

Spiralcurriculum

# Schwimmen und Sinken

Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen

Band 1: Elementarbereich

Band 2: Primarbereich

**Band 3: Sekundarbereich**

SIMON RÖSCH  
CLAUDIA STÜBI  
PETER LABUDDE

Ermöglicht durch

Deutsche  
Telekom  
Stiftung





## Vorwort

Wie gelingt es, möglichst allen Kindern und Jugendlichen die MINT-Kompetenzen zu vermitteln, die sie für ihren weiteren erfolgreichen Bildungsweg brauchen? Das ist eine der Leitfragen, an denen sich die Aktivitäten der Deutsche Telekom Stiftung orientieren, wenn sie Projekte für erfolgreiches MINT-Lehren und -Lernen in der digitalen Welt anstößt.

Mit unserem Vorhaben MINTeinander tragen wir nicht nur dazu bei, Kindern und Jugendlichen MINT-Kompetenzen zu vermitteln. Wir gehen noch einen Schritt weiter, indem wir dafür sorgen, dass sie diese Kompetenzen systematisch und aufeinander aufbauend, also spiralförmig, entwickeln können. Damit dies gelingen kann, sind in den unterschiedlichen Bildungseinrichtungen – Kindertagesstätten, Grund- und weiterführenden Schulen – Lehr- und Lerninhalte notwendig, die altersgerecht angelegt und aufeinander abgestimmt sind.

Wie groß das Interesse an solchen Spiralcurricula ist, haben uns zwei bundesweite Ausschreibungen gezeigt, in deren Rahmen wir Kindergärten und Schulen gesucht haben, die gemeinsam in ihrer Region das Spiralcurriculum Magnetismus einführen wollen. Von den mehr als 1.000 Einrichtungen, die sich insgesamt beworben haben, arbeiten mittlerweile rund 300 in fast 70 regionalen Verbünden bildungsstufenübergreifend zusammen, nachdem sie im Umgang mit den Konzepten und Materialien geschult worden sind.

Die nun vorliegende zweite Materialsammlung und die didaktischen Handreichungen, mit denen wir die pädagogischen Fachkräfte und Lehrpersonen unterstützen wollen, widmen sich dem Thema Schwimmen und Sinken. Sie wurden von einem Projektkonsortium unter der Leitung von Professorin Kornelia Möller, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, in mehrjähriger Arbeit konzipiert und in der Praxis erprobt.

Wir wünschen allen Fach- und Lehrkräften und natürlich auch allen Kindern und Jugendlichen viel Freude beim Ausprobieren und Entdecken, beim mi(n)teinander Lehren und Lernen.

Dr. Ekkehard Winter

Geschäftsführer Deutsche Telekom Stiftung

# Inhalt

|          |                                                                                                             |           |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung: Das Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken</b>                                                | <b>6</b>  |
| <b>2</b> | <b>Lernen in den Naturwissenschaften</b>                                                                    | <b>11</b> |
| 2.1      | Ziele naturwissenschaftlicher Bildung                                                                       | 12        |
| 2.2      | Lernen als Veränderung von Vorstellungen                                                                    | 12        |
| 2.3      | Die Bedeutung der Strukturierung von Lerngelegenheiten                                                      | 13        |
| <b>3</b> | <b>Das Thema Schwimmen und Sinken in einem bildungsstufenübergreifenden Curriculum</b>                      | <b>15</b> |
| 3.1      | Schwimmen und Sinken als Gegenstand naturwissenschaftlicher Bildung                                         | 16        |
| 3.2      | Naturwissenschaftliche Bildung von Anfang an                                                                | 17        |
| 3.2.1    | Inhaltsbezogene Kompetenzen zum Thema Schwimmen und Sinken                                                  | 18        |
| 3.2.2    | Prozessbezogene Kompetenzen in den Naturwissenschaften:<br>Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen | 26        |
| <b>4</b> | <b>Das Thema Schwimmen und Sinken im Sekundarbereich</b>                                                    | <b>33</b> |
| 4.1      | Fachlicher Hintergrund                                                                                      | 34        |
| 4.2      | Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten                                                                | 37        |
| <b>5</b> | <b>Unterricht in der Sekundarstufe I (Klassenstufe 6–8)</b>                                                 | <b>39</b> |
| 5.1      | Zum Aufbau des Unterrichts                                                                                  | 40        |
| 5.2      | Darstellung der Unterrichtssequenzen                                                                        | 41        |
|          | Sequenz 1: Schwimmen oder sinken? Das ist hier die Frage!                                                   | 41        |
|          | Sequenz 2: Hier wendets sich vom Sinken zum Schwimmen – und umgekehrt                                       | 52        |
|          | Sequenz 3: Ein Königreich für einen Tauchroboter                                                            | 60        |
|          | Sequenz 4: Es wächst der Druck mit größerer Tiefe                                                           | 66        |
|          | Sequenz 5: Auftriebskraft – die Kraft, die Auftrieb schafft                                                 | 82        |
| <b>6</b> | <b>Anhang</b>                                                                                               | <b>93</b> |
| 6.1      | Literatur                                                                                                   | 94        |
| 6.2      | Glossar                                                                                                     | 95        |

