Somit schwimmt ein Menschenkörper wie ein Korken auf der Oberfläche. Das fühlt sich fast so an wie Schweben.

Die Anomalie des Wassers

Nehmt ein Röhrchen oder einen kleinen Becher, markiert eine Stelle und füllt das Gefäß genau bis zur Markierung mit Wasser. Stellt das Gefäß aufrecht in den Gefrierschrank. Wartet einen halben Tag, holt euer Gefäß wieder heraus und seht es euch genau an.

Beobachtung: .....

.....

.....

Der Frostaufbruch

Da sich Wasser beim Gefrieren ausdehnt, kommt es zum Frostaufbruch.
Aus 10 Litern Wasser werden etwa 11 Liter Eis. Mit Wasser durchtränkter Untergrund hebt daher beim Gefrieren die Straßendecke ein wenig an, deren Tragfähigkeit aber erst dann versagt, wenn das Eis darunter schmilzt und nur gelockertes Erdreich zurückbleibt. Aus dem gleichen Grund kommt es im zeitigen Frühjahr zur Auflockerung des Ackerbodens und auch zu den bekannten Verwitterungserscheinungen an Fels und Gestein.

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Name: .....

Eis - Wasser - Dampf

Zum Thema „Eis – Wasser – Dampf“ gibt es jede Menge Wörter.
Lest die Beispiele – und ihre Erklärungen.

Eiskristalle gibt es als ...

Eis	Es ist leichter als Wasser und schwimmt. Seen können zufrieren.
Eisberg	Riesige Eisbrocken, die auf dem Meer schwimmen
Gletscher	Eismassen auf hohen Gebirgen und in den Polarregionen der Erde
Hagel	Gefrorene Regentropfen, harte eisartige Körner
Graupel	Weiche schneeartige Hagelkörner
Schnee	Weiche Flocken aus feinsten Eiskristallen
Raureif	Eiskristalle, die sich auf Baumästen und Fensterscheiben bilden
Eisblumen	Schöne Eismuster, die sich im Winter an kalten Fensterscheiben bilden

Wenn Wasser seinen Zustand ändert, heißt es ...

gefrieren	Bei sinkender Temperatur wird flüssiges Wasser bei 0 °C fest.
schmelzen, tauen	Bei steigender Temperatur wird Eis bei 0 °C flüssig.
verdampfen	Flüssiges Wasser bildet bei 100 °C kleine sichtbare Dampftröpfchen.
kochen	Bei 100 °C bilden sich im Wasser aufsteigende Dampfblasen.
sieden	Wasser siedet, wenn kochendes Wasser verdampft.
verdunsten	H_2O-Moleküle steigen von der Wasseroberfläche auf.
kondensieren	In der Luft verteilte H_2O-Moleküle bilden Wassertropfen oder Eiskristalle.

Begriffe rund um's Wasser ...

Frost	Kaltes Wetter unter dem Gefrierpunkt
Geysir	Heiße Fontänen, die sich bei aufsteigender Erdwärme bilden
Thermalbad	Warmes Bad mit Mineralsalzen, das die aufsteigende Erdwärme nutzt
Geothermie	Technik zur Nutzung der Erdwärme
Wasserstoff	Aus Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) (Knallgas) entsteht Wasser.
Eiscrasher	Mahlwerk zur Zerkleinerung von Eiswürfeln
Temperatur	Ein Maß für die mittlere Geschwindigkeit der ungeordneten Bewegung von Atomen und Molekülen eines Stoffes
Moleküle	Bestehen aus mehreren, chemisch verbundenen Atomen.
Wasserdampf	Bezeichnung für Wasser im gasförmigen Aggregatzustand. Die nicht mehr aneinander gebundenen H_2O-Moleküle sind sehr klein (1 nm).

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Name: .....

