

Verband Deutscher Sporttaucher e.V. (VDST)

Experimente zur Theorieausbildung im Tauchsport

Stand: 01.03.2025

VDST e.V. • Berliner Str. 312 • 63067 Offenbach
Telefon: 069 – 98 19 02 5 • Telefax: 069 – 98 19 02 99

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Die Handreichung	5
3	Experimentierunterlagen	7
4	Das Teilchenmodell.....	11
5	Wasser gegen Luft	13
6	Das Auftriebsmodell	15
7	Sinken, schweben, schwimmen?	17
8	Das umgedrehte Wasserglas	19
9	Die Magdeburger Halbkugel.....	21
10	Papierblatt gegen Tennisball	23
11	Hydrostatischer Druck	25
12	Wo steigen Luftblasen auf?	27
13	Ein einfaches Manometer	29
14	Die tauchende Milchdose	31
15	Tetra Pak als Luftpumpe	33
16	Kann Knetmasse schwimmen?	35
17	Der kartesische Taucher	37
18	Der schwebende Trinkhalm.....	39
19	Ein Mini-Schokokuss wird groß	41
20	Die Taucherglocke	43
21	Der Luftballon in der Flasche	45
22	Der schüchterne Luftballon.....	47
23	Der neugierige Luftballon	49
24	Eine Kerze hebt Wasser an.....	51
25	Die implodierende Dose.....	53
26	Die tanzende Münze	55
27	Mineralwasser bläst Luftballon auf	57
28	Löslichkeit von Gasen in Wasser 1.....	59
29	Löslichkeit von Gasen in Wasser 2.....	61
30	Gasblasen im Mineralwasser.....	63
31	Löslichkeit von Gasen – Druckabhängig.....	65
32	Löslichkeit von Gasen – Temperaturabhängig 1.....	67
33	Löslichkeit von Gasen – Temperaturabhängig 2.....	69
34	Heilende Kräfte an einer Flasche	71
35	Der geknickte Stab.....	73
36	Der krumme Lichtstrahl	75
37	Eine Münze erscheint	77
38	Eine Münze verschwindet	79
39	Richtungshören	81
40	Modell zum Druckausgleich	83
41	Lungenfunktionsmodell	85
42	Bestimmung der Vitalkapazität	87
43	Bestimmung des Atemzugvolumens.....	89
44	Weiterführende Informationen und Tipps	91
45	Literaturverzeichnis	92

46	Quellenverzeichnis externer Abbildungen	93
47	Verbrauchsmaterialien	95
48	Änderungsverlauf	96

Vorbemerkung:

Im weiteren Verlauf wird aus Gründen der Vereinfachung der Textrezeption auf die zusätzliche Formulierung der femininen und neutralen Form verzichtet. Die ausschließliche Verwendung der maskulinen Form soll explizit als geschlechtsunabhängig verstanden werden.

Impressum

Herausgeber:

Verband Deutscher Sporttaucher e.V.

Autor: Wolfgang Essich

Verantwortlich: Hagen Engelmann, Gerd Martin

1 Einleitung

Modelle werden zur Anschauung und Erkenntnisgewinnung im Theorieunterricht genutzt und sollen bestimmte Kriterien erfüllen. Ausbilder müssen entscheiden, welches Modell sich für ihren Theorieunterricht eignet. Diese Handreichung soll den Ausbildern eine Anleitung bieten, mit der sie die für ihren Theorieunterricht sinnvollen Modelle wählen können. Dabei wurde auf einen einfachen Aufbau und eine problemlose Durchführbarkeit, sowie eine gute Reproduzierbarkeit mit einfachen Mitteln Wert gelegt.

Weitere Ziele dieser Handreichung:

- Die Versuche so zu beschreiben, dass sie auch für „Nicht-Physiker“ oder „Nicht-Chemiker“ nachvollziehbar und verständlich sind.
- Die Versuche mit Bildmaterial zu veranschaulichen.
- Sicherheitsrelevante Punkte bei den Versuchen aufzuzeigen.
- Den Bezug zum Tauchsport zu benennen.
- Gliederung der Versuche auf den entsprechenden Themenbereich.
- Gliederung der Versuche auf die entsprechenden Ausbildungsstufen.

Es ist äußerst wichtig, den Ausbildern die Möglichkeit zu geben, Experimente im Theorieunterricht selbständig durchführen zu können oder die Schüler durchführen zu lassen. Sie stellen eine auflockernde Abwechslung zum herkömmlichen Theorieunterricht dar, sie ermöglichen den Schülern eigene Erkenntnisse zu gewinnen und diese mit den Auswirkungen beim Tauchen in Verbindung zu bringen. Die Handreichung möchte mit dieser Sammlung von einfachen Freihandversuchen den Schülern, sowie den Ausbildern, die nötige Grundlage für physikalische, chemische, biologische und physiologische Zusammenhänge geben. Dabei stellt diese Ausarbeitung keine abschließende und vollständige Sammlung dar, sondern dient viel mehr als Ideengeber, der die Angst vor praktischen Versuchen im Theorieunterricht nehmen soll.

2 Die Handreichung

2.1 Aufbau der Handreichung

Diese Handreichung enthält im ersten Teil eine Anleitung zur Nutzung der Handreichung. Im zweiten Teil gibt sie für alle aufgeführten Theorieinhalte einen tabellarischen Überblick. Zuerst sortiert nach Themenbereichen mit farblicher Unterscheidung und im Weiteren sortiert nach Ausbildungsstand. Im Hauptteil werden für die einzelnen Experimente konkrete und ausführliche Anleitungen zusammengefasst. Diese sind einheitlich im Seitenaufbau gestaltet, um ein leichtes Arbeiten mit der Handreichung zu ermöglichen. Dabei ist jedes Experiment auf genau zwei Seiten beschrieben, was in gedruckter Form einer losen Blattsammlung ähnelt und in laminierte Ausführung eigenständige Lernkarten ergibt. Abgerundet werden die Experimente durch QR-Codes, die auf einen Link zu einem Video im Internet verweisen. Damit die Ausbilder sich einen schnellen Überblick über das Experiment verschaffen können. Im Anhang finden sich noch weitere konkrete Anleitungen zur Ergänzung.

2.2 Empfehlungen zur Nutzung der Handreichung

Diese Handreichung ist ein Hilfsinstrument zur Unterstützung der Theorieausbildung. Ob und wie sie für die Gestaltung des Unterrichts wirksam wird, hängt von den Bedingungen ab, unter denen sie eingesetzt wird. Ausbilder, die mit der Handreichung arbeiten wollen, sollten sich folgenden Anforderungen bewusst sein und den notwendigen Handlungsrahmen in der Vorbereitung und Planung schaffen. Die Handreichung ist eine Sammlung von Experimenten, die gewählt werden können, aber nicht müssen. Ihr Einsatz macht nur Sinn, wenn sie in den Themenbereich passen und adressatengerecht eingesetzt werden. Dabei ermöglicht die tabellarische Übersicht einen schnellen Überblick und die einzelnen Anleitungen ausführliche Informationen über Aufbau und Durchführung, den wissenschaftlichen Hintergrund, sowie den Bezug zum Tauchsport. Aber auch der zeitliche Umfang und sicherheitsrelevante Punkte werden aufgeführt. Hat der Ausbilder seine Wahl getroffen, ist es sinnvoll und empfehlenswert die gewählten Experimente zuerst zu erproben, bevor sie dann im Theorieunterricht eingesetzt werden.

Auf der folgenden Seite ist exemplarisch der Aufbau einer Experimentanleitung dargestellt.

Auf der ersten Seite (Vorderseite)

Ist immer rechts oben der Themenbereich aufgeführt und farblich hervorgehoben.

Darunter in einem grauen Kasten befinden sich die Informationen zum Ausbildungsstand (je mehr blaue Symbole , um so geeigneter für den entsprechenden Ausbildungsstand), dem Materialbedarf, dem zeitlichen Umfang und ggf. einen Link zu einem Video als QR-Code. Im linken Bereich der Seite gibt es eine kurze Einführung und die ausführliche Anleitung zum Aufbau und zur Durchführung des Experimentes.

Auf der zweiten Seite (Rückseite)

Findet man die wissenschaftliche Erklärung und ggf. Bemerkungen.

Der Bezug zum Tauchsport findet sich immer in einem blauen Kasten und die jeweiligen Sicherheitshinweise in einem roten Kasten.

Vorderseite



Abbildung 1: Wasser gegen Luft

Wasser gegen Luft

Mit zwei großen Kolbenspritzen kann gezeigt werden, dass Flüssigkeiten, im Gegensatz zu Gasen, nahezu inkompressibel sind.

Aufbau und Durchführung

Eine der beiden Kolbenspritzen wird etwa bis zur Hälfte mit Wasser (ohne Luftblaseneinschluss) gefüllt, die zweite mit der gleichen Menge Luft. Die Öffnungen der Spritzen werden verschlossen. Versucht man nun die Stempel der verschlossenen Spritzen weiter in diese hineinzuschieben, so lässt sich die eingeschlossene Luft komprimieren (siehe Abbildung 3), während bei der zweiten Spritze das Wasser auch bei großer Krafteinwirkung keine Volumenänderung erkennen lässt (siehe Abbildung 4).

Rückseite



Abbildung 2: Kolbenspritzen gefüllt



Abbildung 3: Luft ist komprimierbar



Abbildung 4: Wasser nicht komprimierbar

So soll es aussehen:

Warum ist das so?

Auf Grund des relativ großen mittleren Teilchenabstandes bei Gasen sind die Wechselwirkungen der Gasteilchen untereinander vernachlässigbar gering. Um das Gas zu komprimieren, muss nur die Kraft aufgebracht werden, die dem Druck entspricht, der durch die thermische Bewegung der Moleküle entsteht. Nach dem Gesetz von Boyle-Mariotte (allgemeine Gasgleichung) ist das von einer abgeschlossenen Gasmenge eingenommene Volumen umgekehrt proportional zum herrschenden Druck.

Bezug zum Tauchsport

Kompressibilität von Gasen und Inkompressibilität von Flüssigkeiten.

Sicherheitshinweise

- Gefahr von Augenverletzungen beim Bruch des Verschlusses der Kolbenspritze unter Druckanwendung (wegfliegende Teile)
- Verbrennungsgefahr! Direkter Hautkontakt mit dem weichen Kunststoff vermeiden
- Besondere Vorsicht beim Umgang mit offenen Flammen

Themenbereich
 Teilchenmodell; Dichte; Druck
 Gesetz von Boyle-Mariotte

Durchführung
☐ Ausbilder
☒ Ausbilder mit Schüler
☒ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	////	////	////
Basic Diver	////	////	////
DTSA*	////	////	////
DTSA**	////	////	////
DTSA***	////	////	////

Materialbedarf

- Zwei gleiche große Kolbenspritzen (50 ml, Luer-Lock mit Verschlusskappe)

optional:

- Zwei gleich große Standard-Kolbenspritzen
- Feuerzeug
- Flachzange

Video zum Versuch:

Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit
 Vorbereitung: ca. 5 Minuten
 Durchführung: ca. 5 Minuten

Verband Deutscher Sporttaucher, 09.02.2023 | Seite [10]

Wolfgang Essich

3 Experimentierunterlagen

3.1 Tabellarisch nach Themenbereichen

Experiment	Ausbildungsstand						Themenbereich											Seite		
	KTSA Bronze	KTSA Silber	KTSA Gold	Basic	DTSA *	DTSA **	DTSA ***	Teilchenmodell und Antrieb	Dichte	Druck	Archimedes	Gesetz von Boyle-Marlotte	Gesetz von Gay-Lussac	Gesetz von Henry	Sehen unter Wasser	Hören unter Wasser	Ohr-Modell		Modell der Atmung	Barotraumen
Eine Kerze hebt Wasser an						x				x			x							48
Die implodierende Dose						x	x			x			x							50
Die tanzende Münze			x	x	x	x	x			x			x							52
Mineralwasser bläst Luftballon auf						x	x			x				x						54
Löslichkeit von Gasen in Wasser 1						x	x							x						56
Löslichkeit von Gasen in Wasser 2						x	x			x				x						58
Gasblasen im Mineralwasser						x	x							x						60
Löslichkeit von Gasen – Druckabhängig						x	x			x				x						62
Löslichkeit von Gasen – Temperaturabhängig 1						x	x							x						64
Löslichkeit von Gasen – Temperaturabhängig 2						x	x							x						66
Heilende Kräfte an einer Flasche						x				x				x						68
Der geknickte Stab		x	x	x											x					70
Der krumme Lichtstrahl		x	x	x	x										x					72
Eine Münze erscheint		x	x	x	x										x					74
Eine Münze verschwindet		x	x	x	x										x					76
Richtungshören		x	x	x	x	x										x	x			78
Modell zum Druckausgleich	x	x	x	x	x												x		x	80
Lungenfunktionsmodell					x	x												x	x	82
Bestimmung der Vitalkapazität						x												x		84
Bestimmung des Atemzugvolumens						x													x	86

Experiment	Ausbildungsstand						Themenbereich											Seite		
	KTSA Bronze	KTSA Silber	KTSA Gold	Basic	DTSA *	DTSA **	DTSA ***	Teilchenmodell und Auftrieb	Dichte	Druck	Archimedes	Gesetz von Boyle-Marotte	Gesetz von Gay-Lussac	Gesetz von Henry	Sehen unter Wasser	Hören unter Wasser	Ohr-Modell		Modell der Atmung	Barotraumen
Das Teilchenmodell			x	x	x			x												8
Wasser gegen Luft	x	x	x	x	x			x	x	x		x								10
Das Auftriebsmodell	x	x	x	x	x			y	x											12
Sinken, schweben, schwimmen	x	x	x	x				x	x		x									14
Das umgedrehte Wasserglas	x		x	x	x					x										16
Die Magdeburger Halbkugel			x	x	x					x										18
Papierblatt gegen Tennisball	x	x	x	x	x					x										20
Der hydrostatische Druck	x	x	x	x	x					x										22
Wo steigen Luftblasen auf?	x	x	x	x	x				x	x										24
Ein einfaches Manometer				x	x					x										26
Die tauchende Milchdose	x	x	x	x	x					x										28
Tetra Pak als Luftpumpe			x	x						x		x								30
Kann Knetmasse schwimmen?	x	x	x	x				y	x		y									32
Der kartesische Taucher	x	x	x	x	x				x		x	x								34
Der schwebende Trinkhalm			x	x					x		y									36
Ein Mini-Schokokuss wird groß	x	x	x	x	x					x		x								38
Die Taucherglocke	x	x	x	x	x					x		x								40
Der Luftballon in der Flasche			x	x	x					x		x								42
Der schüchterne Luftballon							x						x							44
Der neugierige Luftballon							x													46

3.2 Tabellarisch nach Ausbildungsstand

Experiment	Ausbildungsstand							Themenbereich											Seite
	KTSA Bronze	KTSA Silber	KTSA Gold	Basic	DTSA *	DTSA **	DTSA ***	Teilchenmodell und Auftrieb	Dichte	Druck	Archimedes	Gesetz von Boyle-Marotte	Gesetz von Gay-Lussac	Gesetz von Henry	Sehen unter Wasser	Hören unter Wasser	Ohr-Modell	Modell der Atmung	Barotraumen
Sinken, schweben, schwimmen	x	x	x	x				x	x		x								14
Kann Knetmasse schwimmen?	x	x	x	x				x	x		x								32
Wasser gegen Luft	x	x	x	x				x	x	x		x							10
Das Auftriebsmodell	x	x	x	x				x	x										12
Das umgedrehte Wasserglas	x	x	x	x						x									16
Papierblatt gegen Tennisball	x	x	x	x						x									20
Der hydrostatische Druck	x	x	x	x						x									22
Wo steigen Luftblasen auf?	x	x	x	x					x	x									24
Die tauchende Milchdose	x	x	x	x						x									28
Der kartesische Taucher	x	x	x	x					x		x	x							34
Ein Mini-Schokokuss wird groß	x	x	x	x						x		x							38
Die Taucherglocke	x	x	x	x						x		x							40
Modell zum Druckausgleich	x	x	x	x													x	x	80
Der geknickte Stab		x	x	x											x				70
Der krumme Lichtstrahl		x	x	x											x				72
Eine Münze erscheint		x	x	x											x				74
Eine Münze verschwindet		x	x	x											x				76
Richtungshören		x	x	x												x	x		78
Tetra Pak als Luftpumpe			x	x						x		x							30
Der schwebende Trinkhalm			x	x					x		x								36

Experiment	Ausbildungsstand						Themenbereich											Seite		
	KTSA Bronze	KTSA Silber	KTSA Gold	Basic	DTSA *	DTSA **	DTSA ***	Teilchenmodell und Auftrieb	Dichte	Druck	Archimedes	Gesetz von Boyle-Marlotte	Gesetz von Gay-Lussac	Gesetz von Henry	Sehen unter Wasser	Hören unter Wasser	Ohr-Modell		Modell der Atmung	Barotraumen
Das Teilchenmodell			x	x	x			x												8
Die Magdeburger Halbkugel			x	x	x					x										18
Der Luftballon in der Flasche			x	x	x					x		x								42
Ein einfaches Manometer				x	x					x										26
Bestimmung der Vitalkapazität				x	x													x		84
Bestimmung des Atemzugvolumens				x	x													x		86
Heilende Kräfte an einer Flasche					x	x				x				x						68
Lungenfunktionsmodell					x	x												x	x	82
Die tanzende Münze					x	x	x			x			x							52
Eine Kerze hebt Wasser an						x				x		x	x							48
Der schüchterne Luftballon						x	x						x							44
Der neugierige Luftballon						x	x						x							46
Die implodierende Dose						x	x			x			x							50
Mineralwasser bläst Luftballon auf						x	x			x				x						54
Löslichkeit von Gasen in Wasser 1						x	x							x						56
Löslichkeit von Gasen in Wasser 2						x	x			x				x						58
Gasblasen im Mineralwasser						x	x							x						60
Löslichkeit von Gasen – Druckabhängig						x	x			x				x						62
Löslichkeit von Gasen – Temperaturabhängig 1						x	x							x						64
Löslichkeit von Gasen – Temperaturabhängig 2						x	x							x						66

4 Das Teilchenmodell

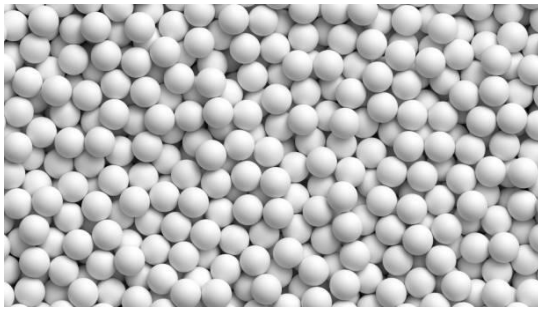


Abbildung 1: Das Teilchenmodell

Das Teilchenmodell

Mit Hilfe von Tischtennisbällen können die verschiedenen Aggregatzustände im Teilchenmodell nachhaltig demonstriert werden.

Aufbau und Durchführung

Die Tischtennisbälle werden in den Karton gelegt. Zu Beginn, in Ruhe liegen sie sehr eng bei einander. Dies ist ein Modell für den festen Zustand eines Körpers. Nun wird der Karton leicht hin und her bewegt, was die Energiezufuhr simuliert. Die Tischtennisbälle bewegen sich und sind weiter auseinander, was ein Modell für den flüssigen Zustand eines Körpers darstellt. In der letzten Stufe wird die Energiezufuhr erhöht, indem der Karton sehr stark hoch und runter bewegt wird. Die Tischtennisbälle springen wild durch den ganzen Raum, was einen gasförmigen Zustand darstellt.

Themenbereich

Teilchenmodell
Aggregatzustände

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☐ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- 30 Tischtennisbälle
- Flacher Karton

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 3 Minuten
Durchführung: ca. 2 Minuten

So soll es aussehen:

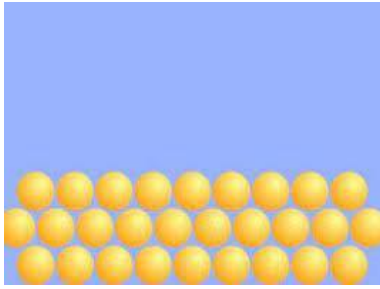


Abbildung 2: Aggregatzustand fest

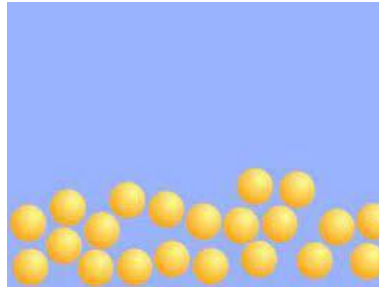


Abbildung 3: Aggregatzustand flüssig

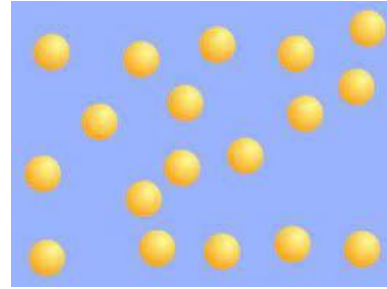


Abbildung 4: Aggregatzustand gasförmig

Warum ist das so?