Die Entwicklung des Spiralcurriculums  
wurde durch die Deutsche Telekom Stiftung  
ermöglicht.

Wir bedanken uns für die Unterstützung und Mitarbeit der beteiligten studentischen Hilfskräfte.  
Insbesondere danken wir den Einrichtungen und pädagogischen Fachkräften, die an der Erprobung  
der Materialien beteiligt waren und die maßgeblich zum Gelingen des Projekts beigetragen haben.

Die zum Ordner gehörende Materialkiste ist bei der Caritas-Werkstatt Lünen erhältlich  
([Internetseite XXXXXXXXXXXX](#) oder/und [E-Mail-Adresse XXXXXXXX](#)).

Eine digitale Version ist frei erhältlich unter: [Internetseite XXXXXXXXXXXXXXXX](#)



## IMPRESSUM

Simon Rösch, Claudia Stübi, Peter Labudde (Pädagogische Hochschule FHNW, Basel)  
Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen.  
Band 3: Sekundarbereich  
In der Reihe: Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen.  
Ein Curriculum vom Kindergarten bis zur 8. Klasse.  
Herausgegeben von Kornelia Möller  
1. Auflage 2017

Alle Rechte vorbehalten.

Bildnachweise: Umschlagseite 2: Deutsche Telekom Stiftung; S. 62, 63, 65, 70, 81, 84: Simon Rösch;  
S. 24, 35, 36, 47 u., 48 u., 56, 71, 74–80, 87, 88, 92: Simon Rösch/SeitenPlan GmbH;  
S. 45, 47 o., 48 o., 50, 51: SeitenPlan GmbH; Umschlagrückseite 4: privat  
Redaktion: Anna Klein, SeitenPlan GmbH  
Satz und Layout: SeitenPlan GmbH  
Druck: WIRmachenDRUCK GmbH  
Printed in Germany

# 1

## Einleitung

# 1 Das Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen

## Ein Curriculum vom Kindergarten bis zum Anfangsunterricht in der Sekundarstufe I (Klasse 6–8)

Das Handbuch und die Materialkisten zum Thema Schwimmen und Sinken für den Primarbereich wurden bereits 2004 von Spectra unter der Bezeichnung „Klasse(n)kisten“ herausgegeben. Dieses forschungsbasiert entwickelte Curriculum hat sich in der Praxis sehr bewährt. Für das Projekt MINTeiner war dies ein Anlass, die Anschlüsse für dieses Curriculum nach oben und nach unten herzustellen. Leitend waren die Fragen: Wie kann bereits im Elementarbereich mit dem Kompetenzaufbau begonnen und wie kann dieses Thema in der Sekundarstufe weitergeführt werden?

Entstanden ist – wie beim Thema Magnetismus – ein bildungsstufenübergreifendes Spiralcurriculum, das vom Kindergarten bis zur Sekundarstufe I (im vorliegenden Curriculum konkret für die Klassen 6–8) reicht. Es zielt darauf ab, die Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenzen von Anfang an stufengerecht zu fördern und die Übergänge vom Kindergarten in die Grundschule und von der Grundschule in die Sekundarstufe zu erleichtern.

Neben dem Erwerb inhaltsbezogener Kompetenzen zum Themenfeld Schwimmen und Sinken steht wie beim Spiralcurriculum Magnetismus die systematische Heranführung an naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen im Zentrum.