Das Eis-Wasser-Dampf-Rätsel

Findet die folgenden Wörter – sie können waagerecht oder senkrecht stehen:

Eis • Eisberg • Eiscrasher • Frost • Geothermie • Geysir • Gletscher • Graupel • Hagel • kochen • kondensieren • Molekül • Schnee • sieden • Temperatur • Thermalbad • verdampfen • verdunsten • Wasserdampf • Wasserstoff

M	T	S	H	M	V	B	E	F	S	C	L	I	U	W	B	N	C	Y	O
O	W	V	E	R	D	A	M	P	F	E	N	F	H	A	G	E	L	L	H
L	A	F	E	Z	I	O	P	D	H	B	I	G	E	S	S	X	U	Z	K
E	E	O	H	G	S	L	E	U	V	G	L	E	T	S	C	H	E	R	X
K	P	Z	D	K	N	K	R	E	K	R	S	Y	Z	E	E	I	V	J	K
U	W	I	T	S	K	O	A	M	W	A	S	S	E	R	D	A	M	P	F
E	E	Z	G	G	O	C	T	Z	I	U	B	I	N	S	D	H	O	A	R
L	I	O	K	A	C	H	U	M	H	P	I	R	D	T	E	Z	I	K	O
B	G	E	O	T	H	E	R	M	I	E	E	Z	B	O	D	K	L	E	S
O	I	S	N	C	E	N	U	I	D	L	S	G	J	F	E	T	S	G	T
V	E	R	D	U	N	S	T	E	N	V	H	D	R	F	M	E	I	S	N
E	T	Z	E	O	K	J	F	R	F	B	N	D	H	R	U	G	B	S	P
S	C	H	N	E	E	I	H	T	M	E	I	S	C	R	A	S	H	E	R
U	K	J	S	E	R	T	G	N	B	D	S	H	J	K	T	Z	H	G	E
I	H	K	I	F	G	H	B	C	D	E	R	T	M	S	I	E	D	E	N
H	T	H	E	R	M	A	L	B	A	D	K	U	G	E	R	B	V	F	G
G	L	M	R	D	E	A	K	T	E	M	P	E	R	A	T	U	R	Z	U
Z	B	M	E	I	S	B	E	R	G	Z	H	N	B	F	G	T	E	D	N
R	H	N	N	I	J	F	R	E	W	B	V	F	R	O	S	T	R	D	G

Erinnert ihr euch?

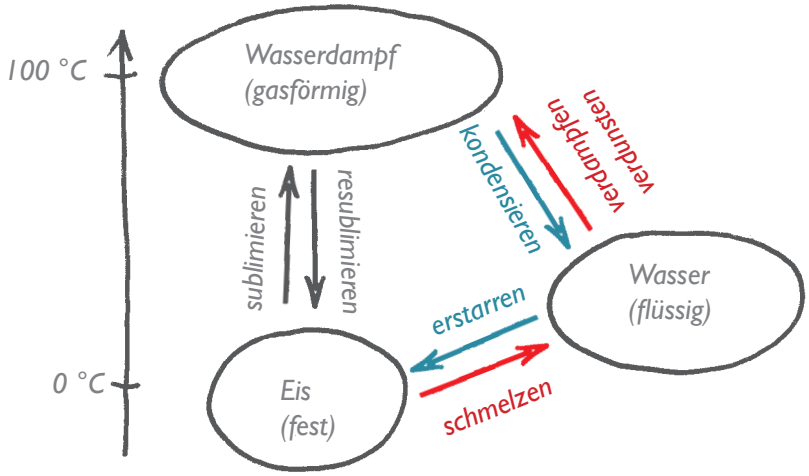
Abhängig von der Temperatur tritt Wasser in verschiedenen *Aggregatzuständen* auf. Wenn es kälter ist als 0 °C (unter dem *Gefrierpunkt*), ist es Eis, d. h. zu Eiskristallen gefroren. Zwischen 0 °C und 100 °C (*Siedepunkt*) ist es flüssig. Wenn es heißer ist als 100 °C, ist es gasförmig. Flüssiges Wasser gefriert also zu Eiskristallen bei 0 °C und *verdampft* bei 100 °C (sprich: *Grad Celsius*).
Auch unter 100 °C kann flüssiges Wasser und sogar Eis in den gasförmigen Aggregatzustand übergehen. Man sagt dann: Wasser verdunstet bzw. Eis sublimiert. Beim Wäschetrocknen beispielsweise verdunstet das Wasser.
Flüssiges Wasser gibt es als Regen und in Flüssen und Seen (Süßwasser) und in den Ozeanen (Salzwasser). Es gibt 300-mal so viel Salzwasser wie Süßwasser.