Bezug zum Tauchsport

Modellvorstellung zu den Aggregatzuständen

- fest
- flüssig
- gasförmig

Bemerkung

Der letzte Abschnitt ist sehr nachhaltig und bleibt lange im Gedächtnis der Schüler, was dieses Experiment so interessant macht.

Sicherheitshinweise

Bei diesem Experiment treten bei fachgerechter Durchführung keine Gefährdungen auf.

5 Wasser gegen Luft



Abbildung 1: Wasser gegen Luft

Wasser gegen Luft

Mit zwei großen Kolbenspritzen kann gezeigt werden, dass Flüssigkeiten, im Gegensatz zu Gasen, nahezu inkompressibel sind.

Aufbau und Durchführung

Eine der beiden Kolbenspritzen wird etwa bis zur Hälfte mit Wasser (ohne Luftblaseneinschluss) gefüllt, die zweite mit der gleichen Menge Luft. Die Öffnungen der Spritzen werden verschlossen. Versucht man nun die Stempel der verschlossenen Spritzen weiter in diese hineinzuschieben, so lässt sich die eingeschlossene Luft komprimieren (siehe Abbildung 3), während bei der zweiten Spritze das Wasser auch bei großer Krafteinwirkung keine Volumenänderung erkennen lässt (siehe Abbildung 4).

Themenbereich

Teilchenmodell; Dichte; Druck
Gesetz von Boyle-Mariotte

Durchführung

- ☐ Ausbilder
- ☒ Ausbilder mit Schüler
- ☒ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Zwei gleiche große Kolbenspritzen (50 ml, Luer-Lock mit Verschlusskappe)
- optional:
 - Zwei gleich große Standard-Kolbenspritzen
 - Feuerzeug
 - Flachzange

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

- Vorbereitung: ca. 5 Minuten
- Durchführung: ca. 5 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Kolbenspritzen gefüllt



Abbildung 3: Luft ist komprimierbar



Abbildung 4: Wasser nicht komprimierbar

Warum ist das so?

Auf Grund des relativ großen mittleren Teilchenabstandes bei Gasen sind die Wechselwirkungen der Gasteilchen untereinander vernachlässigbar gering. Um das Gas zu komprimieren, muss nur die Kraft aufgebracht werden, die dem Druck entspricht, der durch die thermische Bewegung der Moleküle entsteht. Nach dem Gesetz von Boyle-Mariotte (allgemeine Gasgleichung) ist das von einer abgeschlossenen Gasmenge eingenommene Volumen umgekehrt proportional zum herrschenden Druck.

Bezug zum Tauchsport

Kompressibilität von Gasen und Inkompressibilität von Flüssigkeiten.

Bemerkung

Zum Verschließen der Kolbenspritzen gibt es drei Möglichkeiten:

1. Die Öffnung mit einem Finger fest verschließen. Hier besteht allerdings die Gefahr, dass bei nachlässiger Handhabung Wasser entweichen kann.
2. Bei Standard-Kolbenspritzen kann man den Ansatz für die Kanüle mit einem Feuerzeug erhitzen, bis der Kunststoff weich wird und ihn dann sofort mit einer Flachzange fest zusammenpressen.
3. Bei Kolbenspritzen mit „Luer-Lock“ kann eine Verschlusskappe aufgeschraubt werden.

Sicherheitshinweise

- Gefahr von Augenverletzungen beim Bruch des Verschlusses der Kolbenspritze unter Druckanwendung (wegfliegende Teile)
- Verbrennungsgefahr! Direkter Hautkontakt mit dem weichen Kunststoff vermeiden
- Besondere Vorsicht beim Umgang mit offenen Flammen

6 Das Auftriebsmodell



Abbildung 1: Das Auftriebsmodell

Das Auftriebsmodell

Mit Hilfe eines Tischtennisballs, eines Golfballs und vieler Maiskörner kann demonstriert werden, wie Auftrieb und Dichte zusammenhängen.

Aufbau und Durchführung

Die Maiskörner werden in die Schüssel gefüllt. Dabei muss die Schütthöhe größer als der Durchmesser von Golf- und Tischtennisball sein. Nun werden der Tischtennisball und der Golfball nebeneinander unter die Maiskörner gedrückt (siehe Abbildung 3). Durch leichtes hin und her bewegen der Schüssel werden die Bälle wieder aufgetrieben, der Tischtennisball vollständig und der Golfball nur maximal bis zur Hälfte seines Durchmessers (siehe Abbildung 4).

Themenbereich

Dichte; Auftrieb
Prinzip des Archimedes

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☐ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Ein Tischtennisball
- Ein Golfball
- Maiskörner
- Eine Schüssel
(z. B. 1 l Eispackung)

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 5 Minuten
Durchführung: ca. 3 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Ausgangslage



Abbildung 3: Bälle unterm Mais



Abbildung 4: Nach dem Rütteln

Warum ist das so?

Die Maiskörner simulieren hier die Wassermoleküle. Da die Maiskörner eine größere Dichte als die Bälle haben, schwimmen diese beim Bewegen der Schüssel auf. Durch den sehr großen Dichteunterschied zwischen Maiskörner und Tischtennisball, steigt dieser vollständig auf.

Bezug zum Tauchsport

Auftrieb bei unterschiedlicher Dichte. Jacket mit und ohne Luft gefüllt. Nutzung von Blei, um den Auftrieb anderer Gerätschaften auszugleichen.

Bemerkung

Sicherheitshinweise

Bei diesem Experiment treten bei fachgerechter Durchführung keine Gefährdungen auf.

7 Sinken, schweben, schwimmen?



Abbildung 1: Sinken, schweben, schwimmen

Sinken, schweben, schwimmen?

In diesem Experiment werden die Phänomene Schwimmen, Schweben und Sinken anschaulich dargestellt.

Aufbau und Durchführung

Die PET-Flasche wird mit Sand gefüllt (siehe Abbildung 2).

Die Schüssel wird etwa 3/4 voll mit Wasser gefüllt.

Die Luftballons werden mit Wasser, Luft bzw. Sand gefüllt. Alle Luftballons sollten nach der Füllung etwa gleich groß sein. Der erste Ballon wird mit Luft gefüllt, in den zweiten andersfarbigen Ballon wird Wasser gefüllt, ohne das Luftblasen eingeschlossen werden. Mit Hilfe der PET-Flasche wird der dritte, zuvor leicht aufgeblasene Ballon mit etwas Sand gefüllt (siehe Abbildung 3) und anschließend bis zur entsprechenden Größe mit Wasser aufgefüllt (auch hier sollten keine Luftblasen eingeschlossen werden). Die Enden hinter den Knoten werden abgeschnitten, damit diese nicht für unerwünschten Auftrieb sorgen.

Anschließend werden die Luftballons nach einander auf das Wasser gelegt. Der mit Sand gefüllte Ballon sinkt bis zum Boden und bleibt dort liegen. Der mit Wasser gefüllte Ballon sinkt zunächst bis zum Boden, steigt dann so weit auf, so dass er etwa in der Mitte der Schüssel im Wasser stehen bleibt und schwebt. Der mit Luft gefüllte Ballon schwimmt auf der Wasseroberfläche (siehe Abbildung 4).

Themenbereich

Prinzip des Archimedes
Dichte; Auftrieb

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☐ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Eine hohe Schüssel oder Wanne (transparent)
 - Wasser
 - Drei Luftballons oder Wasserbomben
 - PET-Flasche (0,5 l)
 - Schere
 - Sand
- optional:
- Trichter mit großer Öffnung

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 20 Minuten
Durchführung: ca. 10 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 3: Sand in Luftballon füllen



Abbildung 4: Sinken, schweben, schwimmen

Warum ist das so?

Der mit Sand gefüllte Ballon hat eine größere Dichte als Wasser. Der zweite Ballon ist mit Wasser gefüllt und hat demnach in etwa die gleiche Dichte wie Wasser, so dass er schwebt. Das Gummi bewirkt hier eine geringe Abnahme der Dichte, wodurch der Ballon etwas nach oben steigt. Die Luft im ersten Ballon hat die geringste Dichte, die deutlich kleiner als die Dichte von Wasser ist, daher schwimmt er auf dem Wasser.

Bezug zum Tauchsport

Auftrieb bei unterschiedlicher Dichte. Jacket mit und ohne Luft gefüllt. Nutzung von Blei, um den Auftrieb anderer Gerätschaften auszugleichen.

Bemerkung

Sicherheitshinweise

- Kunststoffgefäß verwenden, da keine Glasbruchgefahr
- Gefahr von Schnittverletzungen. Sorgfältiger Umgang mit den Schneidewerkzeugen

8 Das umgedrehte Wasserglas

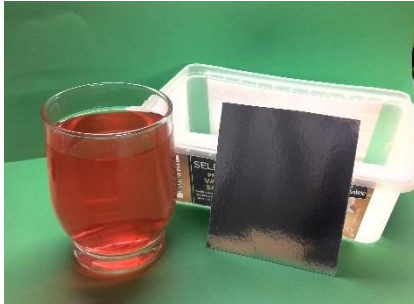


Abbildung 1: Das umgedrehte Wasserglas

Das umgedrehte Wasserglas

Die Wirkung des Luftdrucks wird mit einem gefüllten umgedrehten Trinkglas und z. B. einer Postkarte demonstriert.

Aufbau und Durchführung

Ein Trinkglas wird mit Wasser gefüllt (es kann, muss aber nicht randvoll sein). Nun wird die Öffnung mit einer Postkarte (Bierdeckel oder Luftballon) verschlossen (siehe Abbildung 2), man hält beides fest und dreht es auf den Kopf. Wenn man jetzt die Hand von der Postkarte wegnimmt, bleibt diese am Glas haften und das Wasser fließt nicht heraus (siehe Abbildung 3). Selbst wenn man es mit der Öffnung zu Seite dreht, kann kein Wasser herausfließen (siehe Abbildung 4).

Themenbereich

Druck

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☐ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Trinkglas mit Wasser
 - Postkarte oder Bierdeckel
 - Schüssel oder Wanne
- optional:
- aufgeblasener Luftballon

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

- Vorbereitung: ca. 3 Minuten
- Durchführung: ca. 5 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Öffnung verschließen



Abbildung 3: Die Karte hält



Abbildung 4: Auch seitlich

Warum ist das so?

Die Ursache für dieses verblüffende Ergebnis ist der Luftdruck.

Ist das Glas randvoll mit Wasser, so wirkt auf die Postkarte von oben die Gewichtskraft der Wassersäule im Glas und von unten der Luftdruck. Der Luftdruck von 1 bar erzeugt dabei eine Kraft, wie der hydrostatische Druck einer etwa 10 m hohen Wassersäule. Damit könnte das Trinkglas also fast 10 m hoch sein.

Ist das Glas nicht randvoll, so wirkt auf die Oberseite der Postkarte die Wassersäule und der Luftdruck im Glas. Da die Postkarte etwas Wasser aufnimmt und auch oft beim Umdrehen etwas Wasser aus dem Glas austritt, sinkt der Luftdruck im Glas unter den äußeren Luftdruck und die Postkarte wird wieder an das Glas gedrückt.

Bemerkung

Mit einem sehr hohen Glas (z. B. Weizenglas) ist der Effekt noch beeindruckender. Ebenso wenn ein Luftballon statt einer Postkarte verwendet wird.

Kunststoffgläser gehen nur dann, wenn sie sich nicht zu leicht verformen lassen.

Die Postkarte dient hier nur dazu, dass die Wasseroberfläche nicht einreißt. Bei einer sehr kleinen Öffnung (z. B. Pipette oder Spritze) ist die Oberfläche des Wassers klein genug, so dass sie nicht reißt und damit nichts herausfließen kann.

Bezug zum Tauchsport

Luftdruck, der immer auf unseren Körper und die gesamte Umgebung wirkt, somit auch auf die Wasseroberfläche eines Gewässers drückt.

Sicherheitshinweise

- Kunststoffgefäß verwenden, da keine Glasbruchgefahr

9 Die Magdeburger Halbkugel



Abbildung 1: Magdeburger Halbkugel

Die Magdeburger Halbkugel

Zwei Trinkgläser oder zwei Kunststoffbecher werden als Modell für die Magdeburger Halbkugel verwendet.

Aufbau und Durchführung

Das Zeitungspapier wird auf die Größe des Durchmessers der Trinkgläseröffnungen zugeschnitten. In der Mitte des zugeschnittenen Zeitungspapiers wird ein Loch mit einem Durchmesser von etwa 3 cm geschnitten. Nun wird das Zeitungspapier nass gemacht. Das Teelicht wird in eines der beiden Trinkgläser gestellt und mit einem langen Zündholz angezündet. Das nasse Zeitungspapier wird auf die Öffnung des Trinkglases mit dem Teelicht gelegt (siehe Abbildung 2) und das zweite Glas mit der Öffnung nach unten bündig daraufgestellt (siehe Abbildung 3). Kurz nachdem die Flamme des Teelichtes erloschen ist, haften die beiden Gläser aneinander und das untere Glas kann mit dem oberen angehoben werden, indem man nur das obere Glas anhebt (siehe Abbildung 4).

Themenbereich

Druck
Gesetz von Gay-Lussac

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☐ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Zwei gleiche Trinkgläser mit möglichst glattem Rand
- Teelicht
- Stück Zeitungspapier
- Schere
- Lange Zündhölzer
- optional:
 - Wattebausch
 - Brennspritus
 - Backblech
 (statt zweitem Trinkglas)

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 5 Minuten
Durchführung: ca. 5 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Zeitungspapierring



Abbildung 3: Geschlossen



Abbildung 4: Gläser halten

Warum ist das so?

In allen Magdeburger Halbkugeln wird ein Unterdruck erzeugt. Außen herrscht also ein größerer Luftdruck als im Innern.

Der Unterdruck zwischen den Trinkgläsern kommt wie folgt zu Stande: Durch die brennende Flamme wird die Luft in den Gläsern stark erwärmt, dehnt sich aus und entweicht aus den Gläsern. Nach dem die Flamme erloschen ist, kühlt die Luft in den Gläsern wieder ab. Nach dem Gesetz von Gay-Lussac, was besagt, dass der Druck idealer Gase bei gleichbleibendem Volumen und gleichbleibender Gasmenge proportional zur absoluten Temperatur ist, führt die Temperaturabnahme zu einer Druckabnahme (Unterdruck) in den Gläsern. Dadurch wird das Zeitungspapier zwischen den Gläsern zusammengepresst und dichtet den Spalt zwischen den Gläsern ab.

Bemerkung

Anstatt des Teelichtes kann man auch einen in Brennspritus getränkten Wattebausch verwenden. Hier ist durch die größere Hitzeentwicklung der Effekt deutlicher.

Bei der Verwendung eines Backbleches statt dem zweiten Trinkglas, ist der Überraschungseffekt noch größer. Hier kann das gesamte Blech mitangehoben werden. Das nasse Zeitungspapier wird auf das Backblech gelegt, darauf das brennende Teelicht. Nun wird das Glas, mit der Öffnung nach unten, über das Teelicht fest auf das Zeitungspapier gepresst, bis die Flamme erlischt. Beim Anheben des Glases bleibt das Backblech am Glas haften.

Bezug zum Tauchsport

Luftdruck, der immer auf unseren Körper und die gesamte Umgebung wirkt, somit auch auf die Wasseroberfläche eines Gewässers drückt. Zusammenhang von Druck und Temperatur nach dem Gesetz von Gay-Lussac.

Sicherheitshinweise

- Kunststoffgefäß verwenden, da keine Glasbruchgefahr
- Gefahr von Schnittverletzungen. Sorgfältiger Umgang mit den Schneidewerkzeugen
- Verbrennungsgefahr!
Keine zu tiefen Gefäße verwenden, da die Verbrennungsgefahr beim Anzünden der Kerzenflamme erhöht ist
- Besondere Vorsicht beim Umgang mit offenen Flammen

10 Papierblatt gegen Tennisball

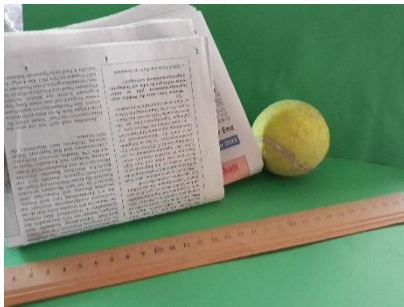


Abbildung 1: Papierblatt gegen Tennisball

Papierblatt gegen Tennisball

Ein Tennisball wird auf eine Holzleiste fallen gelassen, die unter einer Zeitungspapierseite überstehend an einer Tischkante liegt und springt wieder ab.

Aufbau und Durchführung

Die Holzleiste legt man so auf den Tisch, dass etwa ein Viertel ihrer Länge über die Tischplatte hinausragt. Über den Teil der Leiste, der auf dem Tisch liegt, wird eine Seite Zeitungspapier ausgebreitet und glattgestrichen gelegt. Die Leiste sollte möglichst in der Mitte des Zeitungspapiers liegen (siehe Abbildung 2). Nun lässt man den Tennisball aus ca. 1 m Höhe auf die Holzleiste fallen. Er springt wieder ab.

Themenbereich

Druck

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☒ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Tennisball
 - Holzleiste
(z. B. 30 cm x 2 cm x 0,4 cm)
 - Stück Zeitungspapier
 - Tisch
- optional:
- 30 cm Holzlineal

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 2 Minuten
Durchführung: ca. 5 Minuten

So soll es aussehen:

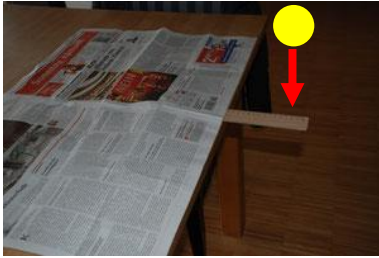


Abbildung 2: Papierblatt gegen Tennisball



Abbildung 3: Das Papier ist stärker

Warum ist das so?

Prallt der Tennisball auf das überstehende Ende der Holzleiste, so wird die Zeitung nach oben gedrückt. Da am Rand der Zeitung die Luft nicht schnell genug unter die Zeitung strömen kann, entsteht unter der Zeitung ein Unterdruck. Bei einer Zeitungsfläche von etwa $0,5 \text{ m}^2$ ergibt dies maximal eine Kraft von 50 kN mit der der Luftdruck auf die Zeitung von oben wirken kann. Mit dem Tennisball erreicht man ca. 10 N .

Bezug zum Tauchsport

Luftdruck, der immer auf unseren Körper und die gesamte Umgebung wirkt, somit auch auf die Wasseroberfläche eines Gewässers drückt.

Bemerkung

Die Kraft von 50 kN entspricht einer Gewichtskraft die von einer Masse mit 5 t erzeugt wird.

Sicherheitshinweise

- Gefahr durch wegfliegende Teile
- Versuchsaufbau sorgfältig kontrollieren und durchführen
- Versuchsaufbau in Kopfhöhe der Schüler vermeiden
- Sicherheitsabstand einhalten (Flugbahn grob abschätzen)

11 Hydrostatischer Druck



Abbildung 1: Hydrostatischer Druck

Hydrostatischer Druck

Die Zunahme des hydrostatischen Drucks mit der Tiefe wird anhand der Zunahme der Öffnung der Parabeln, die vom ausströmenden Wasserstrahlen gebildet werden, beobachtet.

Aufbau und Durchführung

Der obere Teil der 1,5 l PET-Flasche wird optional mit dem Messer unterhalb der Einschnürung abgeschnitten. Dadurch entsteht ein zylindrisches Gefäß. In dieses werden in gerader Linie untereinander auf verschiedenen Höhen mindestens drei Löcher gebohrt (siehe Abbildung 2). Wobei eines genau auf halber Höhe des später vorgesehenen maximalen Wasserstandes im Zylinder angebracht wird und zwei weitere zu diesem „Mittelloch“ symmetrisch oberhalb und unterhalb angeordnet sein sollen (das ergibt bessere Ergebnisse). Nun werden die Löcher mit einem Klebestreifen von oben nach unten verklebt und der Zylinder an die Tischkante gestellt, so dass das austretende Wasser in die Wanne fließen kann (siehe Abbildung 3). Der Zylinder wird mit Wasser gefüllt. Entfernt man den Klebestreifen schnell, so strömt Wasser in parabelförmigen Bögen aus den verschiedenen Löchern, wobei der Parabelbogen immer größer ist, je tiefer das Loch liegt (siehe Abbildung 4). Mit sinkendem Wasserstand nimmt die Öffnung der Parabel (Austrittsweite) immer weiter ab.