Leitendes Prinzip ist – ebenfalls wie beim Spiralcurriculum Magnetismus – das durch pädagogische Fachkräfte bzw. Lehrkräfte angemessen begleitete forschende Lernen. Das dem Spiralcurriculum zugrunde liegende Lernverständnis geht davon aus, dass Wissen nicht „vermittelt“ werden kann, sondern von den Lernenden gemeinsam aktiv konstruiert werden muss. Gerade jüngere Lernende sind darauf angewiesen, sich Wissen auf der Basis konkreter Erfahrungen anzueignen – das Spiralcurriculum ermöglicht daher in allen Bildungsbereichen entsprechende Handlungs- und Experimentiererfahrungen. Gleichzeitig benötigen Lernende für den Aufbau von Wissen die gezielte Unterstützung der Fachkräfte bzw. Lehrkräfte. Entsprechende Vorschläge, z. B. zur Strukturierung der Inhalte oder zur Gestaltung gemeinsamer Gespräche, sind zentraler Bestandteil der vorgeschlagenen Lernsequenzen (vgl. Kap. 2 in diesem Handbuch).

Wie beim Spiralcurriculum Magnetismus sollen drei aufeinander abgestimmte Materialpakete für den Elementar-, Primar- und Sekundarbereich die Fach-

kräfte des Kindergartens sowie die Lehrkräfte darin unterstützen, die angestrebten Ziele zu erreichen. Die Materialpakete bestehen wieder aus Materialkisten sowie aus je einem Handbuch für die Elementar- und Sekundarstufe und zwei Handbüchern (Spectra-Handbuch und Ergänzungs-Handbuch) für die Primarstufe.

Die für den Elementar- und Sekundarbereich entwickelten Anschlüsse nach oben und unten wurden in mehreren Phasen in der Praxis von Kita-Fachkräften und Sekundarstufen-Lehrkräften gründlich erprobt.

Wie beim Spiralcurriculum Magnetismus wird in den Handbüchern eine Übersicht zum stufenübergreifenden Aufbau der inhalts- und prozessbezogenen Kompetenzen vorangestellt (Kap. 3 in diesem Handbuch); die prozessbezogenen Kompetenzen sind dabei mit den beim Thema Magnetismus ausgewiesenen Kompetenzen identisch.

Alle Handbücher enthalten zudem in knapper Form Informationen zum fachlichen Hintergrund, einen Überblick über den Unterricht sowie sorgfältig ausgearbeitete Vorschläge für die Gestaltung von Lernsituationen. Die vorgeschlagenen Sequenzen orientieren sich an den in Kapitel 3 stufenübergreifend formulierten Kompetenzrastern.

In den Materialkisten befinden sich Materialien, die für die Durchführung der vorgeschlagenen Sequenzen benötigt werden, in den Institutionen aber in der Regel nicht vorhanden sind. Das Materialangebot ist exakt auf die in den jeweiligen Handbüchern vorgeschlagenen Sequenzen abgestimmt, um die Organisation der entsprechenden Lernsituationen zu erleichtern.

Im Primar- und im Sekundarbereich beginnen die Unterrichtseinheiten mit Sequenzen, in denen Gelegenheit zum Wiederholen bzw. Erarbeiten vorangegangener Kompetenzen gegeben wird. So kann der Unterricht auch in solchen Klassen stattfinden, die bisher keine oder kaum Erfahrungen mit dem Spiralcurriculum hatten.

Das bereits vorliegende Handbuch von Spectra für den Primarbereich wird durch ein Ergänzungs-Handbuch zum Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken erweitert, das den Aufbau der Kompetenzen über die Bildungsstufen hinweg sowie die Zuordnung der Kompetenzen zu den vorgeschlagenen Sequenzen in der Primarstufe enthält.

## Die Materialpakete zum Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken im Überblick

### Materialpaket Elementarbereich

Ilonca Hardy, Mirjam Steffensky,  
Miriam Leuchter, Henrik Saalbach

#### *Das Bildungsangebot für den Elementarbereich*

Das hier beschriebene Bildungsangebot für ca. 5- bis 6-jährige Kinder umfasst vier aufeinander abgestimmte Sequenzen zum Thema „Was schwimmt und was sinkt?“. Die Kinder bekommen Gelegenheiten, relevante alltagsnahe Erfahrungen zum Schwimmverhalten von Vollkörpern zu machen und ein erstes Verständnis dafür zu entwickeln, welche Bedeutung das Material eines Gegenstands für sein Schwimmverhalten hat. Durch Gelegenheiten zum Erproben, Beobachten, Überprüfen und Begründen lernen die Kinder grundlegende Aspekte des naturwissenschaftlichen Denkens und Arbeitens in einem erfahrungsreichen Kontext kennen.