Wasserteilchen: Wassertropfen, Dampftröpfchen, Wassermoleküle (H_2O)
Wassertropfen haben etwa einen Durchmesser von 1 mm (*Millimeter*) = 1000 µm.
Dampftröpfchen kann man noch sehen. Sie sind etwa 1 µm (*Mikrometer*) = 1000 nm groß.
Die kleinsten Teilchen des Wassers sind H_2O-Moleküle. Sie sind so klein, dass man sie nicht sehen kann. Sie sind nur etwa 1 nm (*Nanometer*) groß!

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Name: .....

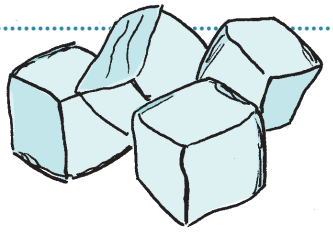
Die Aggregatzustände



Änderung Aggregatzustand	Übergang	Temperatur bei Wasser	zum Beispiel
schmelzen	fest → flüssig	Schmelztemperatur: 0 °C	Eiswürfel im Getränk
erstarren	flüssig → fest	Erstarrungstemperatur: 0 °C	Wasser im Eisfach Aufgrund der Dichteanomalie des Wassers dehnt es sich dabei aus.
verdampfen	flüssig → gasförmig	Siedetemperatur: 100 °C	im Wasserkocher
kondensieren	gasförmig → flüssig	Kondensationstemperatur: 100 °C	am kühlen Kochtopfdeckel
sublimieren	fest → gasförmig		Wäsche trocknet im Freien an kalten trockenen Tagen.
resublimieren	gasförmig → fest		Raureifbildung
verdunsten	Übergang flüssiger Stoffe in den gasförmigen Aggregatzustand unterhalb der Siedetemperatur. Die Verdunstung verläuft langsamer als die Verdampfung, da dem Stoff weniger Wärmeenergie zugeführt wird.		Die Wäsche trocknet, wenn durch die Sonne die Luft erwärmt wird.

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Name: .....



Eiswürfel schmelzen

Material: Glas, Stift, Eiswürfel, Leitungswasser

Füllt das Glas halbvoll mit Wasser. Gebt die Eiswürfel in das Wasser. Dann markiert ihr den Wasserstand mit dem Stift. Lasst das Glas so lange stehen, bis die Eiswürfel geschmolzen sind.

Beobachtung: .....

.....

.....

.....

.....

Wassertropfen erstarren

Material: Metalldeckel z. B. vom Sektflaschenverschluss, Messer, Gefrierfach, Glas, Leitungswasser

Gebt mit der Messerspitze einen Tropfen Wasser auf den Metalldeckel und stellt den Metalldeckel in den Gefrierschrank. Lasst ihn dort zehn Minuten stehen. Nach dem Herausnehmen beobachtet ihr den Wassertropfen.

Beobachtung: .....

.....

.....

.....

.....

Kondensieren und verdunsten

Material: Glas, Kühlschrank oder Gefriertruhe

Stellt ein Glas wenige Minuten in den Kühlschrank oder in die Gefriertruhe. Nehmt es anschließend heraus und beobachtet es an der Luft.

Beobachtung: .....

.....

.....

.....

.....

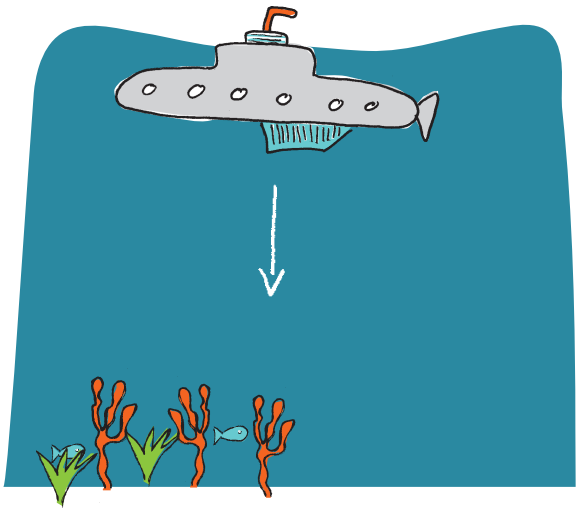
© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Name: .....