Themenbereich

Druck

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☐ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Eine 1,5 l PET-Flasche
- Klebeband
- Eine große Schüssel oder Wanne
- Tisch
- Messer
- Bohrer
(Durchmesser ca. 4 mm)

optional:

- Nagel
- Bunsenbrenner oder
Flambier-Brenner

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 20 Minuten
Durchführung: ca. 5 Minuten

So soll es aussehen:

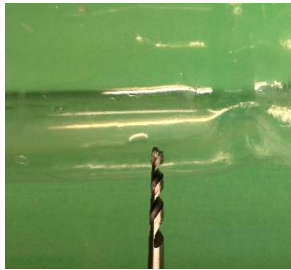


Abbildung 2: Löcher bohren



Abbildung 3: Erhöhte Position

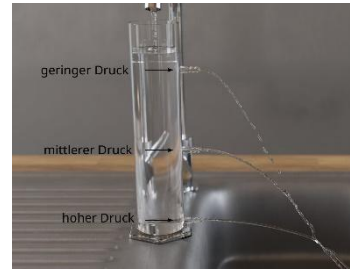


Abbildung 4: Wasser kann nachfließen

Warum ist das so?

Durch die Zunahme des hydrostatischen Drucks im Zylinder von oben nach unten (bei konstanter Dichte) erhöht sich die Austrittsgeschwindigkeit des Wassers und damit die Austrittsweite des Wasserstrahls.

Bei sinkendem Wasserstand reduziert sich auch der hydrostatische Druck am jeweiligen Loch, somit nimmt die Austrittsweite im gleichen Maße ab.

Bezug zum Tauchsport

Luftdruck, der immer auf unseren Körper und die gesamte Umgebung wirkt, somit auch auf die Wasseroberfläche eines Gewässers drückt. Zunahme des hydrostatischen Drucks (Schweredruck von Wasser) mit der Eintauchtiefe.

Bemerkung

Alternativ können die Löcher auch mit einem in der Flamme eines Bunsenbrenners oder Flambier-Brenners erhitzten Nagel eingeschmolzen werden.

Man muss den oberen Teil der PET-Flasche nicht unbedingt abschneiden. Möchte man aber Wasser nachfüllen, ist es so wesentlich einfacher.

Der Zylinder sollte nicht direkt in die Wanne gestellt werden, da es sonst zu einem scheinbaren Paradoxon kommt, welches in der mathematischen Eigenschaft von Parabeln seine Begründung findet. Steht der Zylinder so auf der Unterlage, dass die austretenden Wasserstrahlen auf der Höhe des Zylinderbodens auf die Unterlage treffen, so wird man feststellen, dass nicht der unterste Wasserstrahl am weitesten kommt, sondern der Strahl aus dem „Mittelloch“. Dies hängt damit zusammen, dass die oberen Wasserstrahlen eine längere Fallzeit haben und damit eine größere horizontale Strecke zurücklegen können als die unteren Wasserstrahlen. Dies kann durch die Erhöhung des Zylinders ausgeglichen werden.

Sicherheitshinweise

- Gefahr von Schnittverletzungen. Sorgfältiger Umgang mit den Schneidewerkzeugen
- Verbrennungsgefahr! Besondere Vorsicht beim Umgang mit offenen Flammen

12 Wo steigen Luftblasen auf?



Abbildung 1: Wo steigen Luftblasen auf?

Wo steigen Luftblasen auf?

Bläst man gleichzeitig mit zwei Trinkhalmen Luft durch zwei Flüssigkeitssäulen, so lässt sich die Abhängigkeit des hydrostatischen Drucks von der Höhe der Flüssigkeitssäule und der Dichte der verwendeten Flüssigkeit nachweisen.

Aufbau und Durchführung

Die beiden Trinkgläser werden zu etwa einem Drittel und zwei Drittel mit Wasser gefüllt. Nun wird in jedes Glas ein Trinkhalm schräg hineingestellt, so dass sein Ende den Boden berührt (siehe Abbildung 2). Mit dem Mund wird nun gleichzeitig Luft durch die beiden oberen Enden der Trinkhalme gepresst. Dabei steigert man den Druck so lange bis in einem der Gläser Luftblasen aufsteigen. Dies wird immer beim weniger gefüllten Trinkglas der Fall sein (siehe Abbildung 3). Füllt man nun beide Trinkgläser gleichvoll auf, so treten immer in beiden Gläsern die Luftblasen auf. Werden beide Trinkhalme in unterschiedlicher Höhe in ein Trinkglas gehalten, so treten die Blasen aus dem Trinkhalm heraus, der höher endet (siehe Abbildung 4).

Themenbereich

Druck
Dichte

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☒ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Zwei gleiche Trinkgläser
- Zwei gleiche Trinkhalme
- Wasser
- optional:
 - Gesättigte Kochsalzlösung (Konzentration: ca. 0,35 g/ml)
 - Starke Zuckerlösung (Konzentration: ca. 0,5 g/ml)

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 5 Minuten
Durchführung: ca. 5 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Ausgangsposition



Abbildung 3: Luftblasen steigen auf



Abbildung 4: Blasen aus höherem Halm

Warum ist das so?

Der Druck in den Trinkhalmen breitet sich gleichmäßig aus, so dass in den luftgefüllten Bereichen der Trinkhalme immer der gleiche Druck herrscht. Steigert man diesen, so übersteigt er zuerst im weniger gefüllten Glas den hydrostatischen Gesamtdruck, der am Ende beider Trinkhalme herrscht und Luft strömt aus, da hier der hydrostatische Druck geringer ist.

Die Variante mit verschiedenen dichten Flüssigkeiten erklärt sich durch die Zunahme des Gesamtdrucks auf Grund des höheren hydrostatischen Drucks in der Flüssigkeit mit der größeren Dichte.

Bezug zum Tauchsport

Luftdruck, der immer auf unseren Körper und die gesamte Umgebung wirkt, somit auch auf die Wasseroberfläche eines Gewässers drückt. Zunahme des hydrostatischen Drucks (Schweredruck von Wasser) mit der Eintauchtiefe. Unterschied zwischen Salz- und Süßwasser bzgl. der Dichte.

Bemerkung

Besonders schön ist das Experiment, wenn man ohne zu stoppen kontinuierlich bläst und währenddessen in das weniger gefüllte Trinkglas langsam Wasser gießt.

Eine Variante des Experimentes besteht darin, die beiden Trinkgläser gleich hoch, aber mit Flüssigkeiten unterschiedlicher Dichte zu füllen. Hier steigen die Blasen stets in der Flüssigkeit mit geringerer Dichte auf.

Sicherheitshinweise

- Kunststoffgefäß verwenden, da keine Glasbruchgefahr

13 Ein einfaches Manometer



Abbildung 1: Ein einfaches Manometer

Ein einfaches Manometer

Mit einem einfachen Manometer lässt sich zeigen, dass der hydrostatische Druck mit der Tiefe zunimmt.

Aufbau und Durchführung

In den Boden der Röhrendose wird ein Loch gebohrt, so dass der Trinkhalm gerade hindurchpasst. Man steckt den Trinkhalm ca. 1 cm weit in das Loch hinein und dichtet in mit Knetmasse um das Loch ab (siehe Abbildung 2). Dann spannt man die Gummimembran des Luftballons über die Öffnung der Röhrendose, die man evtl. mit einem Gummiband oder Faden noch fixiert. Die Dose hält man mit der Gummimembran nach unten und füllt mit Hilfe der Einwegspritze Wasser durch den Trinkhalm in die Dose, bis ein Viertel des Trinkhalms gefüllt ist. Drückt man mit einem Finger leicht gegen die Gummimembran, so steigt der Wasserstand im Trinkhalm. Hält man nun die Dose in ein größeres Gefäß voll Wasser (siehe Abbildung 3), so steigt der Wasserstand im Trinkhalm, je tiefer man die Dose eintaucht (siehe Abbildung 4).

Themenbereich

Druck

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☐ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Ein transparenter Trinkhalm
- Eine Röhrendose von Brausetabletten oder Fotodose
- Luftballon oder Wasserbombenballon
- Knetmasse
- Bohrer (Durchmesser nahe am Trinkhalm Durchmesser)
- Schüssel oder Wanne
- Einwegspritze

optional:

- Ein Trinkglas
- Tinte
- Trichter oder nur ein Luftballon
- Schlauch, transparent (Länge: 10 cm, Innendurchmesser passend zu Trichterauslauf)

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 15 Minuten

Durchführung: ca. 5 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Knetmasse zum abdichten



Abbildung 3: Eintauchen



Abbildung 4: Steigende Wassersäule

Warum ist das so?

Beim Manometer ergibt sich die Höhe des Wasserstandes im Trinkhalm durch die unterschiedlichen Drücke auf beiden Seiten der Gummimembran. Hält man das Dosenmanometer in der Luft, so wirkt von außen der atmosphärische Luftdruck und von innen ein Druck, der sich aus der Höhe des Wasserstandes im Trinkhalm ergibt. Dadurch wölbt sich die Luftballonmembran nach außen. Taucht man die Dose in das Wasser, so steigt der Druck, der von außen wirkt mit der Eintauchtiefe. Es wirkt nun zum Luftdruck auch noch der Druck der entsprechenden Wassersäule auf die Gummimembran, diese ist dadurch weniger stark nach außen gewölbt und der Wasserstand im Trinkhalm steigt.

Bezug zum Tauchsport

Luftdruck, der immer auf unseren Körper und die gesamte Umgebung wirkt, somit auch auf die Wasseroberfläche eines Gewässers drückt. Zunahme des hydrostatischen Drucks (Schweredruck von Wasser) mit der Eintauchtiefe.

Bemerkung

Um den Wasserstand im Trinkhalm besser beobachten zu können, kann man das Wasser in der Dose mit Tinte einfärben.

Alternativ zur Dose kann auch ein Trichter, über den der Luftballon gezogen wird, oder nur ein Luftballon verwendet werden. Dann muss aber der Trinkhalm durch einen transparenten Schlauch ersetzt werden.



Abbildung 5: Aufbau mit Schlauch

Sicherheitshinweise

- Kunststoffgefäß verwenden, da keine Glasbruchgefahr
- Gefahr von Schnittverletzungen. Sorgfältiger Umgang mit den Bohr- und Schneidewerkzeugen
- Nach Möglichkeit „Kinderspielknete“ verwenden, da unbedenklich
- Knete von Nahrungsmitteln und Getränken fernhalten
- Mit Knete verschmutzte Gegenstände, Kleider und Körperteile reinigen

14 Die tauchende Milchkdose



Abbildung 1: Die tauchende Milchkdose

Die tauchende Milchkdose

Mit einer Milchkdose kann qualitativ die Zunahme des hydrostatischen Drucks mit der Tiefe gezeigt werden.

Aufbau und Durchführung

In der leeren Milchkdose müssen sich in der gleichen Deckelfläche zwei Löcher befinden, die sich genau gegenüberliegen. Die Wanne (mindestens doppelt so hoch wie die Dose) wird soweit mit Wasser gefüllt, dass die Dose komplett untergetaucht werden kann. Dann wird die Dose in folgender Reihenfolge unter Wasser getaucht:

- senkrecht mit den Löchern oben (siehe Abbildung 2)
- senkrecht mit den Löchern unten (siehe Abbildung 3)
- waagrecht mit den Löchern auf gleicher Tiefe (Abbildung 4)

Es passiert jeweils nichts. Dreht man die Dose in der waagerechten Position so, dass die Löcher sich in unterschiedlichen Tiefen befinden, so steigen Luftblasen aus dem höher gelegenen Loch (siehe Abbildung 5).

Themenbereich

Hydrostatischer Druck

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☐ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Eine große Wanne oder Schüssel (idealerweise transparent)
- Leere Milchkdose
- Nagel
- Hammer
- optional:
 - Leeres Marmeladenglas

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 5 Minuten

Durchführung: ca. 5 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Löcher oben



Abbildung 3: Löcher unten



Abbildung 4: Löcher auf gleicher Tiefe



Abbildung 5: Löcher unterschiedliche Tiefe

Warum ist das so?

Damit Wasser in die Dose eindringen kann, muss die Luft aus der Dose entweichen können. Dabei muss die ausströmende Luft den hydrostatischen Druck, der in der Tiefe herrscht, in der sich das Loch befindet, überwinden. Der hydrostatische Druck nimmt mit der Tiefe zu. In gleicher Tiefe herrscht der gleiche Druck in alle Richtungen. Solange die Löcher also in der gleichen Tiefe liegen, kann keine Luft entweichen, da ein Kräftegleichgewicht vorliegt.

Liegen sie in unterschiedlichen Tiefen, so ist der hydrostatische Druck auf das untere Loch größer als auf das obere. Deshalb steigt die Luft nur aus dem höhergelegenen Loch und in das untere Loch dringt Wasser ein.

Bezug zum Tauchsport

Luftdruck, der immer auf unseren Körper und die gesamte Umgebung wirkt, somit auch auf die Wasseroberfläche eines Gewässers drückt. Zunahme des hydrostatischen Drucks (Schweredruck von Wasser) mit der Eintauchtiefe.

Bemerkung

Man kann auch ein Marmeladenglas verwenden, in dessen Deckel zwei Löcher gemacht werden. Vorteil hierbei ist, dass man das Eindringen des Wassers hier gut sehen kann und das eingedrungene Wasser später leichter wieder entfernt werden kann.

Alternative:

Wenn man das halbvoll mit Wasser gefüllte Glas schnell auf den Kopf dreht, fließt kein Wasser heraus (vgl. „Das umgedrehte Wasserglas“). Dreht man es aber nur halb um und sind die Löcher dabei senkrecht übereinander, so ist ein deutlicher Wasseraustritt zu beobachten.

Sicherheitshinweise

- Kunststoffgefäß verwenden, da keine Glasbruchgefahr
- Gefahr von Schnittverletzungen. Sorgfältiger Umgang mit den Werkzeugen

15 Tetra Pak als Luftpumpe



Abbildung 1: Tetra Pak als Luftpumpe

Tetra Pak als Luftpumpe

In diesem Experiment wird gezeigt, dass eine Volumenverkleinerung eine Druckerhöhung bewirkt.

Aufbau und Durchführung

Der Luftballon wird über die offene Schrauböffnung gestülpt (siehe Abbildung 2). Nun wird die Getränkepackung von unten nach oben zusammengedrückt (bzw. gerollt) und der Luftballon wird dabei aufgeblasen (siehe Abbildung 3).

Themenbereich

Druck
Gesetz von Boyle-Mariotte

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☒ Ausbilder mit Schüler
- ☒ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Eine leere Tetra Pak Getränkepackung
- Ein Luftballon (zuvor schon mehrmals aufgeblasen)

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 2 Minuten
Durchführung: ca. 2 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Ballon über Verschluss



Abbildung 3: Ballon wird aufgeblasen

Warum ist das so?

Durch das Aufrollen der Getränkepackung wird das Volumen im Innern verkleinert. Da die Gasmenge konstant bleibt erhöht sich der Druck. Ist der Druck groß genug, um die Gummihaut des Luftballons zu dehnen, wird die Luft aus der Getränkepackung in den Luftballon strömen und diesen aufblasen.

Auf Grund des relativ großen mittleren Teilchenabstandes bei Gasen sind die Wechselwirkungen der Gasteilchen untereinander vernachlässigbar gering. Um das Gas zu komprimieren, muss nur die Kraft aufgebracht werden, die dem Druck entspricht, der durch die thermische Bewegung der Moleküle entsteht. Nach dem Gesetz von Boyle-Mariotte (allgemeine Gasgleichung) ist das von einer abgeschlossenen Gasmenge eingenommene Volumen umgekehrt proportional zum herrschenden Druck.

Bemerkung

Der Tetra Pak kann auch als Modell unserer Lunge aufgefasst werden, die durch den hydrostatischen Druck von außen eine Volumenverkleinerung erfährt und damit zu einer Druckzunahme der eingeschlossenen Gasmenge führt (bei konstanter Temperatur).

Bezug zum Tauchsport

Zunahme des hydrostatischen Drucks (Schweredruck von Wasser) mit der Eintauchtiefe. Damit verbunden das Gesetz von Boyle-Mariotte.

Sicherheitshinweise

Bei diesem Experiment treten bei fachgerechter Durchführung keine Gefährdungen auf.

16 Kann Knetmasse schwimmen?



Abbildung 1: Kann Knetmasse schwimmen?

Kann Knetmasse schwimmen?

Mit Hilfe von Knetmasse, die nur dann schwimmt, wenn man sie zu einem Schiffchen formt, wird gezeigt, dass der Auftrieb eines Körpers mit dem Volumen der von ihm verdrängten Flüssigkeit zusammenhängt.

Aufbau und Durchführung

Die Knetmasse wird in Form eines Klumpens in ein mit Wasser gefülltes Gefäß gegeben. Der Klumpen geht unter und der Wasserspiegel steigt (siehe Abbildung 2).

Im Anschluss wird der Klumpen zu einem Schiffchen geformt. Gibt man diesen Körper in das Wasser, so schwimmt die Knetmasse (siehe Abbildung 3 und 4). Der Wasserstand ist nun höher als bei der Form des Klumpens.

Man kann im Vorfeld die Knetmasse abwägen und ihre Masse bestimmen. Beim Durchführen der Versuche kann dann die verdrängte Menge an Wasser ermittelt werden, indem man den Wasserstand ohne Knetmasse am Gefäß markiert und mit Knetmassenkörper markiert. Im Anschluss entnimmt man die Knetmasse aus dem Gefäß, stellt dieses auf die Küchenwaage, kalibriert diese und kann nun das Gefäß bis zur zweiten Markierung mit Wasser auffüllen und so die Menge der verdrängten Flüssigkeit bestimmen.

Themenbereich

Prinzip des Archimedes
Dichte; Auftrieb

Durchführung

- ☐ Ausbilder
- ☒ Ausbilder mit Schüler
- ☒ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Knetmasse (wasserfest)
- Gefäß mit Wasser
- optional:
 - Küchenwaage
 - Folienstift (wasserlöslich)

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 5 Minuten
Durchführung: ca. 10 Minuten

So soll es aussehen:

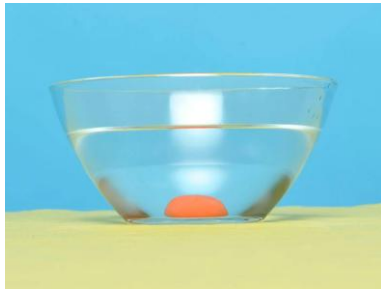


Abbildung 2: Knetklumpen



Abbildung 3: Knetschiffchen

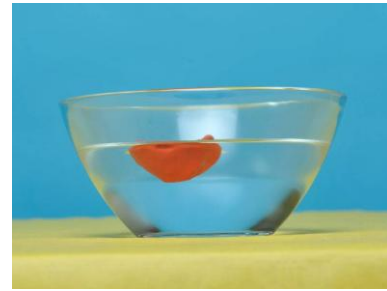


Abbildung 4: Knete schwimmt

Warum ist das so?

Ist ein Körper von Wasser umgeben, so ist sein Auftrieb gleich der Gewichtskraft des von ihm verdrängten Wassers.

Wasser hat eine geringere Dichte als Knetmasse. Wird die Knetmasse als Klumpen ins Wasser gegeben, so ist das Volumen der Knetmasse gleichgroß dem Volumen das von ihm verdrängten Wassers. Die Masse der Knetmasse ist aber deutlich größer, als die Masse des von ihm verdrängten Wassers. Damit ist die erzeugte Auftriebskraft durch das Wasser kleiner als die Gewichtskraft die durch die Knetmasse erzeugt wird. Der Knetklumpen sinkt.

Das Knetschiffchen taucht nur so weit ins Wasser ein, bis sich die Auftriebskraft durch das verdrängte Wasser und seine eigene Gewichtskraft ausgleichen. Hier haben wir auch noch die Luft im Schiffchen, die zusätzlich auf das Wasser drückt. Dadurch haben wir ein vergrößertes Volumen und die mittlere Dichte des Körpers wird kleiner. Das Schiffchen schwimmt.

Bemerkung

Da Luft im Schiffchen nicht immer die Vorstellung der physikalischen Bedingungen fördert, da Luft im Alltag nicht wahrgenommen wird, ist die Erklärung mit einem Holzstück im Boot oft einleuchtender für die Schüler. Bei Holz, das eine geringere Dichte als Wasser aufweist, ist es egal, ob das Holz im Knetschiffchen oder auf dem Wasser schwimmt (wie bei Luft). Es wird in beiden Fällen gleich viel Wasser verdrängt. Anders bei einem Metallstück. Liegt dieses im Schiff, so wird mehr Wasser verdrängt und der Wasserstand ist höher, als wenn es mit im Wasser liegen würde.