#### *Das Handbuch für den Elementarbereich*

Das Handbuch enthält die detaillierte Beschreibung der Sequenzen mit konkreten Vorschlägen für die praktische Umsetzung sowie fachliche und didaktische Hintergrundinformationen. Es soll auch pädagogische Fachkräfte mit wenig Erfahrung in der naturwissenschaftlichen Bildungsarbeit unterstützen, passende Bildungsangebote zum Thema Schwimmen und Sinken umzusetzen.

#### *Die Materialkiste für den Elementarbereich*

Die Materialkiste für den Elementarbereich enthält die wichtigsten für die Umsetzung der Bildungsangebote benötigten Materialien: verschiedene Sets von gleichen und ähnlichen Gegenständen aus unterschiedlichen Materialien, die teils schwimmen, teils sinken. Es müssen nur einige wenige, in jedem Haushalt vorhandene Gegenstände ergänzt werden. Das Material reicht für Gruppen mit bis zu zwölf Kindern aus. Zudem wird detailliert beschrieben, welche Materialien zusätzlich beschafft werden müssen, um mit größeren Kindergruppen arbeiten zu können.

### Materialpaket Primarbereich

Kornelia Möller, Angela Jonen,  
Hans-Peter Wyssen

#### *Das Bildungsangebot für den Primarbereich*

Die Materialien für die Klassenstufen 1/2 und 3/4 umfassen insgesamt acht Unterrichtssequenzen zum Schwimmen und Sinken (einschl. einer Unterrichtsstunde im Schwimmbad). Die Kinder untersuchen in den Klassenstufen 1/2 zunächst das Schwimmen und Sinken von Vollkörpern und finden

heraus, dass es nicht von der Größe oder dem Gewicht abhängt, sondern vom Material, ob ein Vollkörper schwimmt oder sinkt. Zudem untersuchen sie, was mit dem Wasserspiegel passiert, wenn ein Gegenstand ins Wasser getaucht wird. In den Klassenstufen 3/4 lernen sie das Phänomen des Auftriebs anhand verschiedener Versuche (u. a. im Schwimmbad) kennen, setzen diese Erfahrung in Beziehung zur Verdrängung und zur Gewichtskraft, vergleichen Einheitswürfel gleicher Größe und unterschiedlichen Gewichts mit einer gleichen Menge Wasser und erklären anschließend das Schwimmen von Schiffen. In Hinblick auf naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen lernen die Kinder, Fragen zu formulieren, Vermutungen aufzustellen und zu überprüfen, selbstständig Versuche zu planen und durchzuführen, das Begründen, das Schlussfolgern, das Vorhersagen, das Dokumentieren sowie das Verwenden von unterschiedlichen Darstellungsformen.

#### *Das Handbuch von Spectra für den Primarbereich (Kornelia Möller, Angela Jonen)*

Das Handbuch von Spectra enthält neben detailliert beschriebenen Unterrichtssequenzen und den benötigten Hintergrundinformationen auch Arbeitsblätter für die Kinder, Anregungen zur Differenzierung, Versuchsbeschreibungen, Folien, Lesetexte sowie Aufgaben zur Diagnose der erworbenen Kompetenzen. Es ist so gestaltet, dass Lehrkräfte auch ohne naturwissenschaftliches Vorwissen einen kompetenzorientierten Unterricht zum Thema Schwimmen und Sinken durchführen können.

#### *Das Ergänzungs-Handbuch zum Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken für den Primarbereich (Kornelia Möller, Hans-Peter Wyssen)*

Das Ergänzungs-Handbuch zum Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken enthält neben den Kompetenztabellen die Zuordnung der Kompetenzen zu den im Spectra-Handbuch vorgeschlagenen Unterrichtssequenzen.