Rund ums Wasser

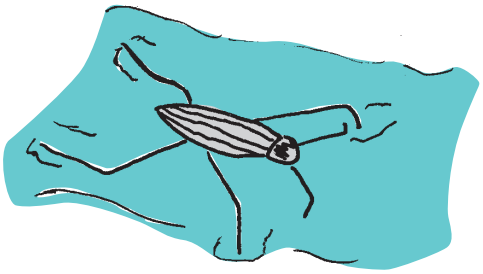
Ordnet die Begriffe den Bildern zu.

schwimmen • flüssig • Oberflächenspannung • sinken • fest • gasförmig



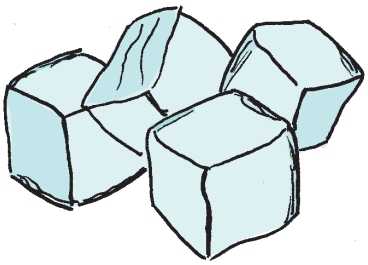
..... schwimmen .....

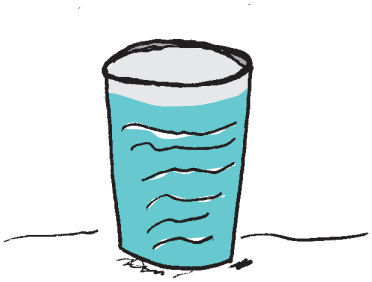
..... sinken .....



..... Oberflächenspannung .....

..... gasförmig .....





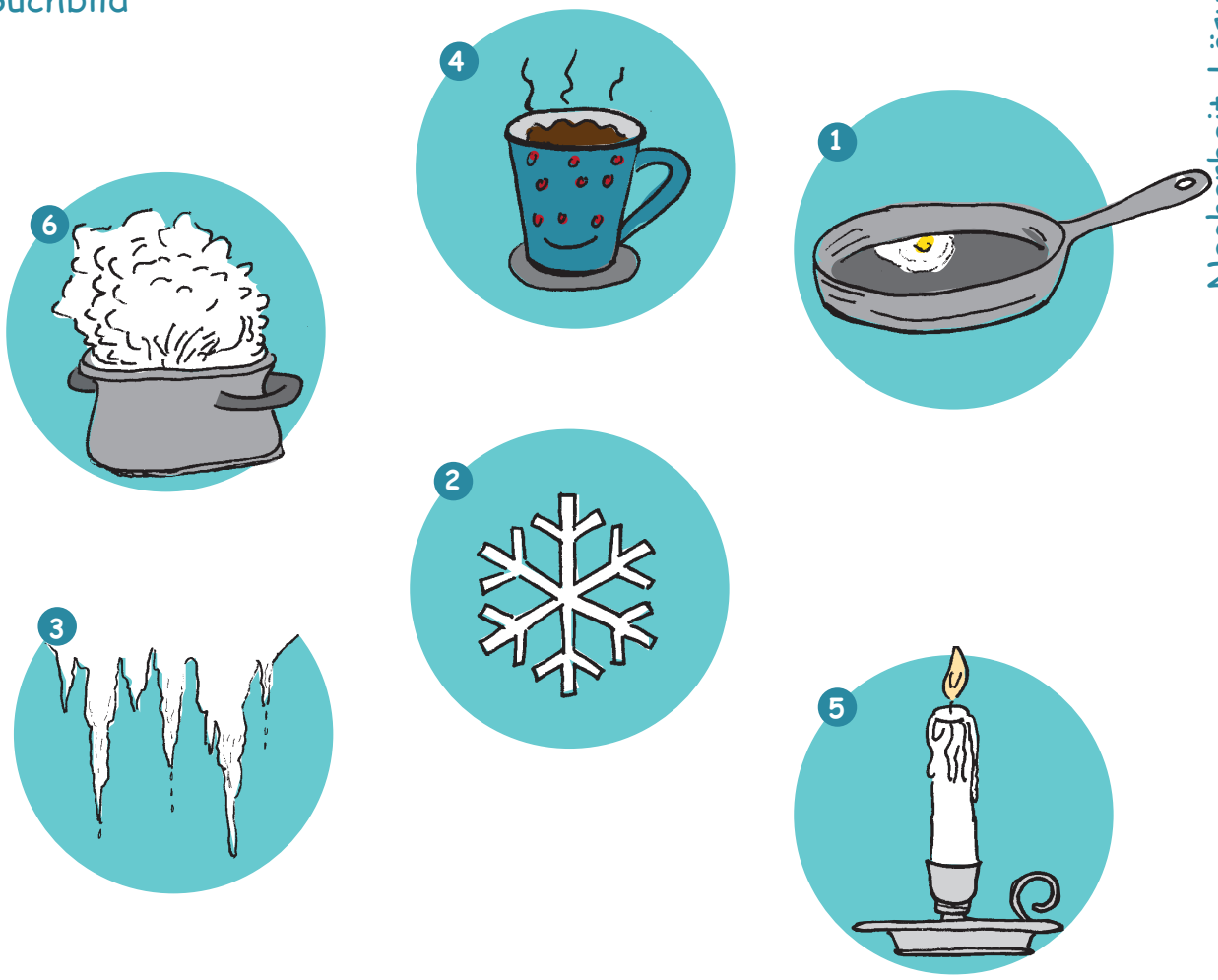
..... fest .....