Bezug zum Tauchsport

Beeinflussung der Dichte und des Volumens durch Feintarierung mit der Lunge und Grobtarierung mit dem Jacket oder Wing.

Sicherheitshinweise

- Kunststoffgefäß verwenden, da keine Glasbruchgefahr
- Nach Möglichkeit „Kinderspielknete“ verwenden, da unbedenklich
- Knete von Nahrungsmitteln und Getränken fernhalten
- Mit Knete verunreinigte Gegenstände, Kleider und Körperteile reinigen

17 Der kartesische Taucher



Abbildung 1: Der kartesische Taucher

Der kartesische Taucher

Backaromafläschchen werden als kartesische Taucher verwendet um das Prinzip des Archimedes erfahrbar zu machen.

Aufbau und Durchführung

In die ganz mit Wasser gefüllte PET-Flasche gibt man das offene Backaromafläschchen mit der Öffnung nach unten und verschließt die Flasche ohne Lufteinschluss. Übt man nun Druck auf die flexible Flaschenwand mit der Hand aus, so wird das Backaromafläschchen je nach Druck steigen, sinken oder schweben (siehe Abbildung 2 und 3).

Themenbereich

Prinzip des Archimedes; Dichte;
Gesetz von Boyle-Mariotte

Durchführung

- ☐ Ausbilder
- ☒ Ausbilder mit Schüler
- ☒ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Eine 0,5 l PET-Flasche
- Backaromafläschchen
- Wasser
- optional:
- Ein Trinkhalm
(Länge ca. 8 cm)
- Büroklammer
- Wasserbombenballon
(leicht aufgeblasen)
- Mutter (M5)

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 3 Minuten
Durchführung: ca. 3 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Aromafläschchen

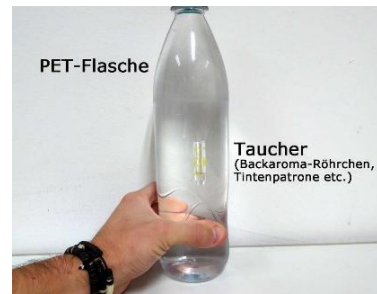


Abbildung 3: Taucher in der Flasche

Warum ist das so?

Ob ein Körper in einer Flüssigkeit zu Boden sinkt, schwebt oder nach oben steigt, hängt von der resultierenden Kraft aus Auftriebs- und Gewichtskraft ab, die auf einen Körper wirkt.

Beim Backaromafläschchen verringert (vergrößert) sich der Auftrieb dadurch, dass sich bei Zunahme (Abnahme) des Druckes das Volumen der eingeschlossenen Luft und damit das Volumen der verdrängten Flüssigkeit verringert (vergrößert). Die mittlere Dichte des Körpers nimmt zu (ab), das Volumen des Körpers bleibt gleich.

Beim Wasserbombenballon verringert (vergrößert) sich der Auftrieb nach den gleichen physikalischen Gesetzen. Hier ist aber deutlich eine Änderung des Volumens zu erkennen. Der Ballon wird kleiner (größer), bei Zunahme (Abnahme) des Druckes. Damit verringert (vergrößert) sich das Volumen der verdrängten Flüssigkeit.

Bemerkung

Mit dem Backaromafläschchen, lässt sich das Prinzip durch Dichteänderung erklären, wie bei einem U-Boot. Der Wasserbombenballon nutzt aber die Volumenänderung, wie beim Jacket oder der Lungenatmung.

Ein transparenter Trinkhalm aus Kunststoff ist von Vorteil, aber nicht zwingend notwendig. (Diese sind heute auch kaum noch zu finden! – Alternative: Trinkhalme aus PLA; Polylactide) Hier kann die Änderung des Wassertandes im Inneren, wie beim Backaromafläschchen, gut beobachtet werden.

Bezug zum Tauchsport

Beeinflussung der Dichte und des Volumens durch Feintarierung mit der Lunge und Grobtarierung mit dem Jacket oder Wing.

Sicherheitshinweise

Bei diesem Experiment treten bei fachgerechter Durchführung keine Gefährdungen auf.

18 Der schwebende Trinkhalm



Abbildung 1: Der schwebende Trinkhalm

Der schwebende Trinkhalm

In diesem Experiment werden die Phänomene Schwimmen, Schweben, Sinken mit Hilfe eines Trinkhalms dargestellt.

Aufbau und Durchführung

Das Trinkglas wird ca. zu 3/4 mit Wasser gefüllt. Zwei der Trinkhalme werden an einem Ende mit etwas Knete verschlossen. Nun werden die drei Trinkhalme in das Trinkglas gestellt, einmal ist das mit Knete verschlossene Ende oben (siehe Abbildung 2) und einmal unten (siehe Abbildung 3). Der Trinkhalm mit der Knete im unteren Bereich schwimmt weiter oben auf im Vergleich zum Trinkhalm mit der Knete im oberen Bereich. Der auf beiden Seiten offene Trinkhalm sinkt bis zum Boden des Trinkglases (siehe Abbildung 4).

Themenbereich

Prinzip des Archimedes
Dichte

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☐ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Ein hohes Trinkglas
- Drei Trinkhalme (transparent)
- Knetmasse
- Wasser

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 5 Minuten
Durchführung: ca. 5 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Knete oben



Abbildung 3: Knete unten



Abbildung 4: Ohne Knete

Warum ist das so?

Der Trinkhalm, der nicht mit Knete verschlossen wurde, füllt sich mit Wasser und verdrängt die Luft. Er hat somit eine größere Masse bei gleichem Volumen, also eine höhere Dichte. Der Trinkhalm sinkt bis auf den Boden des Glases. Der am oberen Ende mit Knete verschlossene Trinkhalm ist nur zum Teil mit Wasser gefüllt, da die eingeschlossene Luft nicht entweichen kann. Daher hat er eine geringere Masse bei gleichem Volumen und durch die eingeschlossene Luft eine etwas geringere Dichte als Wasser. Der Trinkhalm schwimmt also im Wasser. Der am unteren Ende mit Knete verschlossene Trinkhalm ist nur mit Luft gefüllt. Daher hat er die geringste Masse bei gleichem Volumen und eine wesentlich geringere Dichte als Wasser. Der Trinkhalm schwimmt also am höchsten im Wasser.

Bezug zum Tauchsport

Auftrieb bei unterschiedlicher Dichte. Jacket mit und ohne Luft gefüllt.

Bemerkung

Sicherheitshinweise

Bei diesem Experiment treten bei fachgerechter Durchführung keine Gefährdungen auf.

19 Ein Mini-Schokokuss wird groß



Abbildung 1: Ein Mini-Schokokuss wird groß

Ein Mini-Schokokuss wird groß

Die in einem Mini-Schokokuss eingeschlossene Luft dehnt sich bei Abnahme des äußeren Drucks aus.

Aufbau und Durchführung

Der Stempel wird aus der Kolbenspritze entfernt und der Mini-Schokokuss hineingelegt. Dann wird der Stempel wieder in die Spritze eingeführt und bis kurz über den Mini-Schokokuss eingeschoben (siehe Abbildung 2). Die Spitze der Kolbenspritze wird verschlossen. Nun wird der Stempel wieder mit Kraft zurückgezogen und mit dem Nagel in einer zuvor bestimmten Position fixiert. Der Mini-Schokokuss bläht sich auf, bis seine Schokohülle platzt (siehe Abbildung 3).

Themenbereich

Gesetz von Boyle-Mariotte
Druck

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☐ Ausbilder mit Schüler
- ☒ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Große Kolbenspritze (100 ml, Luer-Lock mit Verschlusskappe)
- Mini-Schokokuss
- Nagel
- optional:
- Große Standard-Kolbenspritze
- Wasserbombenballon
- Kleines Marmeladenglas
- Ein Dreiwegehahn für Luer-Lock

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 5 Minuten
Durchführung: ca. 5 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Schokokuss in der Spritze



Abbildung 3: Unterdruck wird erzeugt



Abbildung 4: Schokokuss im Glas



Abbildung 5: Starker Unterdruck ist möglich

Warum ist das so?

Durch das Zurückziehen des Stempels wird das Volumen vergrößert und es entsteht in der Kolbenspritze ein Unterdruck. Das Gesetz von Boyle-Mariotte sagt aus, dass der Druck idealer Gase bei gleichbleibender Temperatur und gleichbleibender Gasmenge umgekehrt proportional zum Volumen ist. Erhöht man das Volumen bei gleicher Gasmenge, so verringert sich der Druck. Damit vergrößern sich die im Mini-Schokokuss eingeschlossenen Luftbläschen, die unter Umgebungsdruck bei der Produktion eingeschlossen wurden. Die Volumenzunahme eines einzelnen Bläschens ist relativ gering, alle Bläschen zusammen ergeben aber eine deutliche Zunahme, die ausreicht, um die Hülle des Mini-Schokokuss platzen zu lassen.

Bezug zum Tauchsport

Auftrieb bei unterschiedlicher Dichte. Jacket mit und ohne Luft gefüllt.
Auftauchen mit angehaltenem Atem beim Tauchen mit DTG.

Bemerkung

Zum Verschließen der Kolbenspritzen gibt es drei Möglichkeiten:

1. Die Öffnung mit einem Finger fest verschließen.
2. Bei Kolbenspritzen mit „Luer-Lock“ kann eine Verschlusskappe aufgeschraubt werden.

Alternativ zum Mini-Schokokuss kann auch ein leicht aufgebläsender Wasserbombenballon verwendet werden.

Wenn man in den Deckel eines Marmeladenglases einen Dreiwegehahn klebt, kann mit der Kolbenspritze mehrmals die Luft aus dem Glas evakuiert werden und der Mini-Schokokuss wird um einiges größer. Mit geschlossenem Hahn kann man das Glas mit dem aufgeblähten Mini-Schokokuss herumreichen.

Sicherheitshinweise

- Gefahr von Augenverletzungen beim Bruch des Verschlusses der Kolbenspritze unter Druckanwendung (wegfliegende Teile)

20 Die Taucherglocke



Abbildung 1: Die Taucherglocke

Die Taucherglocke

Mit einem Trinkglas wird gezeigt, dass Luft zwar unsichtbar ist, aber dennoch ein Volumen einnimmt, das sich mit dem Umgebungsdruck ändern kann.

Aufbau und Durchführung

Die Wanne wird mit Wasser nicht ganz gefüllt. In das Trinkglas legt man den Tischtennisball. Nun wird das Trinkglas mit der Öffnung nach unten lotrecht in die Wanne getaucht (siehe Abbildung 2 und 3), bis der Rand des Glases den Boden der Wanne berührt (siehe Abbildung 4). Die Luft im Glas wird komprimiert, aber das Glas füllt sich nicht vollständig mit Wasser. Der Tischtennisball schwimmt auch weiterhin im Trinkglas.

Themenbereich

Gesetz von Boyle-Mariotte
Druck

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☒ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Große Schüssel oder Wanne (transparent)
- Ein Trinkglas
- Ein Tischtennisball
- optional:
 - Abgeschnittener Boden einer 0,5 l PET-Flasche (ca. 10 cm Höhe)
 - Bohrer (Durchmesser ca. 4 mm)
 - Aluminiumeinsatz eines Teelichtes mit Gummibärchen

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 10 Minuten

Durchführung: ca. 5 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Glas Öffnung nach unten

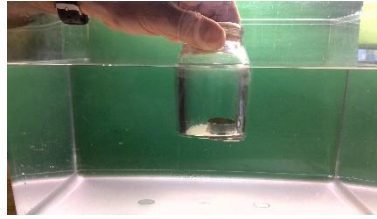


Abbildung 3: Glas lotrecht



Abbildung 4: Eintauchen bis zum Boden

Warum ist das so?

In dem Trinkglas mit dem Tischtennisball befindet sich auch noch Luft. Soll sich das Trinkglas mit Wasser füllen, so muss die Luft aus dem Glas entweichen. Normalerweise passiert dies, indem das Wasser die Luft aus dem Trinkglas verdrängt (z. B. Einschenken in ein „leeres“ Glas), d. h. hinausschiebt, indem sich das Wasser auf Grund seiner größeren Dichte unter der Luft sammelt und diese auf dem Wasser aufschwimmt. Wird jedoch die Luft daran gehindert, aus dem Trinkglas zu entweichen, da die Öffnung unten ist, kann das Wasser die Luft nicht verdrängen und die Luft bleibt im Glas. In ausreichender Tiefe kann das Wasser auf Grund des zunehmenden hydrostatischen Drucks die Luft im Glas komprimieren und dadurch einen bestimmten Pegelstand im Trinkglas erreichen, es aber nie vollständig ausfüllen.

Bemerkung

Anstatt mit einem Tischtennisball kann man auch den Alumi-
umeinsatz eines Teelichtes verwenden (siehe Abbildung 2 – 4),
in dem mehrere Gummibärchen als Taucher sitzen. Dies erhöht
die Aufmerksamkeit.

Verwendet man statt eines Trinkglases die untere Hälfte einer
0,5 l PET-Flasche, in die man ein kleines Loch bohrt, kann man
zunächst die oben beschriebene Situation herbeiführen, indem
man das kleine Loch mit einem Finger abdichtet. Entfernt man
den Finger vom Loch, kann die Luft aus dem Behälter nach oben
aus dem Loch entweichen und Wasser von unten einströmen.
Der Pegel im Behälter steigt dann, bis er den Wasserstand au-
ßerhalb des Behälters erreicht hat.

Bezug zum Tauchsport

Auftrieb bei unterschiedlicher
Dichte. Jacket mit und ohne
Luft gefüllt.
Änderung des Lungenvolumens
beim Apnoe-Tauchen.

Sicherheitshinweise

- Kunststoffgefäß verwenden,
da keine Glasbruchgefahr
- Gefahr von Schnittverletzun-
gen. Sorgfältiger Umgang mit
den Werkzeugen

21 Der Luftballon in der Flasche



Abbildung 1: Der Luftballon in der Flasche

Der Luftballon in der Flasche

Es werden verschiedene Aspekte der Zustandsgleichung idealer Gase demonstriert, anhand eines Luftballons in einer Flasche.

Aufbau und Durchführung

Im unteren Bereich der PET-Flasche wird ein Loch gebohrt (siehe Abbildung 2). Dann wird in den Flaschenhals ein mit Spülmittel eingeriebener Luftballon geschoben und das Ende über den Flaschenhals gezogen (siehe Abbildung 3). Der Luftballon sollte zuvor mehrmals aufgeblasen worden sein, damit die Gummihaut vorgedehnt wird. Ist das Loch in der Flasche offen, so kann der Luftballon aufgeblasen werden und behält beim Verschließen des Loches seine Größe bei (siehe Abbildung 4). Öffnet man das Loch wieder, so verkleinert sich der Luftballon.

Ist das Loch vor dem Aufblasen des Luftballons verschlossen, kann der Luftballon nicht mehr bzw. nur sehr wenig aufgeblasen werden.

Themenbereich

Gesetz von Boyle-Mariotte
Druck

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☒ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Eine druckfeste 1 l PET-Flasche, z. B. Coca-Cola
- Luftballon (zuvor mehrmals aufgeblasen)
- Spülmittel
- Bohrer
(Durchmesser ca. 5 mm)
- Stopfen (konisch, Durchmesser ca. 5 mm)

optional:

- Klebeband

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 10 Minuten
Durchführung: ca. 5 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Loch in PET-Flasche



Abbildung 3: Ballon in der Flasche



Abbildung 4: Aufgeblasen ohne Stopfen

Warum ist das so?

Ist die Bohrung beim Aufblasen verschlossen, führt eine Vergrößerung des Luftballons zu einer Volumenverkleinerung des Raums zwischen Luftballon und Flasche, in dem zuvor der äußere Luftdruck herrschte. Der Druck in der Flasche nimmt zu und damit auch der Druck im Luftballon. Nach dem Gesetz von Boyle-Mariotte (allgemeine Gasgleichung) ist das von einer abgeschlossenen Gasmenge eingenommene Volumen umgekehrt proportional zum herrschenden Druck. Um den Luftballon aufzublasen, muss die Lunge einen größeren Druck aufbringen, als den im Luftballon. Gesunde Menschen können mit ihrer Lunge einen Druck von ca. 1,1 bar erzeugen, was einer Volumenänderung von etwa 10 % entspricht und daher kaum wahrnehmbar ist.

Ist die Bohrung offen, so herrscht in der Flasche immer der Umgebungsdruck (ca. 1 bar). Um die Gummihaut zu dehnen ist bei den meisten Luftballons maximal ein Überdruck von ca. 0,04 bar erforderlich, was die Lunge gut erzeugen kann (siehe oben).

Wird das Loch nach dem Aufblasen verschlossen, herrscht im Luftballon ein Druck von höchstens 1,04 bar. Der Druck sinkt im Luftballon auf den Druck der äußeren Luft (ca. 1 bar). Dadurch verringert sich das Volumen des Luftballons. Dies führt zu einer Vergrößerung des Volumens zwischen Ballonhaut und Flascheninnenwand, wodurch es zu einem Unterdruck in der Flasche kommt.

Bemerkung

Das Loch in der Flasche kann mit einem Stopfen, Klebeband oder einem Finger verschlossen werden. Das Spülmittel dient als Schmiermittel, damit der Luftballon besser an der Flascheninnenseite vorbeigleiten kann.

Bezug zum Tauchsport

Gesetz von Boyle-Mariotte.
Verkleinerung des Volumens
führt zu einer Erhöhung des Drucks.

Sicherheitshinweise

- Gefahr von Schnittverletzungen. Sorgfältiger Umgang mit den Werkzeugen
- Spülmittel von Nahrungsmitteln und Getränken fernhalten
- Mit Spülmittel verunreinigte Gegenstände und Körperteile reinigen

22 Der schüchterne Luftballon



Abbildung 1: Der schüchterne Luftballon

Der schüchterne Luftballon

Nach dem Gesetz von Gay-Lussac lässt sich durch das Abkühlen der in einer Flasche eingeschlossenen Luft ein Luftballon in eine Flasche saugen.

Aufbau und Durchführung

In die Wanne wird kaltes Wasser nicht ganz voll eingefüllt. Die Glasflasche wird mit heißem Wasser ausgespült. Nun wird über den Flaschenhals der leeren Flasche der Luftballon gestülpt und diese in die Wanne mit kaltem Wasser gestellt (siehe Abbildung 2). Der Luftballon wird langsam in die Flasche gezogen (siehe Abbildung 3).

Themenbereich

Gesetz von Gay-Lussac

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☐ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Ein Luftballon (zuvor mehrmals aufgeblasen)
 - Glasflasche
 - Große Schüssel oder Wanne
 - Kaltes und heißes Wasser (aus Wasserkocher oder Thermoskanne)
- optional:
- Zündhölzer

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 10 Minuten
Durchführung: ca. 5 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Warme Flasche



Abbildung 3: Ballon in der Flasche

Warum ist das so?

Sowohl beim Spülen der Flasche mit heißem Wasser als auch beim Abbrennen eines Zündholzes in der Flasche wird die Luft in der Flasche erwärmt, dehnt sich aus und entweicht aus der Flasche. Wird nun der Luftballon über den Flaschenhals gestülpt und kühlt die Luft in der Flasche wieder ab, so nimmt der Druck in der Flasche ab. Dies gilt nach dem Gesetz von Gay-Lussac, was besagt, dass der Druck idealer Gase bei gleichbleibendem Volumen und gleichbleibender Gasmenge proportional zur absoluten Temperatur ist. Damit führt die Temperaturabnahme zu einer Druckabnahme (Unterdruck) in der Flasche. Dadurch ist der Druck in der Flasche kleiner als der atmosphärische Druck außerhalb der Flasche und der Luftballon wird in die Flasche gedrückt.

Bezug zum Tauchsport

Druckänderung beim Abkühlen der Druckluftflasche.
Geringerer Druck in der Flasche am/im Wasser.

Bemerkung

Alternativ kann man statt dem heißen Wasser ein brennendes Zündholz in die Flasche werfen und nach dem Erlöschen der Flamme den Luftballon über den Flaschenhals stülpen.

Sicherheitshinweise

- Glasbruchgefahr bei der Verwendung von Glasgefäßen
- Verbrühungsgefahr bei sehr stark erhitztem Wasser (Temperatur maximal 60 °C)

23 Der neugierige Luftballon



Abbildung 1: Der neugierige Luftballon

Der neugierige Luftballon

Nach dem Gesetz von Gay-Lussac lässt sich durch das Erwärmen der in einer Flasche eingeschlossenen Luft ein Luftballon vergrößern.