#### *Die Materialkisten von Spectra für den Primarbereich (Kornelia Möller, Angela Jonen)*

Die Materialkisten für den Primarbereich von Spectra umfassen vier Boxen für die Klassenstufen 1/2 und 3/4. Sie enthalten (fast) alles, was für die Umsetzung der im Handbuch vorgeschlagenen acht Lernsequenzen notwendig ist: acht Wasserbecken für Schwimmversuche, verschiedene Vollkörper, einen großen Wachsklotz, Materialien für Versuche zur Verdrängung und zum Erspüren des Auftriebs, einen Metallwürfel und ein Metallschiff mit gleichem Gewicht, Einheitswürfel sowie einen Würfel, in dem Wasser mit demselben Volumen Platz findet, eine Waage zum Wiegen der Einheitswürfel, Figuren, die in Salzwasser schwimmen und im normalen Leitungswasser

wasser untergehen, sowie weitere für die Durchführung von Versuchen und Experimenten benötigte Vorrichtungen bzw. Kleinteile. Lediglich einfach zu beschaffende Verbrauchsmaterialien wie Tesafilm müssen die Lehrkräfte selber besorgen. Im Spectra-Handbuch sind die jeweils aus den Materialkisten benötigten Materialien sowie die selbst zu beschaffenden Materialien zu jeder Sequenz detailliert aufgelistet. Das Material reicht für den Unterricht in Klassen mit bis zu 32 Kindern.

### **Materialpaket Sekundarbereich**

Simon Rösch, Claudia Stübi, Peter Labudde

#### *Das Bildungsangebot für den Sekundarbereich*

Die Materialien für die Klassenstufen 6 bis 8 umfassen fünf Unterrichtssequenzen im Umfang von je einer Doppelstunde, welche die in der Primarstufe entwickelten Kompetenzen aufgreifen, vertiefen und erweitern. Dazu gehören die grundlegenden Theorien des Schwimmens und Sinkens mit besonderer Berücksichtigung des Wasserdrucks. Im Hinblick auf naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen wird das Prinzip der Variablenkontrolle aufgegriffen, und das Bilden, Untersuchen sowie Vergleichen von

Theorien werden thematisiert. Die Schülerinnen und Schüler bauen zudem einen einfachen Tauchroboter und entwickeln so ihre in der Primarstufe gemachten Erfahrungen zum Schwimmen und Sinken weiter. Die Unterrichtsmaterialien betonen das selbstständige Arbeiten der Schülerinnen und Schüler und bieten vielfältige Möglichkeiten der Differenzierung.

#### *Das Handbuch für den Sekundarbereich*

Das Handbuch ist so angelegt, dass es auch von fachfremd unterrichtenden Lehrkräften genutzt werden kann.

#### *Die Materialkisten für den Sekundarbereich*

Die zwei Boxen für den Sekundarbereich I enthalten bis auf einige leicht verfügbare Materialien (Eimer, Vasen, andere Wasserbehälter, Kraftmesser) alles, was für die Durchführung der Unterrichtssequenzen notwendig ist. Hierzu gehören insbesondere Materialien zur selbstständigen Wasserdruckmessung und zur Konstruktion eines Tauchroboters. Alle Materialien sind so zusammengestellt, dass sie Kleingruppenarbeit mit je drei Schülerinnen und Schülern bis zu einer Klassengröße von 33 Lernenden ermöglichen.

## **Bezug der Materialien zum Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen (Hrsg. von Kornelia Möller)**

### **Elementarbereich**

ILONCA HARDY, MIRJAM STEFFENSKY,  
MIRIAM LEUCHTER, HENRIK SAALBACH

### **Handbuch zum Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen. Elementarbereich.**

Als Hardcopy erhältlich mit der Bestellnummer:

**Xxxxxxxxxxx**

Digitale Version frei erhältlich unter:

**Internetseite Xxxxxxxxxxx**

### **Materialkiste zum Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen Elementarbereich.**

Bestellnummer:

**Xxxxxxxxxxx**

Die Materialkisten werden von der gemeinnützigen Einrichtung Caritas-Werkstatt Lünen hergestellt und zusammen mit den Handbüchern vertrieben. Sie sind für die Bildungsbereiche separat erhältlich.

#### **Bezug durch:**



Caritasverband für den Kreis  
Coesfeld e. V.  
Caritas-Werkstatt Lünen  
In den Telgen 7  
44536 Lünen  
Fon 02306 9801-0  
Fax 02306 9801-2999  
**Internetseite Xxxxxxxxxxxxxx**  
**E-Mail Xxxxxxxxxxxxxxxxxx**



**Primarbereich**

KORNELIA MÖLLER, ANGELA JONEN

**Schwimmen und Sinken.****Der Unterrichtsordner**

Bestellnummer: A421

**Schwimmen und Sinken.****Das Experimentiermaterial**

Bestellnummer: A20170

Die Materialkisten werden von der gemeinnützigen Einrichtung Caritas-Werkstatt Lünen hergestellt und mit dem Unterrichtsordner von der Westermann Lernspielverlage GmbH vertrieben.