..... flüssig .....

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Name: .....

Suchbild



1 Sucht die Bildnummern, die zu den Begriffen gehören, und tragt sie in die Tabelle ein.

2 Kreuzt die dargestellten Zustandsformen an!
Tipp: Auf manchen Bildern sind mehrere Zustandsformen dargestellt.
Dann müsst ihr mehrere Kreuze machen.

Bildnummer	*Begriff*	*fest*	*flüssig*	*gasförmig*
3	Eiszapfen	X		
4	Heiße Schokolade		X	
1	Spiegelei	X	X	
2	Schneekristall	X		
6	Wasserdampf			X
5	Kerzenwachs	X	X	X

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Name: .....

Das schwimmende Ei

Beschreibt die Versuchsbeobachtungen zu den drei Abbildungen.

1

2

3

Beobachtung:

1 Das Ei ist im Leitungswasser gesunken. .....

2 Das Ei schwebt, da Salz ins Wasser gegeben wurde. .....

3 Das Ei schwebt, da sich das Salz im Wasser gelöst und dadurch die Wasserdichte erhöht hat.

Im Toten Meer

Auf dem Rücken liegen, Zeitung lesen, entspannen … Im Meer? Da muss man doch aktiv schwimmen, um über Wasser zu bleiben? Nicht im Toten Meer! Die sehr hohe Menge Salz im Wasser ermöglicht einem Menschen, sich problemlos auf der Wasseroberfläche treiben zu lassen. Das Salz gibt dem Gewässer eine besonders hohe Dichte, die deutlich höher ist als die eines menschlichen Körpers. Somit schwimmt ein Menschenkörper wie ein Korken auf der Oberfläche. Das fühlt sich fast so an wie Schweben.

Die Anomalie des Wassers

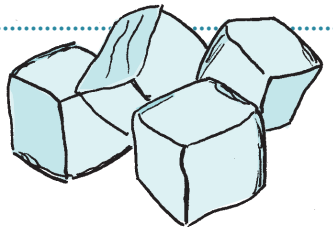
Nehmt ein Röhrchen oder einen kleinen Becher, markiert eine Stelle und füllt das Gefäß genau bis zur Markierung mit Wasser. Stellt das Gefäß aufrecht in den Gefrierschrank. Wartet einen halben Tag, holt euer Gefäß wieder heraus und seht es euch genau an.

Beobachtung: Das feste Eis im Gefäß steht höher als das flüssige Wasser vorher.