Aufbau und Durchführung

In die Wanne wird warmes Wasser nicht ganz voll eingefüllt. Die Glasflasche wird mit kaltem Wasser ausgespült. Nun wird über den Flaschenhals der leeren Flasche der Luftballon gestülpt und diese in die Wanne mit warmen Wasser gestellt (siehe Abbildung 2). Der Luftballon wird langsam leicht aufgeblasen (siehe Abbildung 3).

Themenbereich

Gesetz von Gay-Lussac

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☐ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Ein Luftballon (zuvor mehrmals aufgeblasen)
- Glasflasche
- Große Schüssel oder Wanne
- Kaltes und warmes Wasser (aus Wasserkocher oder Thermoskanne)

optional:

- Föhn

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 10 Minuten
Durchführung: ca. 5 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Kalte Flasche im Wasser



Abbildung 3: Ballon aufgeblasen



Abbildung 4: Skizze

Warum ist das so?

Beim Spülen der Flasche mit kaltem Wasser wird die Luft in der Flasche abgekühlt, zieht sich zusammen und zieht weiter Luft in die Flasche. Wird nun der Luftballon über den Flaschenhals gestülpt und die Luft in der Flasche wieder erwärmt, so nimmt der Druck in der Flasche zu. Dies gilt nach dem Gesetz von Gay-Lussac, was besagt, dass der Druck idealer Gase bei gleichbleibendem Volumen und gleichbleibender Gasmenge proportional zur absoluten Temperatur ist. Damit führt die Temperaturzunahme zu einer Druckzunahme (Überdruck) in der Flasche. Dadurch ist der Druck in der Flasche größer als der atmosphärische Druck außerhalb der Flasche und der Luftballon wird leicht aufgeblasen.

Bezug zum Tauchsport

Druckänderung beim Erwärmen der Druckluftflasche. Gefahr beim Lagern einer vollen Druckluftflasche in einem in der Sonne stehenden Fahrzeug.

Bemerkung

Alternativ kann man statt dem heißen Wasser die Flasche mit einem Föhn erwärmen.

Sicherheitshinweise

- Glasbruchgefahr bei der Verwendung von Glasgefäßen
- Verbrühungsgefahr bei sehr stark erhitztem Wasser (Temperatur maximal 60 °C)
- Berührungsgefährliche Spannung (Betriebsspannung des Föhns ca. 230 V)
- Isolierung des Anschlusskabels prüfen
- Föhn vom Wasser fernhalten

24 Eine Kerze hebt Wasser an



Abbildung 1: Eine Kerze hebt Wasser an

Eine Kerze hebt Wasser an

Mit Hilfe des Luftdrucks wird Wasser in ein Trinkglas gedrückt.

Aufbau und Durchführung

Das Teelicht wird in die Mitte der Schale gestellt. In die Schale wird Wasser gegeben, so dass der Boden gut bedeckt ist (siehe Abbildung 2). Dann zündet man das Teelicht an und stülpt das Trinkglas darüber (siehe Abbildung 3). Nach einiger Zeit geht das Teelicht aus und der Wasserspiegel im Trinkglas steigt deutlich an (siehe Abbildung 4).

Themenbereich

Gesetz von Gay-Lussac
Druck

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☐ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Eine niedrige Schale oder tiefer Teller
- Ein hohes Trinkglas
- Ein Teelicht
- Zündhölzer

optional:

- Tinte oder Lebensmittelfarbe
- Aluminiumschale eines Teelichtes
- Wattebausch
- Brennspritus

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 8 Minuten

Durchführung: ca. 5 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Teelicht im Wasser



Abbildung 3: Glas überstülpen



Abbildung 4: Wasser steigt an

Warum ist das so?

Durch die brennende Kerze unter dem Trinkglas entsteht ein Unterdruck, so dass der atmosphärische Druck, außerhalb des Glases, das Wasser in das Trinkglas drückt bis der Druckunterschied ausgeglichen ist.

Drei Effekte bewirken hier die Druckabnahme des Gases im Trinkglas. Durch die brennende Kerze wird Sauerstoff zu Kohlenstoffdioxid und Wasser (als Dampf) verbrannt. Weiterhin wird die eingeschlossene Luft durch die Flamme erwärmt und kühlt nach dem Erlöschen der Flamme wieder ab.

1. Kohlenstoffdioxid ist gut im Wasser löslich.
2. Der Wasserdampf kondensiert.
3. Beim Abkühlen der Luft fällt der Gasdruck (Gesetz von Gay-Lussac)

Bemerkung

Mit der Tinte kann das Wasser eingefärbt werden und ist so besser zu erkennen.

Wenn man statt dem Teelicht einen Wattebausch mit Brennspritrus tränkt, in der Aluminiumschale eines Teelichtes anzündet und dann das Trinkglas darüberstülpt, wird das Einsaugen des Wassers viel deutlicher zu beobachten sein.

Bezug zum Tauchsport

Druckänderung beim Abkühlen der Druckluftflasche.
Geringerer Druck in der Flasche am / im Wasser.

Sicherheitshinweise

- Glasbruchgefahr bei der Verwendung von Glasgefäßen
- Verbrennungsgefahr!
Besondere Vorsicht beim Umgang mit offenen Flammen

25 Die implodierende Dose

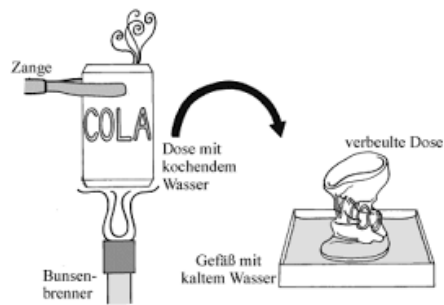


Abbildung 1: Die implodierende Dose

Die implodierende Dose

Eine Dose, in der etwas Wasser zum Sieden gebracht wurde, wird beim schnellen Abkühlen durch den Luftdruck zusammengeedrückt.

Aufbau und Durchführung

Man gibt ein wenig Wasser in eine leere Getränkedose und bringt es in ihr, mit der Öffnung nach oben, über einer Wärmequelle zum Kochen (siehe Abbildung 2). Taucht man die Dose mit der Öffnung nach unten (mindestens 1 cm tief) in kaltes Wasser, wird sie schlagartig zusammengedrückt (siehe Abbildung 3).

Themenbereich

Gesetz von Gay-Lussac
Druck

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☐ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Eine leere Getränkedose
- Eine Wanne oder Schüssel mit kaltem Wasser
- Eine Zange oder ein Kochhandschuh
- Ein Bunsenbrenner oder andere Wärmequelle
- Zündhölzer
- optional:
 - Heißes Wasser

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 10 Minuten
Durchführung: ca. 5 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Dose mit heißem Wasser



Abbildung 3: Implosion der Dose

Warum ist das so?

Das heiße (kochende) Wasser in der Dose füllt diese mit heißem Wasserdampf. Da die Dose oben offen ist, hat der Wasserdampf in der Dose den gleichen Druck wie der Luftdruck außerhalb der Dose. Taucht man nun die Dose mit der Öffnung nach unten in kaltes Wasser, sinkt schlagartig die Temperatur des Wasserdampfes in der Dose, der daraufhin größtenteils kondensiert. Damit nimmt er weniger Platz in der Dose ein, dadurch sinkt der Druck in der Dose weit unter den Umgebungsdruck. Da der Druckausgleich durch einströmendes kaltes Wasser nicht schnell genug erfolgen kann, wird die Blechhülle der Dose vom Luftdruck zusammengedrückt.

Bezug zum Tauchsport

Druckänderung beim Abkühlen der Druckluftflasche. Geringerer Druck in der Flasche am/im Wasser.

Bemerkung

Statt der Wärmequelle, kann die Dose auch mit heißem Wasser leicht gefüllt werden.

Erstaunlich ist, dass eine so geringe Eintauchtiefe der Dose ausreichend ist, um sie und den in ihr enthaltenen Wasserdampf schnell genug abzukühlen.

Tipp: Wenn man eine Dose aus dem Ausland mitbringt und verwendet, ist diese Pfandfrei.

Sicherheitshinweise

- Glasbruchgefahr bei der Verwendung von Glasgefäßen
- Verbrennungsgefahr! Besondere Vorsicht beim Umgang mit offenen Flammen
- Verbrühungsgefahr bei sehr stark erhitztem Wasser (Temperatur maximal 60 °C)

26 Die tanzende Münze



Abbildung 1: Die tanzende Münze

Die tanzende Münze

Durch das Erwärmen der in der Flasche eingeschlossenen Luft wird eine auf dem Flaschenhals liegende Münze angehoben.

Aufbau und Durchführung

Die Glasflasche wird mit kaltem Wasser ausgespült und die Öffnung am Flaschenhals befeuchtet. Auf die Öffnung legt man dann eine leichte Münze, die so groß ist, dass sie die Flasche gerade so verschließt (siehe Abbildung 2). Hält man die Flasche mit beiden Händen fest umschlossen (siehe Abbildung 3), so wird die Münze auf dem Flaschenhals nach kurzer Zeit sich leicht heben und wieder senken. Dieses „Tanzen“ der Münze wiederholt sich einige Male.

Themenbereich

Gesetz von Gay-Lussac
Druck

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☐ Ausbilder mit Schüler
- ☒ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Eine leere Glasflasche
- Eine leichte Münze
- Kaltes Wasser
- optional:
- Schüssel oder Wanne
- Warmes Wasser

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 5 Minuten
Durchführung: ca. 5 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Münze auf Flasche



Abbildung 3: Erwärmen mit den Händen

Warum ist das so?

Das Wasser auf der Flaschenöffnung dient als Dichtmittel zwischen Münze und Flaschenhals. Durch diesen luftdichten Verschluss bleibt das Volumen und die Anzahl der Gasmoleküle in der Flasche konstant. Durch das Erwärmen mit den Händen steigt die Temperatur in der Flasche und damit nach dem Gesetz von Gay-Lussac auch der Druck. Ist der Druck der eingeschlossenen Luft groß genug, um die Gewichtskraft der Münze und den auf der Münze lastenden Luftdruck zu überwinden, wird die Münze leicht angehoben. Es entweicht etwas Luft aus der Flasche, damit sinkt die Anzahl der Gasmoleküle, der Druck in der Flasche sinkt und die Münze fällt zurück. Die Luft in der Flasche lässt sich auf diese Weise einige Male mit den Händen erwärmen.

Bezug zum Tauchsport

Druckänderung beim Erwärmen der Druckluftflasche. Gefahr beim Lagern einer vollen Druckluftflasche in einem in der Sonne stehenden Fahrzeug.

Bemerkung

Mit einer leichten Münze (z. B. Aluminium) ist der Effekt gut und schnell zu zeigen.

Stellt man die Flasche in eine Schüssel mit heißem Wasser, wird die Münze öfters und in kürzeren Abständen angehoben werden.

Sicherheitshinweise

- Glasbruchgefahr bei der Verwendung von Glasgefäßen
- Verbrühungsgefahr bei sehr stark erhitztem Wasser (Temperatur maximal 60 °C)

27 Mineralwasser bläst Luftballon auf



Abbildung 1: Mineralwasser bläst Luftballon auf

Mineralwasser bläst Luftballon auf

Mit einem Luftballon und einer vollen Mineralwasserflasche lässt sich demonstrieren, dass Gase in Flüssigkeiten gelöst sein können.

Aufbau und Durchführung

Der Luftballon sollte mehrmals vollständig aufgeblasen werden, um den Luftballongummi etwas vorzudehnen. Danach lässt man die Luft aus dem Luftballon wieder ausströmen. Nun den schlaffen Luftballon über den Flaschenhals der kurz davor geöffneten Mineralwasserflasche stülpen (siehe Abbildung 2). Durch Schütteln der Flasche lässt sich der Luftballon beträchtlich aufblasen (siehe Abbildung 3).

Themenbereich

Gesetz von Henry
Druck

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☐ Ausbilder mit Schüler
- ☒ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Ein Luftballon (zuvor mehrmals aufgeblasen)
- Volle Mineralwasserflasche (mit möglichst viel Kohlensäure)

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 3 Minuten
Durchführung: ca. 2 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Ballon auf Flaschenhals



Abbildung 3: Ballon aufgeblasen

Warum ist das so?

Beim Schütteln der Mineralwasserflasche perlt das gelöste Kohlenstoffdioxid (Kohlensäure) aus und nimmt nach dem Gesetz von Henry entsprechend der Umgebungstemperatur und dem Umgebungsdruck im Luftballon ein bestimmtes Volumen ein. Durch das Ausperlen des Kohlenstoffdioxids wird die Anzahl der Kohlenstoffdioxidmoleküle in der Gasphase erhöht. Da sich Druck und Temperatur nicht ändern, bewirkt die Zunahme der Molekülanzahl eine Volumenerhöhung. Der Luftballon wird also aufgeblasen.

Bezug zum Tauchsport

Gase können in Flüssigkeiten sich lösen. Stickstoff (N_2) im Blut des Tauchers. Ausgasen von Gasen aus einer Flüssigkeit durch Energiezufuhr von außen. Verhalten nach dem Tauchgang anpassen.

Bemerkung

Die Anzahl der Gasmoleküle nimmt zu. Diese benötigen im gasförmigen Zustand mehr Platz als im gelösten Zustand.

Das entstehende Gasvolumen ist erstaunlich groß und der Luftballon an der Flaschenöffnung sollte gut festgehalten werden.

Sicherheitshinweise

- Glasbruchgefahr bei der Verwendung von Glasgefäßen

28 Löslichkeit von Gasen in Wasser 1



Abbildung 1: Löslichkeit von Gasen in Wasser 1

Löslichkeit von Gasen in Wasser 1

In diesem Versuch wird die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser veranschaulicht.

Aufbau und Durchführung

Die Schüssel wird mit Wasser halb gefüllt. Nun wird das vollständig mit Wasser gefüllte Trinkglas mit der Öffnung nach unten in die Schüssel gestellt (siehe Abbildung 2). Dabei sollte keine Luft mehr im Trinkglas eingeschlossen sein. Eine Brausetablette wird schnell unter das Trinkglas gelegt (siehe Abbildung 3). Das entstehende Volumen wird mit einem Klebepunkt auf Höhe des Wasserstandes im Glas markiert (siehe Abbildung 4). Danach wird eine zweite Brausetablette unter das Trinkglas gelegt und das Volumen erneut mit einem Klebepunkt markiert (siehe Abbildung 5). Je nach Größe des Trinkglases kann auch noch eine dritte Brausetablette aufgelöst werden. Wenn die erste Brausetablette in das Wasser gegeben wurde, bilden sich kleine Bläschen. Das Gas sammelt sich oben im Trinkglas und verdrängt das Wasser. Wenn die zweite Brausetablette unter das Trinkglas gelegt wird, sammelt sich deutlich mehr Gas als zuvor im Trinkglas.

Themenbereich

Gesetz von Henry

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☐ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Eine Schüssel oder Wanne
- Ein hohes Trinkglas
- Klebepunkte
- 2 – 3 Brausetabletten
- Wasser
- optional:
- Edding

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

- Vorbereitung: ca. 10 Minuten
- Durchführung: ca. 10 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Gefülltes Glas



Abbildung 3: Brausetablette im Glas



Abbildung 4: Markierung nach erster Tablette



Abbildung 5: Nach zweiter Tablette

Warum ist das so?

Wenn die Brausetablette in Wasser gelöst wird, entsteht Kohlenstoffdioxid. Das entstehende Kohlenstoffdioxid steigt zum Teil auf und verdrängt Wasser aus dem Trinkglas, während der andere Teil sich im Wasser löst und zu Kohlensäure wird. Bei der zweiten Brausetablette wird mehr Wasser verdrängt, weil im Wasser bereits Kohlenstoffdioxid gelöst ist und sich nicht mehr so viel Kohlenstoffdioxid lösen kann wie bei der ersten Tablette. Dies ist deutlich an den Abständen zwischen den Klebepunkten zu erkennen.

Bezug zum Tauchsport

Gase können sich in Flüssigkeiten nur bis zu einer bestimmten Konzentration lösen. Stickstoff (N_2) im Blut des Tauchers. Auswirkung beim Tauchen in Abhängigkeit von der Körpertemperatur und dem Umgebungsdruck (Dekompression).

Bemerkung

Sicherheitshinweise

- Glasbruchgefahr bei der Verwendung von Glasgefäßen

29 Löslichkeit von Gasen in Wasser 2



Abbildung 1: Löslichkeit von Gasen in Wasser 2

Löslichkeit von Gasen in Wasser 2

In diesem Versuch wird die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser veranschaulicht und die Volumenreduzierung bei der Lösung des Gases in Wasser erkennbar.

Aufbau und Durchführung

Die PET-Flasche wird zur Hälfte mit Leitungswasser gefüllt. Nun wird eine halbe Brausetablette in den Kolben der Spritze gegeben und danach etwas Wasser aufgezogen. Der Gummischlauch wird auf die Spitze der Kolbenspritze gesetzt und die Spitze nach oben gehalten. Das entstehende Kohlenstoffdioxid wird über den Gummischlauch in die Flasche geleitet (siehe Abbildung 2), was an aufsteigenden Gasbläschen gut zu erkennen ist (siehe Abbildung 3). Alternativ kann schon vorbereitetes Kohlenstoffdioxidgas eingeleitet werden. Nach dem vollständigen Auflösen der Brausetablette wird das restliche Gas aus der Spritze in die Flasche gedrückt. Die Flasche wird mit dem Deckel verschlossen und kräftig geschüttelt. Es ist zu beobachten, dass die Flasche sich sehr stark zusammenzieht (siehe Abbildung 5).

Themenbereich

Gesetz von Henry
Druck

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☐ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Eine Schüssel oder Wanne
- Eine PET-Flasche (0,5 l)
- Leitungswasser
- Eine Kolbenspritze (z. B. 50 ml, Luer-Lock)
- Gummischlauch mit Luer-Lockanschluss (Länge: ca. 20 cm)
- Brausetablette
- optional:
 - Große Standard-Kolbenspritze
 - Passender Gummischlauch (Länge: ca. 20 cm)

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 15 Minuten
Durchführung: ca. 10 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: CO₂ in die Flasche



Abbildung 3: Blasen steigen auf



Abbildung 4: Flasche vor dem Schütteln



Abbildung 5: Flasche nach dem Schütteln

Warum ist das so?

Durch das Schütteln der Flasche kann sich noch mehr Kohlenstoffdioxidgas im Wasser lösen. Dadurch sind weniger Gasmoleküle in der Flasche. Im gelösten Zustand wird weniger Platz benötigt und das abgeschlossene System verringert dadurch sein Volumen, um dem entgegenzuwirken. Dies erzeugt einen geringeren Druck im Innern der Flasche, so dass der atmosphärische Druck der Umgebung die Flasche auf Grund der Druckdifferenz zusammendrückt.

Bezug zum Tauchsport

Gase können sich in Flüssigkeiten lösen. Stickstoff (N₂) im Blut des Tauchers. Auswirkung beim Tauchen in Abhängigkeit von der Körpertemperatur und dem Umgebungsdruck (Dekompression).

Bemerkung

Sicherheitshinweise

Bei diesem Experiment treten bei fachgerechter Durchführung keine Gefährdungen auf.

30 Gasblasen im Mineralwasser



Abbildung 1: Gasblasen im Mineralwasser

Gasblasen im Mineralwasser

In diesem Versuch wird die Druckabhängigkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser mittels Mineralwasser gezeigt. Eine verschlossene Spritze dient hierbei dazu, den Druck auf kleinstem Raum zu erhöhen oder zu verringern.

Aufbau und Durchführung

Das Mineralwasser wird in das Trinkglas gefüllt und mit der Kolbenspritze ca. 5 ml Wasser aufgezogen. Die Spritze wird von großen Luftblasen befreit und anschließend verschlossen, sodass kein Wasser mehr herauslaufen kann (siehe Abbildung 2). Mit dem Ziehen an dem Stempel der Spritze kann nun der Druck im Innern verringert werden. Durch das Hineindrücken des Stempels wird der Druck wieder erhöht. Bei niedrigerem Umgebungsdruck ist eine große und erhöhte Blasenbildung zu erkennen (siehe Abbildung 3). Bei Erhöhung des Drucks stoppt die Gasbildung und die Blasen verkleinern sich deutlich.

Themenbereich

Gesetz von Henry

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☐ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Eine Kolbenspritze (z. B. 10 ml, Luer-Lock)
- Eine Verschlusskappe für Luer-Lock
- Trinkglas
- Mineralwasser
- optional:
- Nagel
- Große Standard-Kolbenspritze
- Feuerzeug
- Flachzange

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 3 Minuten

Durchführung: ca. 2 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Spritze verschlossen



Abbildung 3: Unterdruck

Warum ist das so?