**Bezug durch:**

Westermann Lernspielverlage  
GmbH  
Georg-Westermann-Allee 66  
38104 Braunschweig  
Fon 02 01 - 4 78 48 - 24  
Fax 02 01 - 4 78 48 - 25  
www.spectra-verlag.de  
service@spectra-verlag.de

KORNELIA MÖLLER, HANS-PETER WYSSEN

**Ergänzungs-Handbuch zum Spiralcurriculum  
Schwimmen und Sinken: Naturwissenschaftlich  
arbeiten und denken lernen.**
**Primarbereich.**

Als Hardcopy erhältlich mit der Bestellnummer:

XXXXXXXXXX

Digitale Version frei erhältlich unter:

Internetseite XXXXXXXXXXXX

**Bezug durch:**

Caritasverband für den Kreis  
Coesfeld e. V.  
Caritas-Werkstatt Lünen  
In den Telgen 7  
44536 Lünen  
Fon 023 06 - 980 - 0  
Fax 023 06 - 980 - 2999  
Internetseite XXXXXXXXXXXX  
E-Mail XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

**Sekundarbereich**SIMON RÖSCH, CLAUDIA STÜBI,  
PETER LABUDDE
**Handbuch zum Spiralcurriculum Schwimmen  
und Sinken: Naturwissenschaftlich arbeiten  
und denken lernen. Sekundarbereich.**

Als Hardcopy erhältlich mit der Bestellnummer:

XXXXXXXXXX

Digitale Version frei erhältlich unter:

Internetseite XXXXXXXXXXXX

**Materialkisten zum Spiralcurriculum  
Schwimmen und Sinken: Naturwissenschaftlich  
arbeiten und denken lernen.  
Sekundarbereich.**

Bestellnummer:

XXXXXXXXXX

Die Materialkisten werden von der gemeinnützigen Einrichtung Caritas-Werkstatt Lünen hergestellt und zusammen mit den Handbüchern vertrieben. Sie sind für die Bildungsbereiche separat erhältlich.

**Bezug durch:**

Caritasverband für den Kreis  
Coesfeld e. V.  
Caritas-Werkstatt Lünen  
In den Telgen 7  
44536 Lünen  
Fon 023 06 - 980 - 0  
Fax 023 06 - 980 - 2999  
Internetseite XXXXXXXXXXXX  
E-Mail XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX



# 2

## Lernen in den Naturwissenschaften

## 2 Lernen in den Naturwissenschaften

### 2.1 Ziele naturwissenschaftlicher Bildung

Lernen in den Naturwissenschaften schließt in allen Bildungsstufen neben dem Aufbau von inhaltsbezogenem Wissen auch das Aneignen naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen ein. Die Kinder sollen lernen, wie man in den Naturwissenschaften Phänomenen auf den Grund geht und wie man Erkenntnisse gewinnt. Sie sollen dabei auch eine erste Vorstellung davon bekommen, was naturwissenschaftliches Arbeiten bedeutet, wie Forscherinnen und Forscher vorgehen und welche Tätigkeiten dabei wichtig sind. Dieses Wissen wird auch als prozessbezogenes Wissen bezeichnet.

Beide Bereiche, also das inhaltsbezogene sowie das prozessbezogene Wissen, sind zentrale Bestandteile einer naturwissenschaftlichen Grundbildung (häufig auch als „Scientific Literacy“ bezeichnet), die auch in Bildungsplänen der verschiedenen Bildungsstufen als Ziel naturwissenschaftlicher Bildungsprozesse benannt wird.

Naturwissenschaftliche Grundbildung soll Menschen dazu befähigen, an einer von Naturwissenschaften und Technik geprägten Welt teilzuhaben, z. B. Debatten, in denen naturwissenschaftliche Inhalte aufgegriffen werden, folgen und in ihnen eine eigene Position einnehmen zu können. Neben dem Wissen gehören zur naturwissenschaftlichen Grundbildung auch die Bereitschaft, das Interesse und das Selbstvertrauen, sich mit naturwissenschaftlichen Themen und Phänomenen auseinanderzusetzen. Diese Aspekte sind eine wichtige Voraussetzung für eine freiwillige und länger andauernde Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Themen.