Erklärung: Da Wasser bei 4 °C die größte Dichte hat und bei weiterer Abkühlung sich das Wasser wieder ausdehnt (auch im gefrorenen Zustand), hat sich das Eisvolumen vergrößert und somit die Markierung überstiegen.

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Name: .....



Eiswürfel schmelzen

Material: Glas, Stift, Eiswürfel, Leitungswasser

Füllt das Glas halbvoll mit Wasser. Gebt die Eiswürfel in das Wasser. Dann markiert ihr den Wasserstand mit dem Stift. Lasst das Glas so lange stehen, bis die Eiswürfel geschmolzen sind.

Beobachtung: Die Eiswürfel schwimmen an der Wasseroberfläche. Sie schmelzen im Wasser und man kann beim genauen Hinsehen erkennen, dass das kältere Wasser in Schlieren zum Glasboden fällt. Der Wasserstand hat sich nicht verändert, nachdem das gesamte Eis geschmolzen ist.

Erklärung:
Die Eiswürfel schwimmen auf der Wasseroberfläche, da Eis eine geringere Dichte als Wasser hat. Eis ist Wasser in fester Form. Ab einer Temperatur von 0 °C schmilzt es und wird zu flüssigem Wasser. Der Aggregatzustand ändert sich also von fest zu flüssig. Der Teil des Eises, der sich unter Wasser befindet, verdrängt etwas Wasser. Daher steigt der Wasserspiegel.
Die Dichte des Wassers ist höher ist als die des Eises. Deswegen verändert sich das Gesamtvolumen nicht.
Variante: Man gibt einen möglichst großen Eiswürfel in ein Glas. Anschließend füllt man so viel Wasser in das Glas, dass es gerade nicht überläuft.

Info: Bei starker Erwärmung der Erdatmosphäre z. B. durch den Treibhauseffekt, würde das Eis an den beiden Polen schmelzen. In Spitzbergen war es 2014 in der Arktis bis zu 13 °C zu warm. Das Eis des Nordpols schwimmt im Wasser. Wenn es schmilzt, steigt der Meeresspiegel nicht an, da das Eis schon Wasser verdrängt hat. Hingegen kommt es beim Schmelzen des Südpoleises zu einem Anstieg der Weltmeeresspiegel, da es sich auf Land befindet und somit kein Wasser verdrängt.

Wassertropfen erstarren

Material: Metalldeckel z. B. vom Sektflaschenverschluss, Messer, Gefrierfach, Glas, Leitungswasser

Gebt mit der Messerspitze einen Tropfen Wasser auf den Metalldeckel und stellt den Metalldeckel in den Gefrierschrank. Lasst ihn dort zehn Minuten stehen.
Nach dem Herausnehmen beobachtet ihr den Wassertropfen.

Beobachtung: Der Wassertropfen wird im Gefrierschrank fest. Nach dem Herausnehmen wird der Eistropfen wieder flüssig. Oft kann man auch Feuchtigkeit an anderen Stellen des Metalldeckels beobachten, die durch Kondensation des Wasserdampfes in der Luft entstehen. Wird noch etwas gewartet, ist das ganze Wasser verdunstet, also als Wasserdampf in der Luft.

Ergänzung: Wenn man den Deckel mit den flüssigen Wassertropfen eine Stunde an der Luft stehen lässt, ist das Wasser verdunstet. Flüssiges Wasser wird zu gasförmigem Wasser, Wasserdampf. Wenn man Leitungswasser verwendet, erkennt man nach dem Verdunsten des Wassers Rückstände auf dem Deckel. Dies sind Salze, die im Leitungswasser gelöst waren und nun zurückbleiben. Dieser Effekt lässt sich verhindern, indem man destilliertes Wasser (Bügeleisenwasser), verwendet, da dies reines Wasser ohne gelöste Salze ist.

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Name: .....

Kondensieren und verdunsten

Material: Glas, Kühlschrank oder Gefriertruhe

Stellt ein Glas wenige Minuten in den Kühlschrank oder in die Gefriertruhe. Nehmt es anschließend heraus und beobachtet es an der Luft.

Beobachtung: Das Glas „beschlägt" an der Luft. Wenn man mit dem Finger über das Glas streicht, ist es feucht. Nach kurzer Zeit ist das Glas wieder trocken und nicht mehr „beschlagen".