Beim Herausziehen des Stempels perlt das gelöste Kohlenstoffdioxid (Kohlensäure) aus und nimmt nach dem Gesetz von Henry entsprechend der Umgebungstemperatur und dem Umgebungsdruck ein bestimmtes größeres Volumen ein. Durch das Ausperlen des Kohlenstoffdioxids wird die Anzahl der Kohlenstoffdioxidmoleküle in der Gasphase erhöht. Da sich Druck und Temperatur nicht ändern, bewirkt die Zunahme der Molekülanzahl eine Volumenerhöhung. Die Gasblasen werden größer und neue entstehen. Wird der Druck erhöht, so geht das Kohlenstoffdioxid wieder in Lösung und wird in der Flüssigkeit zu Kohlensäure.

Bezug zum Tauchsport

Gase können in Flüssigkeiten sich lösen. Stickstoff (N_2) im Blut des Tauchers. Ausgasen von Gasen aus einer Flüssigkeit durch Druckabnahme (Dekompression).

Bemerkung

Der Versuch ist mit einem Indikator zwar aufwendiger, aber deutlicher zu erkennen (siehe „Löslichkeit von Gasen – Druckabhängig“).

Zum Verschließen der Kolbenspritzen gibt es drei Möglichkeiten:

1. Die Öffnung mit einem Finger fest verschließen. Hier besteht allerdings die Gefahr, dass bei nachlässiger Handhabung Wasser entweichen oder Luft eindringen kann.
2. Bei Standard-Kolbenspritzen kann man den Ansatz für die Kanüle mit einem Feuerzeug erhitzen, bis der Kunststoff weich wird und ihn dann sofort mit einer Flachzange fest zusammenpressen.
3. Bei Kolbenspritzen mit „Luer-Lock“ kann eine Verschlusskappe aufgeschraubt werden

Sicherheitshinweise

- Glasbruchgefahr bei der Verwendung von Glasgefäßen
- Gefahr von Augenverletzungen beim Bruch des Verschlusses der Kolbenspritze unter Druckanwendung (wegfliegende Teile)
- Verbrennungsgefahr! Direkter Hautkontakt mit dem weichen Kunststoff vermeiden
- Besondere Vorsicht beim Umgang mit offenen Flammen

31 Löslichkeit von Gasen – Druckabhängig



Abbildung 1: Löslichkeit von Gasen - Druckabhängig

Löslichkeit von Gasen – Druckabhängig

Mit diesem Experiment wird die Druckabhängigkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser gezeigt. Eine verschlossene Spritze dient hierbei dazu, den Druck auf kleinstem Raum zu erhöhen oder zu verringern.

Aufbau und Durchführung

Die große Kolbenspritze füllt man zu ca. 1/4 mit Indikator versetztem Leitungswasser. In die kleine Kolbenspritze füllt man das Kohlenstoffdioxid (siehe Abbildung 2). Nun lässt man aus der kleineren Spritze über den Dreiwegehahn das Kohlenstoffdioxid in die Flüssigkeit strömen, bis die Farbe der Lösung nach Violett umschlägt (siehe Abbildung 3). Das restliche Kohlenstoffdioxid wird über den Dreiwegehahn an die Umgebung abgegeben. Die gesättigte Lösung wird nun mehrmals zwischen den beiden Kolbenspritzen hin und her gespült und am Ende so verteilt, dass in der kleineren Spritze nur wenig Flüssigkeit ist. Die kleine Spritze wird mit der Verschlusskappe und die große Spritze mit dem Dreiwegehahn verschlossen. Durch kräftiges Ziehen am Stempel der kleineren Spritze wird ein Unterdruck erzeugt. Der Stempel kann bei großen Spritzen durch ein Loch mit einem Nagel fixiert werden, Stempel kleinerer Spritzen lassen sich gut ohne Nagel festhalten. Kräftig schütteln, und die Farben vergleichen. Diese springt bei der kleinen Spritze wieder auf Grün um (siehe Abbildung 4).

Themenbereich

Gesetz von Henry

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☐ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Zwei Kolbenspritzen (z. B. 10 ml und 50 ml, Luer-Lock)
- Ein Dreiwegehahn für Luer-Lock
- Eine Verschlusskappe für Luer-Lock
- Leitungswasser
- Kohlenstoffdioxid (Herstellung siehe Anhang)
- Mischindikator ph-5 (nach Tashiro) oder Rotkohlsaft

optional:

- Nagel

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 15 Minuten

Durchführung: ca. 5 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Spritzen gefüllt

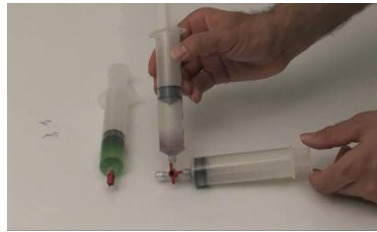


Abbildung 3: Indikator färbt sich violett



Abbildung 4: Wieder grüne Färbung

Warum ist das so?

Der Mischindikator ph-5 besitzt bei einem pH-Wert über 5 eine grüne Farbe und unter 5 eine violette Farbe. Bei Zugabe von Kohlenstoffdioxid in Wasser bildet sich Kohlensäure, wodurch sich der pH-Wert der Lösung verringert und sich die Farbe der Lösung folglich violett färbt. Die Erhöhung des Druckes bei der oben genannten Reaktion (hier durch Drücken des Stempels in der Spritze) stellt einen äußeren Zwang auf das chemische Gleichgewicht dar, dem mit einer Drucksenkung durch die Bildung der Stoffe, die das geringere Volumen einnehmen, hier die Lösung des Kohlenstoffdioxids in Wasser zu Kohlensäure, entgegengewirkt wird. Der Indikator zeigt die vermehrte Bildung der Kohlensäure durch den Farbumschlag von grün nach violett an. Das Ziehen am Stempel der Spritze erzeugt einen Unterdruck innerhalb der Spritze, wodurch eine Bildung der Stoffe, die ein größeres Volumen einnehmen und so zu einer Druckerhöhung führen (hier: die Bildung von Kohlenstoffdioxid durch Ausgasen) gefördert wird. Der Indikator zeigt so die vermehrte Bildung des Kohlenstoffdioxidgases und damit die Abnahme der Kohlensäure durch den Farbumschlag von violett nach grün an.

Bemerkung

Der Versuch kann auch mit Mineralwasser und einer Kolbenspritze ohne Indikator durchgeführt werden (siehe „Blasen im Mineralwasser“).

Bezug zum Tauchsport

Gase können in Flüssigkeiten sich lösen. Stickstoff (N_2) im Blut des Tauchers. Ausgasen von Gasen aus einer Flüssigkeit durch Druckabnahme (Dekompression).

Sicherheitshinweise

- Gefahr von Augenverletzungen beim Bruch des Verschlusses der Kolbenspritze unter Druckanwendung (wegfliegende Teile)

32 Löslichkeit von Gasen – Temperaturabhängig 1



Abbildung 1: Löslichkeit von Gasen – Temperaturabhängig 1

Löslichkeit von Gasen – Temperaturabhängig 1

Mit diesem Experiment lässt sich zeigen, wie die Löslichkeit eines Gases von der Temperatur abhängt.

Aufbau und Durchführung

Die Schüssel wird mit warmem Wasser (ca. 40 – 60 °C) halb gefüllt. Das Trinkglas wird mit dem gleichen warmen Wasser gefüllt (siehe Abbildung 2) und mit der Öffnung nach unten in die Schüssel gestellt. Nun wird mit einem roten Klebepunkt der Wasserstand im Trinkglas markiert. Dann wird schnell eine Brausetablette unter das Trinkglas gelegt, ohne das Luft eindringen kann. Es entsteht Kohlenstoffdioxid, dass sich oben im Glas sammelt (siehe Abbildung 3). Nach dem vollständigen Auflösen der Brausetablette wird erneut der Wasserstand mit einem roten Klebepunkt markiert. Der Versuch wird nun mit kaltem Wasser und dem gleichen markierten Trinkglas wiederholt (Hier können zur Unterscheidung die blauen Klebepunkte verwendet werden). Es ist deutlich die unterschiedliche Position der Klebepunkte zu erkennen, die bei warmem Wasser weiter auseinanderliegen, als bei kaltem Wasser (siehe Abbildung 4).

Themenbereich

Gesetz von Henry

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☐ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Eine Schüssel oder Wanne
- Ein hohes Trinkglas (transparent)
- Kleine Klebepunkte (z. B. rot und blau)
- Zwei Brausetabletten
- Kaltes Wasser
- Warmes Wasser

optional:

- Edding blau und rot

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 15 Minuten

Durchführung: ca. 10 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Glas wird gefüllt

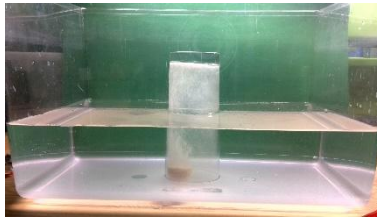


Abbildung 3: Brausetablette im Glas

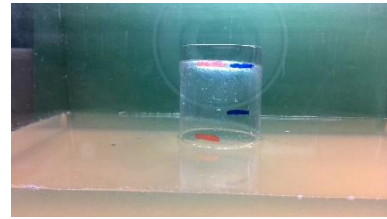


Abbildung 4: Markierungen am Glas

Warum ist das so?

Ist die Flüssigkeit mit Gas gesättigt, wandern pro Zeiteinheit genauso viele Moleküle in die Lösung wie aus ihr heraus. Erhöht man den Druck, werden mehr Teilchen gelöst: Sie treffen dann pro Zeiteinheit öfter auf die Oberfläche der Lösung. Folglich steigt die Konzentration des Gases in der Lösung. Die gestiegene Konzentration an gelösten Teilchen bedeutet jedoch auch, dass die Anzahl der gelösten Moleküle, die pro Zeiteinheit aus der Lösung entweichen, zunimmt. Wenn die Anzahl der Moleküle pro Zeiteinheit gleich ist, hat sich ein neues Gleichgewicht eingestellt. Dieses neue Gleichgewicht entspricht aber einer höheren Konzentration in der Lösung und damit einer größeren Löslichkeit (Gesetz von Henry).

Das druckabhängige Gleichgewicht selbst ist wie alle Gleichgewichte temperaturabhängig. Da auch die Löslichkeit eines Stoffes ein Gleichgewicht darstellt, handelt es sich also insgesamt um das temperaturabhängige Verhalten zweier Gleichgewichte, beeinflusst vom Gasdruck.

Für reale Gase ist die Löslichkeit von Gasen in warmen Flüssigkeiten geringer als in kalten Flüssigkeiten. Daher kann sich mehr Gas bei warmem Wasser im Trinkglas ansammeln.

Bemerkung

Taucher kühlt in der Tiefe aus und sättigt daher stark auf. Beim Auftauchen und beim Deko-Stopp erhöht sich die Körpertemperatur wieder, so dass es zu einem erhöhten Gasaustritt kommen kann.

Bezug zum Tauchsport

Gase können sich in Flüssigkeiten temperaturabhängig lösen. Stickstoff (N_2) im Blut des Tauchers.

Auswirkung beim Tauchen in Abhängigkeit von der Körpertemperatur und dem Umgebungsdruck (Dekompression).

Sicherheitshinweise

- Glasbruchgefahr bei der Verwendung von Glasgefäßen
- Verbrühungsgefahr bei sehr stark erhitztem Wasser (Temperatur maximal 60 °C)

33 Löslichkeit von Gasen – Temperaturabhängig 2



Abbildung 1: Löslichkeit von Gasen – Temperaturabhängig 2

Löslichkeit von Gasen – Temperaturabhängig 2

In diesem Versuch wird die Temperaturabhängigkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser mittels einer Mineralwasserflasche gezeigt.

Aufbau und Durchführung

Die Mineralwasserflasche wird stark gekühlt, jedoch nicht eingefroren. Dies muss bereits einige Stunden vor dem Start des Versuches vorbereitet werden. In einer großen Schüssel wird warmes Wasser (ca. 40 – 60 °C) gegeben. Die kalte Flasche Mineralwasser wird nun geöffnet, der Luftballon schnell über die Öffnung des Flaschenhalses gezogen und mit dem Gummiband fixiert (siehe Abbildung 2). Die Flasche wird nun in das warme Wasser gestellt (siehe Abbildung 3) und beobachtet. Es lassen sich Gasbläschen in der Flasche beobachten, die aufsteigen und langsam den Luftballon füllen (siehe Abbildung 4).

Themenbereich

Gesetz von Henry

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☐ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Eine Schüssel oder Wanne
- Ein Luftballon (zuvor mehrmals aufgeblasen)
- Eine PET-Flasche mit Mineralwasser (0,5 l, stark gekühlt)
- Warmes Wasser
- Gummiband oder Kabelbinde

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 180 Minuten
Durchführung: ca. 10 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Kalte Flasche mit Ballon



Abbildung 3: Flasche im warmen Wasser

Warum ist das so?

Durch die Temperaturerhöhung verringert sich die Löslichkeit des Gases Kohlenstoffdioxid in Wasser und es wird ausgetrieben. Der Luftballon kann freiwerdendes Gas auffangen und somit „sichtbar“ machen.

Ist die Flüssigkeit mit Gas gesättigt, wandern pro Zeiteinheit genauso viele Moleküle in die Lösung wie aus ihr heraus. Erhöht man den Druck, werden mehr Teilchen gelöst. Folglich steigt die Konzentration des Gases in der Lösung und es stellt sich ein neues Gleichgewicht ein (Gesetz von Henry).

Das druckabhängige Gleichgewicht selbst ist wie alle Gleichgewichte temperaturabhängig. Da auch die Löslichkeit eines Stoffes ein Gleichgewicht darstellt, handelt es sich also insgesamt um das temperaturabhängige Verhalten zweier Gleichgewichte, beeinflusst vom Gasdruck.

Für reale Gase ist die Löslichkeit von Gasen in warmen Flüssigkeiten geringer als in kalten Flüssigkeiten. Daher kann sich mehr Gas bei warmem Wasser bilden.

Bemerkung

Taucher kühlt in der Tiefe aus und sättigt daher stark auf. Beim Auftauchen und beim Deko-Stopp erhöht sich die Körpertemperatur wieder, so dass es zu einem erhöhten Gasaustritt kommen kann.

Bezug zum Tauchsport

Gase können sich in Flüssigkeiten temperaturabhängig lösen. Stickstoff (N_2) im Blut des Tauchers.

Auswirkung beim Tauchen in Abhängigkeit von der Körpertemperatur und dem Umgebungsdruck (Dekompression).

Sicherheitshinweise

- Glasbruchgefahr bei der Verwendung von Glasgefäßen
- Verbrühungsgefahr bei sehr stark erhitztem Wasser (Temperatur maximal 60 °C)

34 Heilende Kräfte an einer Flasche



Abbildung 1: Heilende Kräfte an einer Flasche

Heilende Kräfte an einer Flasche

In diesem Experiment wird gezeigt, dass in einer Flüssigkeit gelöstes Gas weniger Volumen einnimmt als freies Gas.

Aufbau und Durchführung

In eine PET-Flasche wird Leitungswasser gegeben und die Flasche entsprechend gekennzeichnet. In der zweiten PET-Flasche befindet sich das Mineralwasser. Beide Flaschen dürfen maximal zu etwa 2/3 gefüllt sein (siehe Abbildung 2 und 3). Die Flaschen werden ohne Deckel zusammengedrückt und dann mit dem Deckel verschlossen. Beide Flaschen werden nun kräftig geschüttelt. Die Flasche mit Leitungswasser ist auch nach dem Schütteln noch zusammengedrückt, während die Flasche mit dem Mineralwasser keine Knicke mehr aufweist (siehe Abbildung 4 und 5).

Themenbereich

Gesetz von Henry
Druck

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☐ Ausbilder mit Schüler
- ☒ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Zwei PET-Flasche (0,5 l)
- Mineralwasser
- Leitungswasser

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 3 Minuten
Durchführung: ca. 2 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Mineralwasser



Abbildung 3: Leitungswasser



Abbildung 4: Mineralwasser nach dem Schütteln



Abbildung 5: Leitungswasser nach dem Schütteln

Warum ist das so?

Im Mineralwasser ist Kohlensäure gelöst, die durch das Schütteln als Gas (Kohlenstoffdioxid) freigesetzt wird. Das Gas benötigt im nichtgelösten Zustand mehr Platz, da sich die Anzahl der Gasmoleküle erhöht. Die Flasche wird auseinandergedrückt. Im Leitungswasser ist keine Kohlensäure vorhanden, die ausgasen könnte und die Flasche bleibt daher zusammengedrückt.

Bezug zum Tauchsport

Gase können sich in Flüssigkeiten lösen und wieder austreiben. Stickstoff (N_2) im Blut des Tauchers.

Auswirkung beim Tauchen in Abhängigkeit von der Körpertemperatur und dem Umgebungsdruck (Dekompression).

Bemerkung

Sicherheitshinweise

Bei diesem Experiment treten bei fachgerechter Durchführung keine Gefährdungen auf.

35 Der geknickte Stab



Abbildung 1: Der geknickte Stab

Der geknickte Stab

Mit einem gefüllten Trinkglas und einem Stab lässt sich die Brechung von Licht eindrucksvoll demonstrieren.

Aufbau und Durchführung

Der Stab wird in das gefüllte Trinkglas gestellt und aus verschiedenen Richtungen betrachtet. Dabei kann, je nach Richtung, der Stab z. B. aus zwei versetzten Stücken bestehen (siehe Abbildung 2) oder gebogen erscheinen.

Themenbereich

Sehen unter Wasser

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☐ Ausbilder mit Schüler
- ☒ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Ein Trinkglas, 3/4 mit Wasser gefüllt
- Stab, Bleistift oder Trinkhalm

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 3 Minuten
Durchführung: ca. 2 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Stab im Glas

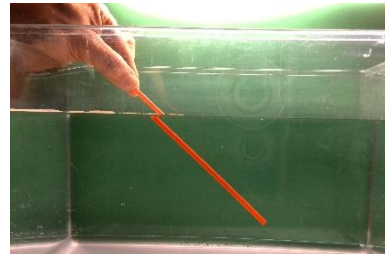


Abbildung 3: Stab in Wasserwanne

Warum ist das so?

Auf Grund der unterschiedlichen Dichte von Wasser und Luft, kommt es zu einer Brechung der Lichtstrahlen an der Grenzschicht der beiden Medien. Dabei gilt, dass der Lichtstrahl beim Übergang vom optisch dichteren Medium (Wasser) zum optisch dünneren Medium (Luft) vom Lot weggebrochen wird (siehe Abbildung 4).

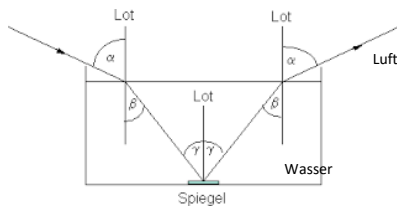


Abbildung 4: Lichtbrechung an Grenzschichten

Bezug zum Tauchsport

Durch die veränderte Lichtbrechung erscheinen im Wasser alle Gegenstände 1/3 näher und 1/4 größer als in Wirklichkeit.

Abbildung 5 erklärt die Beobachtung bei Abbildung 2. Hier wird ein horizontaler Schnitt durch das Trinkglas gemacht, einmal knapp oberhalb der Wasseroberfläche (siehe Abbildung 5a) und einmal knapp unterhalb der Wasseroberfläche (siehe Abbildung 5b). Dabei ist gut zu erkennen, dass der Teil des Stabes im Wasser gegenüber dem Teil außerhalb des Wassers versetzt erscheint.

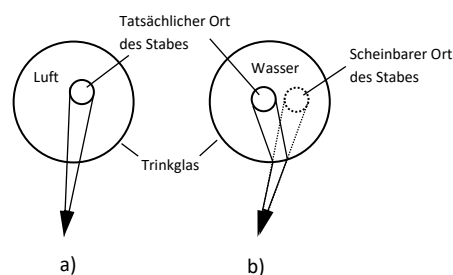


Abbildung 5: Lichtbrechung im Glas

Bemerkung

Der Übergang von Luft – Glas – Wasser kann hier vernachlässigt werden, da er keine wesentliche Rolle spielt.

Sicherheitshinweise

- Glasbruchgefahr bei der Verwendung von Glasgefäßen

36 Der krumme Lichtstrahl



Abbildung 1: Der krumme Lichtstrahl

Der krumme Lichtstrahl

Mit einer Wanne voll Wasser und einem Lichtstrahl lassen sich die Phänomene der Brechung demonstrieren.

Aufbau und Durchführung

Die Taschenlampe wird am Holzrundstab mit Hilfe der Gummibänder befestigt (siehe Abbildung 2), so dass der Lichtstrahl parallel zum Stab sich ausbreitet. Dann wird die Wanne mit Wasser gefüllt und mit wenigen Tropfen H-Milch leicht eingetrübt. Stellt man nun den Stab mit der eingeschalteten Taschenlampe unter verschiedenen Winkeln in die Wanne (siehe Abbildung 3 und 4) und betrachtet die Anordnung von der Seite, so kann eine je nach Winkel starke oder schwächere Abweichung des Lichtstrahls von der Stabrichtung beobachtet werden.

Themenbereich

Sehen unter Wasser

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☐ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Eine transparente Wanne (rechteckige Form) mit Wasser gefüllt
- Holzrundstab oder Schaschlikspieß
- Laserpointer
- Gummibänder
- H-Milch
- optional:
 - Kleine Taschenlampe mit gebündeltem Lichtstrahl
 - Mehl

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 10 Minuten
Durchführung: ca. 5 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Vorbereitung



Abbildung 3: Senkrechter Einfallswinkel

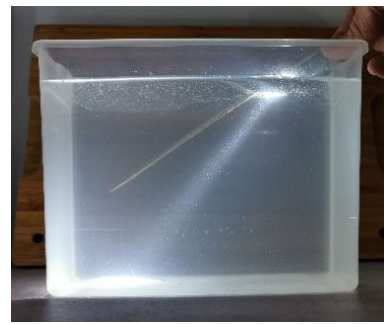


Abbildung 4: Schräger Einfallswinkel

Warum ist das so?

Auf Grund der unterschiedlichen Dichte von Wasser und Luft, kommt es zu einer Brechung des Lichtstrahls an der Grenzschicht der beiden Medien. Dabei gilt, dass der Lichtstrahl beim Übergang vom optisch dünneren Medium (Luft) zum optisch dichteren Medium (Wasser) zum Lot hin gebrochen wird (siehe Abbildung 5).

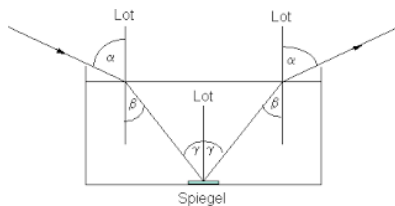


Abbildung 5: Lichtbrechung an Grenzschichten

Abbildung 6 zeigt den Strahlen-gang bei der Beobachtung, die in Abbildung 4 dargestellt ist. Der Stab erscheint für das Auge geknickt.

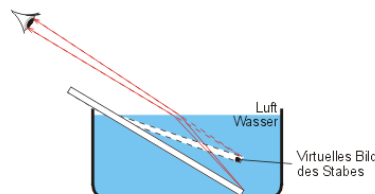


Abbildung 6: Lichtbrechung - Hebung

Bezug zum Tauchsport

Durch die veränderte Lichtbrechung erscheinen im Wasser alle Gegenstände $\frac{1}{3}$ näher und $\frac{1}{4}$ größer als in Wirklichkeit.

Bemerkung

Der Übergang von Luft – Glas – Wasser kann hier vernachlässigt werden, da er keine wesentliche Rolle spielt.

Statt Milch kann auch eine Prise Mehl zum Eintrüben des Wassers verwendet werden.

In hellen Räumen liefert eine kleine Taschenlampe mit möglichst scharfem Lichtstrahl und kleinem Lichtkegelwinkel manchmal bessere Ergebnisse als ein Laserpointer (der dünne Strahl eines Laserpointers ist hier eher zu dünn, so dass der Strahl im Wasser kaum zu erkennen ist).

Sicherheitshinweise

- Glasbruchgefahr bei der Verwendung von Glasgefäßen

37 Eine Münze erscheint



Abbildung 1: Eine Münze erscheint

Eine Münze erscheint

Auf Grund der Brechung des Lichts an einer Wasseroberfläche wird eine verborgene Münze in einer Tasse wieder sichtbar.

Aufbau und Durchführung

Die Münze wird in die undurchsichtige leere Tasse gelegt. Man blickt nun so in die Tasse, dass man die Münze gerade noch sehen kann und geht dann mit dem Kopf so weit zurück, bis die Münze gerade verschwindet (siehe Abbildung 2). Behält man diesen Blickwinkel bei, während Wasser in die Tasse geschüttet wird, so erscheint die Münze plötzlich wieder im Blickfeld (siehe Abbildung 3).

Themenbereich

Sehen unter Wasser

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☐ Ausbilder mit Schüler
- ☒ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Ein leere Tasse (undurchsichtig)
- Eine Münze
- Wasser

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 5 Minuten
Durchführung: ca. 3 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Ohne Wasser



Abbildung 3: Mit Wasser

Warum ist das so?

Ist kein Wasser in der Tasse, kann beim vorgegebenen Blickwinkel, kein reflektierter Lichtstrahl der Münze in das Auge des Beobachters fallen, da die Tasse dies verhindert (siehe Abbildung 2). Schüttet man nun Wasser in die Tasse, so werden die reflektierten Lichtstrahlen an der Wasseroberfläche gebrochen. Beim Übergang von einem optisch dichteren Medium (Wasser) zu einem optisch dünneren Medium (Luft) erfolgt die Brechung vom Lot weg. Dadurch gelangen die von der Münze reflektierten Lichtstrahlen in das Auge des Beobachters (siehe Abbildung 4).

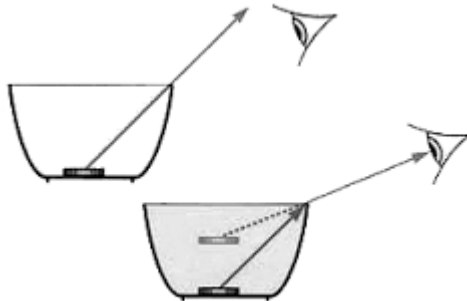


Abbildung 4: Lichtstrahlenverlauf ohne und mit Wasser

Bezug zum Tauchsport

Durch die veränderte Lichtbrechung erscheinen im Wasser alle Gegenstände $\frac{1}{3}$ näher und $\frac{1}{4}$ größer als in Wirklichkeit.

Bemerkung

Wenn man die Möglichkeit hat, das Bild der Handykamera oder einer anderen Kamera für alle zu projizieren, empfiehlt es sich, die Kamera auf ein Stativ zu montieren. Dadurch bleibt der Blickwinkel konstant und das Experiment kann gleichzeitig mehreren Personen vorgeführt werden.

Sicherheitshinweise

- Bruchgefahr bei der Verwendung von zerbrechlichen Gefäßen

38 Eine Münze verschwindet



Abbildung 1: Eine Münze verschwindet

Eine Münze verschwindet

Auf Grund der Brechung des Lichts an einer Wasseroberfläche verschwindet eine zuvor sichtbare Münze.

Aufbau und Durchführung

Die Münze wird unter das Trinkglas gelegt. Von der Seite ist die Münze sehr gut zu erkennen (siehe Abbildung 2). Füllt man nun Wasser in das Trinkglas und verändert dabei die Blickrichtung nicht, ist die Münze plötzlich verschwunden (siehe Abbildung 3). Schaut man jedoch senkrecht von oben in das Trinkglas, kann man die Münze weiterhin sehen (siehe Abbildung 4).

Themenbereich

Sehen unter Wasser

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☐ Ausbilder mit Schüler
- ☒ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Ein Trinkglas mit gewölbtem Boden (transparent)
- Eine Münze
- Wasser

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 5 Minuten
Durchführung: ca. 3 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Glas ohne Wasser



Abbildung 3: Glas mit Wasser



Abbildung 4: Blick von oben

Warum ist das so?

Da Luft und Wasser unterschiedliche Brechungsindizes haben, sind die Strahlengänge des reflektierten Lichts der Münze beim leeren Glas (siehe Abbildung 3) und beim gefüllten Glas (siehe Abbildung 4) unterschiedlich. Beim gefüllten Glas ergibt sich eine Totalreflexion an der Grenzschicht Glasboden – Luft. Diese verhindert, dass die Münze gesehen werden kann (siehe Abbildung 5).

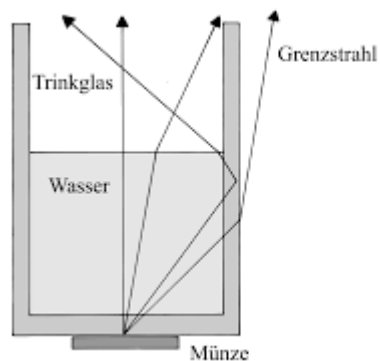


Abbildung 5: Totalreflexion

Bezug zum Tauchsport

Durch die veränderte Lichtbrechung erscheinen im Wasser alle Gegenstände $\frac{1}{3}$ näher und $\frac{1}{4}$ größer als in Wirklichkeit.

Bemerkung

Es ist wichtig, dass sich zwischen Münze und Glasboden ein Luftspalt (sei er noch so klein) befindet. Da es sonst nicht zu einer Totalreflexion kommt. Daher ist ein gewölbter Boden des Trinkglases notwendig.

Wenn man die Möglichkeit hat, das Bild der Handkamera oder einer anderen Kamera für alle zu projizieren, empfiehlt es sich, die Kamera auf ein Stativ zu montieren. Dadurch bleibt der Blickwinkel konstant und das Experiment kann gleichzeitig mehreren Personen vorgeführt werden.

Sicherheitshinweise

- Glasbruchgefahr bei der Verwendung von Glasgefäßen

39 Richtungshören



Abbildung 1: Richtungshören

Richtungshören

Mit diesem Experiment lässt sich zeigen, wie das menschliche Gehör die Richtung feststellt, aus der ein Geräusch kommt.

Aufbau und Durchführung

Ein Schüler hält sich die Öffnungen des leeren Schlauchs an beide Ohren und schließt die Augen. Mit dem Stab oder einem Finger klopft eine weitere Person gegen den Schlauch (siehe Abbildung 2). Dies wird an verschiedenen Stellen wiederholt. Dabei gibt der Schüler mit dem Schlauch jeweils an, aus welcher Richtung er das Klopfen hört. Klopft man nun rechts oder links von der Mitte des Schlauches, so gibt der Schüler die entsprechende Richtung an.

Füllt man nun Wasser in den Schlauch und verschließt die Enden mit den Luftballons und fixiert diese mit dem Klebeband oder den Kabelbindern (siehe Abbildung 4), so kann der Schüler bei gleicher Durchführung die Richtung nicht mehr bestimmen.

Themenbereich

Hören unter Wasser

Durchführung

- ☐ Ausbilder
- ☒ Ausbilder mit Schüler
- ☒ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Ein Schlauch (Länge: ca. 80 cm)
- Zwei Luftballons
- Klebeband oder Kabelbin-der
- Ein Holzstab oder Kochlöffel
- Wasser

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 30 Minuten
Durchführung: ca. 5 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Klopfen am Schlauch

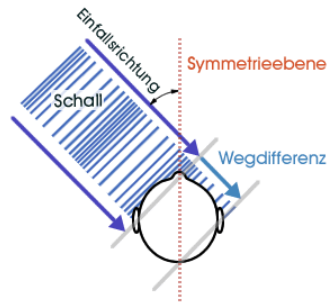


Abbildung 3: Skizze

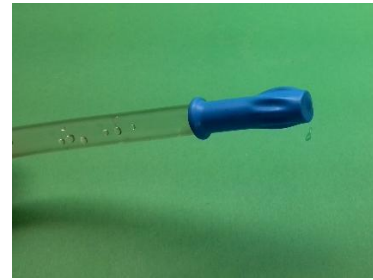


Abbildung 4: Schlauch mit Wasser

Warum ist das so?

Durch das Klopfen breitet sich im Innern des Schlauches eine Schallwelle aus. Wird außerhalb der Mitte geklopft, so erreicht der Schall das näher gelegene Ohr früher. Aus der Reihenfolge und der Zeitdifferenz, mit der der Schall an beiden Ohren ankommt, kann das Gehirn die Richtung bestimmen, aus welcher der Schall kommt. Dies funktioniert aber nur im luftgefüllten Raum, hier breitet sich der Schall mit einer Geschwindigkeit von ca. 340 m/s aus. Im Wasser, das eine größere Dichte hat, breitet sich der Schall mit der fast 5-fachen Geschwindigkeit (ca. 1485 m/s) aus. Hier ist die Zeitdifferenz so gering, dass unser Gehirn diese nicht mehr auflösen kann. Dadurch ist die Bestimmung der Richtung unmöglich.

Bezug zum Tauchsport

Durch die höhere Dichte von Wasser, breitet sich der Schall im Wasser ca. 5-mal schneller aus. Richtungshören ist nicht möglich, Gefahren beim Auftauchen und Bootsverkehr.

Bemerkung

Das menschliche Ohr kann eine Zeitdifferenz von ca. 30 μ s unterscheiden.

Sicherheitshinweise

Bei diesem Experiment treten bei fachgerechter Durchführung keine Gefährdungen auf.

40 Modell zum Druckausgleich



Abbildung 1: Modell zum Druckausgleich

Modell zum Druckausgleich

Mit diesem Experiment lässt sich zeigen, wie die Veränderungen des Umgebungsdrucks auf die anatomischen Gegebenheiten im Ohr wirken.

Aufbau und Durchführung

Im unteren Bereich des Joghurtbechers wird ein Loch gebohrt. In dieses Loch wird der Dreiwegehahn luftdicht eingeklebt (siehe Abbildung 2). Nun wird die Latexmembran über die Öffnung des Joghurtbechers gespannt und mit dem Gummiband fixiert (siehe Abbildung 3). Im Anschluss wird die Kolbenspritze an den Dreiwegehahn angebracht. Beim Herausziehen des Stempels wird die Folie an der Öffnung nach innen gespannt (siehe Abbildung 4). Schließt man den Dreiwegehahn, bleibt dieser Zustand erhalten. Öffnet man den Dreiwegehahn, so dass wieder Luft in den Becher strömen kann, entspannt sich die Folie. Nun kann man, wenn man den Dreiwegehahn so einstellt, dass aus der Kolbenspritze Luft in den Becher gedrückt werden kann, durch Einschieben des Kolbens die Folie nach außen spannen (Abbildung 5).

Themenbereich

Ohr-Modell
Barotrauma; Physiologie

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☒ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Ein großer Becher
(z. B. Joghurtbecher 500 g)
- Ein Latex-Handschuh
oder eine Kunststofftüte
- Ein Gummiband
- Eine große Kolbenspritze
(50 ml, Luer-Lock)
- Ein Dreiwegehahn
für Luer-Lock
- Bohrer
(Durchmesser ca. 4 mm)
- Kleber
- optional:
- Große Standard-Kolben-
spritze

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 30 Minuten
Durchführung: ca. 5 Minuten

So soll es aussehen:

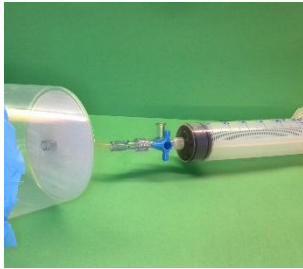


Abbildung 2: Dreiwegehahn im Boden

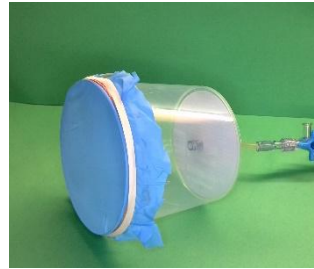


Abbildung 3: Latexmembran



Abbildung 4: Modell beim Abtauchen

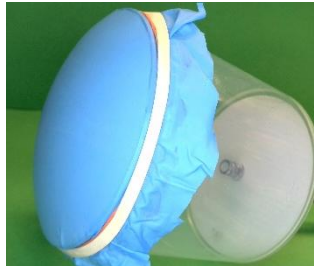


Abbildung 5: Verschluss beim Auftauchen

Warum ist das so?

Durch Herausziehen des Stempels verringert sich die Anzahl der Gasmoleküle im Joghurtbecher. Dies führt zu einer Druckabnahme im Vergleich zum atmosphärischen Druck außerhalb des Bechers (Beispiel für Vorgänge beim Abtauchen). Dadurch drückt die Luft von außen stärker auf die Folie, die nach innen gespannt wird. Öffnet man das Ventil am Dreiwegehahn, so kann Luft von außen in den Becher strömen und es kommt zum Druckausgleich (Beispiel für den Druckausgleich beim Tauchen). Beim Einschieben des Stempels, erhöht sich die Anzahl der Gasmoleküle im Joghurtbecher. Dies führt zu einer Druckzunahme im Inneren und die Folie wird nach außen gespannt (Beispiel für Vorgänge beim Auftauchen mit verschlossener Ohrtuben).

Bezug zum Tauchsport

Physiologische Vorgänge im Ohr beim Ab- und Auftauchen, können demonstriert werden. Speziell im Fall des Trommelfells.

Bemerkung

Statt einer Kolbenspritze mit Luer-Lock und einem Dreiwegehahn kann auch eine Standard-Kolbenspritze verwendet werden. Diese wird dann nur in das Loch des Bechers luftdicht eingesteckt und je nach Fall herausgezogen und neu eingesteckt.

Sicherheitshinweise

- Gefahr von Schnittverletzungen. Sorgfältiger Umgang mit den Werkzeugen

41 Lungenfunktionsmodell



Abbildung 1: Lungenfunktionsmodell

Lungenfunktionsmodell

Mit diesem Modell lässt sich zeigen, wie die menschliche Atmung funktioniert und welche physikalischen Auswirkungen ein Lungenriss hat.

Aufbau und Durchführung

Im oberen Drittel der Flasche wird mit dem Bohrer ein Loch in die Flasche gebohrt und mit dem Stopfen (oder dem Klebestreifen) wieder verschlossen. Dann wird der Boden der Flasche mit dem Tapetenmesser abgetrennt. Der herzförmige Luftballon wird in die Flaschenöffnung geschoben und die Ballonöffnung über den Flaschenhals gespannt (siehe Abbildung 2). Der zweite Ballon wird an der breitesten Stelle durchgeschnitten und über den abgeschnittenen unteren Rand der Flasche gespannt und mit dem Klebeband fixiert.

Brustatmung: Drückt man die Flasche seitlich zusammen (Brustkorbbewegung), so wird der Luftballon im Inneren der Flasche zusammengerückt und die Luft entweicht. Bei Entspannung füllt sich der Ballon erneut mit Luft (siehe Abbildung 2).

Bauchatmung: Hält man das Modell locker in einer Hand und drückt mit einem Finger der anderen Hand von unten gegen den Ballon (das Zwerchfell), so wird der Luftballon im Inneren der Flasche zusammengerückt und füllt sich bei Entspannung oder beim Ziehen mit Luft (siehe Abbildung 3).

Themenbereich

Modell der Atmung
Barotrauma; Physiologie

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☒ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Eine feste PET-Flasche (z. B. 1 l Cola)
- Ein herzförmiger Luftballon
- Ein „normaler“ Luftballon
- Ein Gummiband oder Klebeband
- Bohrer (Durchmesser ca. 4 mm)
- Gummistopfen oder Klebestreifen
- Tapetenmesser oder Schere

Video zum Versuch:



Stand: 04.02.2023

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 30 Minuten
Durchführung: ca. 10 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Brustatmung



Abbildung 3: Bauchatmung

Warum ist das so?

Beim Einatmen kontrahiert die Zwerchfellmuskulatur, das Zwerchfell wird gespannt und flacht sich ab. Das Volumen im Brustraum wird vergrößert und Luft strömt in die Lunge ein.

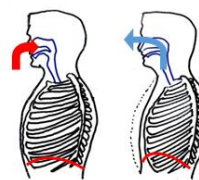


Abbildung 4: Bauchatmung

Beim Ausatmen erschlafft die Zwerchfellmuskulatur und das Zwerchfell wölbt sich (durch die inneren Organe) nach oben. Das Volumen im Brustraum wird verkleinert und Luft strömt aus der Lunge. (Die Bauchatmung ist eine energiesparende Form der Atmung.)

Beim Einatmen kontrahiert die Zwischenrippenmuskulatur; der Brustkorb hebt sich. Das Volumen im Brustraum wird so vergrößert; Luft strömt in die Lunge ein. Beim Ausatmen entspannt sich die Zwischenrippenmuskulatur; der Brustkorb senkt sich. Das Volumen im Brustraum wird verkleinert; Luft strömt aus der Lunge.

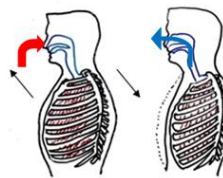


Abbildung 5: Brustatmung

Bezug zum Tauchsport

Physiologische Vorgänge bei der Atmung können demonstriert werden. Auch der Spezialfall Lungenriss.

Bemerkung

Wird das Loch in der Flasche geöffnet, so wird ein Lungenriss simuliert und die Atmung kann nicht mehr normal funktionieren.

Das Modell kann auch schnell von jedem Schüler selber erstellt werden, wenn man 0,5 l PET-Flaschen verwendet. Oder man stellt einen Schülersatz an Modellen her.