Erklärung:
Das Glas wird im Kühlschrank abgekühlt. In der Luft ist Wasserdampf enthalten. An der kalten Oberfläche des Glases kondensiert daher Wasserdampf aus der Luft und wird zu flüssigem Wasser: Das Glas „beschlägt". Wenn das Glas länger an der Luft steht, wird es erwärmt und das flüssige Wasser verdunstet wieder zu Wasserdampf.

Ergänzung: Das Kondensieren von Wasserdampf aus der Luft an kalten Gegenständen kann man auch beim Versuch „Wassertropfen erstarren" beobachten. Im Alltag ist dieses Phänomen vielfältig zu beobachten, z. B. „beschlagen" im Winter Brillen, wenn man aus dem Kalten in warme Räume geht. Im Badezimmer „beschlägt" der Spiegel, wenn man warm duscht. An der Unterseite eines Kochtopfdeckels kondensiert der Wasserdampf, der beim Kochen entsteht. Wenn man Tiefgekühltes aus der Gefriertruhe holt, wird die Außenseite der Packung nass.

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Name: .....

Das Eis-Wasser-Dampf-Rätsel

Findet die folgenden Wörter – sie können waagerecht oder senkrecht stehen:

Eis • Eisberg • Eiscrasher • Frost • Geothermie • Geysir • Gletscher • Graupel • Hagel • kochen • kondensieren • Molekül • Schnee • sieden • Temperatur • Thermalbad • verdampfen • verdunsten • Wasserdampf • Wasserstoff

M	T	S	H	M	V	B	E	F	S	C	L	I	U	W	B	N	C	Y	O
O	W	V	E	R	D	A	M	P	F	E	N	F	H	A	G	E	L	L	H
L	A	F	E	Z	I	O	P	D	H	B	I	G	E	S	S	X	U	Z	K
E	E	O	H	G	S	L	E	U	V	G	L	E	T	S	C	H	E	R	X
K	P	Z	D	K	N	K	R	E	K	R	S	Y	Z	E	E	I	V	J	K
U	W	I	T	S	K	O	A	M	W	A	S	S	E	R	D	A	M	P	F
E	E	Z	G	G	O	C	T	Z	I	U	B	I	N	S	D	H	O	A	R
L	I	O	K	A	C	H	U	M	H	P	I	R	D	T	E	Z	I	K	O
B	G	E	O	T	H	E	R	M	I	E	E	Z	B	O	D	K	L	E	S
O	I	S	N	C	E	N	U	I	D	L	S	G	J	F	E	T	S	G	T
V	E	R	D	U	N	S	T	E	N	V	H	D	R	F	M	E	I	S	N
E	T	Z	E	O	K	J	F	R	F	B	N	D	H	R	U	G	B	S	P
S	C	H	N	E	E	I	H	T	M	E	I	S	C	R	A	S	H	E	R
U	K	J	S	E	R	T	G	N	B	D	S	H	J	K	T	Z	H	G	E
I	H	K	I	F	G	H	B	C	D	E	R	T	M	S	I	E	D	E	N
H	T	H	E	R	M	A	L	B	A	D	K	U	G	E	R	B	V	F	G
G	L	M	R	D	E	A	K	T	E	M	P	E	R	A	T	U	R	Z	U
Z	B	M	E	I	S	B	E	R	G	Z	H	N	B	F	G	T	E	D	N
R	H	N	N	I	J	F	R	E	W	B	V	F	R	O	S	T	R	D	G

© Bürgerstiftung Berlin • Schillerstraße 59 • 10627 Berlin • www.buergerstiftung-berlin.de

Name: .....

Notizen

Bürgerstiftung Berlin

Bürgerstiftung Berlin
Schillerstraße 59
10627 Berlin
www.buergerstiftung-berlin.de

Weberbank AG
IBAN: DE68 1012 0100 6156 9830 05
SWIFT-BIC: WELADED1WBB

Deutsche Bank
IBAN: DE25 1007 0000 0239 3437 00
SWIFT-BIC: DEUTDEBBXXX