Sicherheitshinweise

- Gefahr von Schnittverletzungen. Sorgfältiger Umgang mit den Werkzeugen

42 Bestimmung der Vitalkapazität



Abbildung 1: Bestimmung der Vitalkapazität

Bestimmung der Vitalkapazität

Mit diesem Experiment lässt sich die Vitalkapazität einer Person mit einfachen Mitteln bestimmen.

Aufbau und Durchführung

Auf den Kanister wird mit dem wasserfesten Stift eine Skalierung in 0,5 l Schritten angebracht, indem er Schritt für Schritt mit der 0,5 l PET-Flasche gefüllt wird. Nach jeder Füllung wird mit dem Stift die Wasserstandshöhe am Kanister markiert. Nun wird die Wanne ungefähr bis zur Hälfte mit Wasser gefüllt. Der randvoll mit Wasser gefüllte Kanister wird mit der Öffnung nach unten in die Wanne gestellt und der Deckel unter Wasser abgenommen. Im Anschluss wird das eine Ende des Schlauchs in die Öffnung des Kanisters geschoben und das andere Ende in den Mund genommen (siehe Abbildung 2). Nun wird dreimal, zur Übung, so tief es geht ausgeatmet und maximal eingeatmet, so dass das letzte Ausatmen maximal in den Schlauch erfolgt. Es ist darauf zu achten, dass die gesamte Ausatemluft in den Kanister gelangt. Sie entspricht der Vitalkapazität. Und kann an der Skala abgelesen werden.

Themenbereich

Modell der Atmung
Physiologie

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☒ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Eine große Wanne
- Ein Kunststoffkanister (ca. 5 – 10 l)
- Gummischlauch (Länge: ca. 50 cm, Id = 8 mm)
- Mundstück für d = 8 mm
https://goldschmiedebedarf.de/de/product_info.php?products_id=11854
- 0,5 l PET-Flasche
- Wasserfester Stift
- Wasser

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 30 Minuten
Durchführung: ca. 10 Minuten

So soll es aussehen:

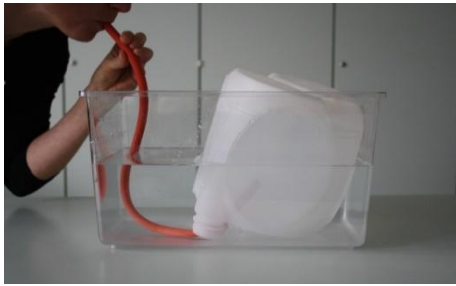


Abbildung 2: Versuchsdurchführung



Abbildung 3: Mundstücke

Warum ist das so?

Die Vitalkapazität (VC) ist die Volumendifferenz, die zwischen maximaler Einatmung und maximaler Ausatmung gemessen werden kann.

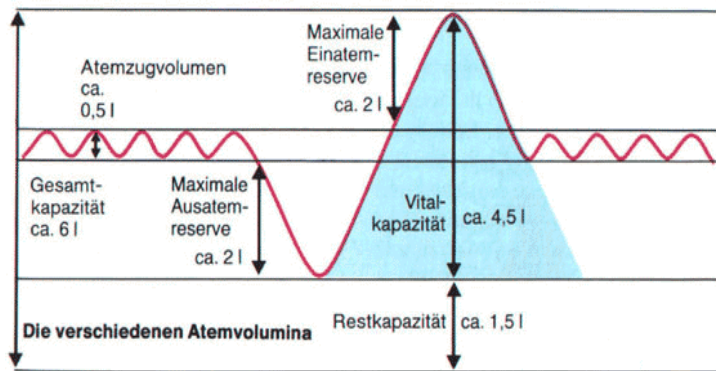


Abbildung 4: Darstellung der verschiedenen Atemvolumina

Bezug zum Tauchsport

Physiologische Vorgänge bei der Atmung können demonstriert werden und die Vitalkapazität grob bestimmt werden.

Bemerkung

Erwachsene haben im Schnitt eine Vitalkapazität von drei bis fünf Liter, Kinder im Schnitt zwischen zwei bis drei Liter.

Sicherheitshinweise

- Glasbruchgefahr bei der Verwendung von Glasgefäßen

43 Bestimmung des Atemzugvolumens



Abbildung 1: Bestimmung des Atemzugvolumens

Bestimmung des Atemzugvolumens

Mit diesem Experiment lässt sich das Atemzugvolumen einer Person mit einfachen Mitteln bestimmen.

Aufbau und Durchführung

Auf der PET-Flasche wird mit dem wasserfesten Stift eine Skalierung in 50 ml Schritten angebracht, indem sie Schritt für Schritt mit der entsprechenden Menge Wasser gefüllt wird. Nach jeder Füllung wird mit dem Stift die Wasserstandshöhe an der Flasche markiert. Nun wird die Wanne ungefähr bis zur Hälfte mit Wasser gefüllt. Die randvoll mit Wasser gefüllte Flasche wird mit der Öffnung nach unten in die Wanne gestellt und der Deckel unter Wasser abgenommen. Im Anschluss wird das flexible Ende des Trinkhalms in die Öffnung der Flasche geschoben und das andere Ende in den Mund genommen (siehe Abbildung 2). Nun wird „normal“ über die Nase eingeatmet und einmal „normal“ über den Mund in die Flasche ausgeatmet. Es ist darauf zu achten, dass die gesamte Ausatemluft in die Flasche gelangt. Sie entspricht dem Atemzugvolumen in Ruhe. Und kann an der Skala abgelesen werden.

Themenbereich

Modell der Atmung
Physiologie

Durchführung

- ☒ Ausbilder
- ☒ Ausbilder mit Schüler
- ☐ Schüler

Ausbildungsstand

KTSA	
Basic Diver	
DTSA*	
DTSA**	
DTSA***	

Materialbedarf

- Eine große Wanne
- Eine PET-Flasche (0,5 l – 1,5 l)
- Trinkhalm (flexibel)
- Messbecher
- Wasserfester Stift
- Wasser

Arbeitszeit

Vorbereitung: ca. 20 Minuten

Durchführung: ca. 10 Minuten

So soll es aussehen:



Abbildung 2: Versuchsdurchführung

Warum ist das so?

Als Atemzugvolumen, kurz AZV, bezeichnet man die Gasmenge, die pro Atemzug ein- und anschließend wieder ausgeatmet wird.

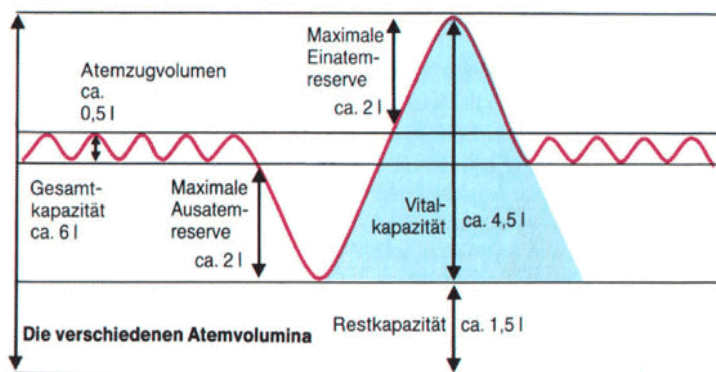


Abbildung 3: Darstellung der verschiedenen Atemvolumina

Bezug zum Tauchsport

Physiologische Vorgänge bei der Atmung können demonstriert werden und das Atemzugvolumen grob bestimmt werden.

Bemerkung

Das Atemzugvolumen bei einem Erwachsenen beträgt in Ruhe ca. 500 ml. Neugeborene haben etwa ein Atemzugvolumen von 18 ml, bei Kindern (6 – 7 Jahre) steigt der Wert auf ca. 200 ml an. Daher ist für Erwachsene eine 0,5 l PET-Flasche eher nicht geeignet.

Bei Belastung kann das normale Atemzugvolumen bei Erwachsenen maximal bis auf 55 % der Vitalkapazität ansteigen. Hochausdauertrainierte Sportler mit einer Vitalkapazität von 8 l können damit bei Belastung ein Atemzugvolumen von bis zu 4 l erreichen. (Nach: Weineck, S. 207)

Sicherheitshinweise

- Glasbruchgefahr bei der Verwendung von Glasgefäßen

44 Weiterführende Informationen und Tipps

44.1 Rotkohlsaft als Universalindikator

Die Blätter eines Rotkohls werden gekocht und das rotgefärbte Kochwasser als Rotkohlindikator gewonnen. Der so hergestellte pH-Indikator, kann anschließend zum Testen verschiedener Substanzen verwendet werden.

Ein frischer Rotkohl wird gewaschen und in kleinere Stücke zerkleinert. Danach wird er in einen Topf gegeben und mit so viel Wasser versetzt, dass der Rotkohl vollständig bedeckt ist. Der Rotkohl wird anschließend mindestens eine halbe Stunde gekocht, bis das Wasser eine dunkelrote Färbung angenommen hat. Mithilfe eines Siebs werden nun die Blätter vom Saft getrennt. Ist der Saft auf Zimmertemperatur abgekühlt, wird er in dunkle Flaschen abgefüllt und kann nun für die pH-Wert-Bestimmungen eingesetzt werden. Möchte man den Saft über längere Zeit verwenden, so sollte er im Kühlschrank aufbewahrt oder sogar eingefroren werden.

pH-Wert	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Farbe															
	stark sauer			schwach sauer				neutral	schwach alkalisch		stark alkalisch				

Abbildung 1: Übersicht über den Farbverlauf des Rotkohlindikators in Abhängigkeit vom pH-Wert

44.2 Herstellen und Auffangen von Kohlenstoffdioxid

Als Kohlenstoffdioxid-Lieferanten eignen sich Brausetabletten sehr gut. Das Brausegas lässt sich mit der folgenden Spritzentechnik isolieren.

Material:

- 1 x 10 ml Kolbenspritze mit Luer-Lock (C)
- 2 x 50 ml Kolbenspritzen mit Luer-Lock (A und B)
- 1 x Luer-Lock-Verbindungsstück (E)
- 1 x Luer-Lock-Dreiwegehahn (D)
- 1 x Luer-Lock-Verschlusskappe (F)
- 1 x Brausetablette oder -pulver
- Wasser

Vorgehen:

- Die 10 ml Spritze **C** wird mit ca. 5 ml Wasser befüllt.
- In die 50 ml Spritze **B** wird etwas Brausepulver gegeben.
- Die zweite 50 ml Spritze **A** bleibt leer. Der Stempel ist ganz unten.
- Alle drei Spritzen werden über den Dreiwegehahn **D** verbunden. Für Spritze **A** ist hierzu das Verbindungsstück **E** erforderlich.
- Der Dreiwegehahn **D** wird so gestellt, dass das Wasser von Spritze **C** in Spritze **B** gedrückt werden kann.
- Das Wasser wird in Spritze **B** eingespritzt, danach wird schnell der Hahn **D** so umgedreht, dass das Brausegas von Spritze **B** in Spritze **A** aber nicht in Spritze **C** gelangen kann.

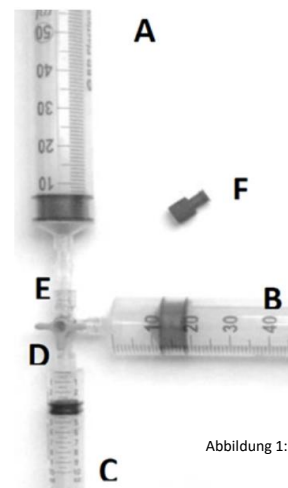


Abbildung 1: Aufbau

Wenn sich genug Gas (Kohlenstoffdioxid) in Spritze **A** befindet, wird die Spritze **A** abgekoppelt und mit der Verschlusskappe **F** verschlossen.

45 Literaturverzeichnis

Ardley, N. (1995). *101 spannende Experimente aus Wissenschaft und Technik*. Bindlach: Loewe Verlag

Bredebusch, P.; Konken, T.; et.al. (2019). *Deutsches Tauchsportabzeichen **/** (CMAS**/**). Sicheres Tauchen lernen*. Stuttgart: Verlag Stephanie Nagelschmid

Bublath, J. (1995). *Verblüffende Experimente aus der Naturwissenschaft*. München: Wilhelm Heyne Verlag

Hahn, H. (1907). *Physikalische Freihandversuche, Band 2*. Braunschweig: Verlag Otto Saale

Kircher, E.; Girwidz, R.; Häußler, P. (2015). *Physikdidaktik. Theorie und Praxis*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag

Korn, B. (1981). *Der Freihandversuch in der Sekundärstufe I*. Hausarbeit am Institut für Didaktik der Physik der Universität Siegen

Kromp, T; Roggenbach, H. J.; Bredebusch, P. (2013). *Tauchausbildung zum CMAS**. Stuttgart: Verlag Stephanie Nagelschmid

Meisinger, K. (1994). *Physikalische Experimente mit Dosen, Schriftliche Hausarbeit zur Ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen*. Augsburg: o. V.

Melenk, H.; Runge, U. (1991). *Verblüffende physikalische Experimente*. Köln: Aulis Verlag

Wagenschein, M. (1971). *Die pädagogische Dimension der Physik*. Braunschweig: Westermann

Walpole, B. (1990). *Experimente, Tricks und Tips zum Verständnis der Natur, Lernen und Wissen im Spiel und mit Spaß*. München: Südwest Verlag

Weineck, J. (2004). *Sportbiologie*, 9. Auflage. Balingen: Spitta

Zeier, E. (1986). *Physikalische Schulversuche, Freihandversuche, kleine Experimente*. Köln: Aulis Verlag

Forscherwelt Henkel. *Rotkohl und Blaukraut – was hat das mit Chemie zu tun?*
<https://www.henkel-forscherwelt.de/experimente/noch-mehr-experimente/rotkohlindikator>,
05.02.2023

LNCU.de LebensNaherChemieUnterricht. *Mineralwasser mal still mal sprudelnd*.
https://www.lncu.de/files/coursemanager/contenttext/1203/tiny/04_Idee_co2_Druck.pdf,
05.02.2023

ZSL Baden-Württemberg. *Biologie, Klassenstufe 7/8, Atmung*.
<https://lehrerfortbildung-bw.de>, 05.02.2023

ZSL Baden-Württemberg. *Chemie, Klassenstufe 8, LernBox Chemie*.
<https://lehrerfortbildung-bw.de>, 05.02.2023

46 Quellenverzeichnis externer Abbildungen

Seite 11, Abbildung 1, (Stand: 17.01.2023)

https://media.istockphoto.com/id/1188484352/de/vektor/wei%C3%9Fe-kugeln-vektor-hintergrund.jpg?s=612x612&w=0&k=20&c=ywD_Elho-AkzWvhjdpb5ZCTaOGAE_dupQ0b70gO_Pag=

Seite 26, Abbildung 4, (Stand: 21.12.2022)

<https://www.tec-science.com/wp-content/uploads/2021/04/de-fluessigkeiten-hydrostatischer-druck-wasserstrahl-gefaess.jpg>

Seite 30, Abbildung 5, (Stand: 23.01.2023)

https://www.supra-lernplattform.de/images/stories/Auftrieb/3_abb3-4a_Luftballon_oben.jpg

Seite 35, Abbildung 1, (Stand: 04.01.2023)

https://www.schule-und-familie.de/assets/images/Experimente/stafette/knete-mit-auftrieb/knete_mit_auftrieb_material.jpg

Seite 36, Abbildung 2 – 4, (Stand: 04.01.2023)

https://www.schule-und-familie.de/assets/images/Experimente/stafette/knete-mit-auftrieb/knete_mit_auftrieb_5.jpg

https://www.schule-und-familie.de/assets/images/Experimente/stafette/knete-mit-auftrieb/knete_mit_auftrieb_4.jpg

https://www.schule-und-familie.de/assets/images/Experimente/stafette/knete-mit-auftrieb/knete_mit_auftrieb_6.jpg

Seite 38, Abbildung 2, (Stand: 15.01.2023)

https://www.supra-lernplattform.de/images/stories/Auftrieb/8_abb3d.jpg

Seite 38, Abbildung 3, (Stand: 15.01.2023)

<https://pbs.twimg.com/media/ETdOYLLXYAAzLgv?format=jpg&name=large>

Seite 50, Abbildung 4, (Stand: 09.02.2023)

<https://www.raabe.de/PdfPreview/get/product/R0131-190902>

Seite 53, Abbildung 1, (Stand: 17.01.2023)

<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQee5loMq6wcbGRxGzSHoVA-BShbPK8Z1o2NmdmTXspTprBFSeHw7OwqK1Df632fa9Yw1hM&usqp=CAU>

Seite 54, Abbildung 2 und 3, (Stand: 17.01.2023)

<https://www.seilnacht.com/versuche/cola1.html>

Seite 76, Abbildung 6, (Stand: 09.02.2023)

<http://www.mbaselt.de/licht/image/brech1.gif>

Seite 78, Abbildung 4, (Stand: 09.02.2023)

https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQFyyOjnoJKrmyYr6FPu3pRrOewwKgqcsZ05OrF-VynkvdSqF_NbODMwh4rLeZ3-y8Vh3Po&usqp=CAU

Seite 80, Abbildung 5, (Stand: 09.02.2023)

https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTbD7F1kQazNXveqSWmzhYrHkN1w5rwiSc7kX3YBuJwWelvAfXmQcoODSD_O-LOBc9034aM&usqp=CAU

Seite 82, Abbildung 2, (Stand: 17.01.2023)

<https://cdn02.plentymarkets.com/jd5w7us67fek/item/images/10239/full/p6010700-1649800745.jpg>

Seite 82, Abbildung 3, (Stand: 17.01.2023)

https://www.laermorama.ch/m2_hoeren/bilder/Richtungshoeren.gif

Seite 85, Abbildung 1, (Stand: 17.01.2023)

https://www.schulentwicklung.nrw.de/q/upload/Interkultur/Arbeitsblaetter/LFM_Bauanleitung.pdf

Seite 86, Abbildung 2, (Stand: 17.01.2023)

https://www.schulentwicklung.nrw.de/q/upload/Interkultur/Arbeitsblaetter/LFM_Bauanleitung.pdf

Seite 86, Abbildung 3, (Stand: 17.01.2023)

<https://www.antonius-gymnasium.de/biologie/1519-die-lunge-in-der-flasche-bau-eines-lungenmodells-in->

der-6b#

Seite 87, Abbildung 1, (05.02.2023)

<https://lehrerfortbildung-bw.de>

Seite 88, Abbildung 2, (05.02.2023)

<https://lehrerfortbildung-bw.de>

Seite 88, Abbildung 3, (Stand: 17.01.2023)

<https://goldschmiedebedarf.de/images/products/4869-8-600x600.jpg>

Seite 88, Abbildung 4, VDST-Foliensatz

Seite 89, Abbildung 1, <https://lehrerfortbildung-bw.de>, 05.02.2023

Seite 90, Abbildung 2, <https://lehrerfortbildung-bw.de>, 05.02.2023

Seite 90, Abbildung 3, VDST-Foliensatz

47 Verbrauchsmaterialien

Nummer	Bezeichnung
1	Transparente Box mit Deckel (LxBxH 40x30x27 cm)
2	Kolbenspritzen (50 ml, Luer-Lock mit Verschlusskappe)
3	Combi Stopper
4	Lebensmittelfarbe rot
5	Lebensmittelfarbe blau
6	Tischtennisbälle
7	Golfball
8	Maiskörner
9	Eine Schüssel (z. B. 1 l Eispackung)
10	Sechs Luftballons
11	Sechs Wasserbomben
12	PET-Flasche (0,5 l)
13	Schere
14	Sand
15	Zwei gleiche Trinkgläser
16	Bierdeckel mit VDST-Logo (oder selber besorgen)
17	Tennisball
18	Holzleiste (z. B. 30 cm x 2 cm x 0,4 cm) oder Holzlineal
19	Stück Zeitungspapier
20	Vier gleiche Trinkhalme
21	Kleines Marmeladenglas mit gewölbten Boden und mit zwei Löcher im Deckel
22	Eine leere Tetra Pak Getränkepackung
23	Päckchen Knetmasse
24	Zwei leere Backaromafläschchen
25	Große Kolbenspritze (100 ml, Luer-Lock oder mit Verschlusskappe)
26	Mini-Schokokuss
27	Zwei Teelichter
28	Drei Schaschlikspieße
29	Laserpointer
30	Gummibänder
31	H-Milch
32	Eine Tasse
33	Eine Münze
34	Ein transparenter Schlauch (Länge: ca. 80 cm, d = 10 mm)
35	Klebeband oder Kabelbinder
36	Ein Holzstab oder Kochlöffel
37	Ein großer Becher (z. B. Joghurtbecher 500 g)
38	Ein Latex-Handschuh
39	Ein Gummiband
40	Ein Dreiwegehahn für Luer-Lock

48 Änderungsverlauf

Änderungen der Unterlagen

Änderungen:

Gremium	Datum des Beschlusses	Fassung gültig ab
VDST FB Ausbildung		