Die Entwicklung einer solchen naturwissenschaftlichen Grundbildung wird als ein lebenslanger Prozess verstanden, der in der frühen Kindheit beginnt, z. B. mit ersten explorativen Erkundungen der Umgebung, und der dann im Elementarbereich und in der Schule zunehmend systematisch unterstützt wird.

Dieser Prozess endet (idealerweise) nicht mit der Schulzeit, sondern setzt sich in der freiwilligen Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Inhalten fort.

Gerade aus diesem Grund sind die Förderung des Interesses, der Bereitschaft zur Auseinandersetzung und des Zutrauens in die eigenen Fähigkeiten wichtige Bestandteile einer naturwissenschaftlichen Grundbildung.

### 2.2 Lernen als Veränderung von Vorstellungen

Lernende jeden Alters haben zu Beginn eines Lernprozesses bereits eigene Vorstellungen. Diese haben sich meist aufgrund von Beobachtungen und Erfahrungen, durch bestimmte sprachliche Formulierungen, über Informationen (Medien, Eltern, Geschwister, Mitschüler usw.) oder durch Meinungen herausgebildet. So zeigen Untersuchungen, dass selbst Kinder im Alter von drei bis vier Jahren bereits plausible Annahmen über das Zustandekommen natürlicher Phänomene, z. B. Schatten, Wind oder Verdunstung, besitzen. Diese werden häufig durch Beobachtungen in der natürlichen Umwelt gestützt, sind jedoch wissenschaftlich oft nicht oder nur begrenzt tragfähig. Beispielsweise verknüpfen Kinder das Gewicht (physikalisch die Masse; wir verwenden bei jüngeren Kindern den alltagssprachlich gebräuchlicheren Begriff Gewicht) eines Gegenstandes häufig mit dem gefühlten Gewicht in der Hand. Entsprechend nehmen sie an, dass ein Reiskorn nichts wiege, da man sein Gewicht in der Hand nicht spüren kann. Erst mit zunehmender Erfahrung wird den Kindern klar, dass Masse (Gewicht) eine Eigenschaft von Materie ist, die auch dann sinnvoll angegeben werden kann, wenn der Gegenstand auf der Hand nicht spürbar ist.

Bereits vorhandene Vorstellungen bestimmen wesentlich den Verlauf und das Ergebnis von Lernprozessen. Nicht selten sind sie Ursache von Lernschwierigkeiten, weil die naturwissenschaftlichen Vorstellungen in Widerspruch zu den eigenen Vorstellungen stehen (vgl. Kap. 4.2 zu Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten).

Der Übergang von den vorhandenen Vorstellungen zu den wissenschaftlichen Vorstellungen ist kein einfacher und vor allem kein geradliniger Prozess. Scheinbare Rückschritte, zwischenzeitliche Unzufriedenheit oder ein unreflektiertes Nebeneinander verschiedener Vorstellungen sind während eines Lernprozesses häufig zu beobachten. So kann ein Kind nach einer Lerngelegenheit zum Schwimmen und Sinken von Gegenständen zwar durchaus korrekt angeben, dass nicht das Gewicht eines Gegenstandes entscheidet, ob der Gegenstand schwimmt oder sinkt. Dennoch kann es sein, dass dasselbe Kind in einer Situation mit neuen, nicht behandelten, Gegenständen erneut das Gewicht als einen wichtigen Faktor zur Erklärung des Schwimm- oder Sinkverhaltens anführt.

Der Aufbau und die Weiterentwicklung der eigenen Vorstellungen werden wesentlich durch den Austausch von Vorstellungen im Gespräch (sog.

Ko-Konstruktionen) beeinflusst. Lernende sollten daher Gelegenheiten bekommen, ihr individuelles Verständnis von Phänomenen im Gespräch darzulegen und ihre Vorstellungen zu begründen. Auf diese Weise können unterschiedliche Sichtweisen und Beobachtungen zu grundlegenden Phänomenen erkannt und ggf. gegenübergestellt werden.

Der bewusste Einsatz sozialer Lernsituationen in Partner- und Gruppenarbeiten kann zusätzlich soziale und sprachliche Kompetenzen fördern. Kinder lernen in solchen Situationen in vielfältiger Weise voneinander; sie übernehmen z. B. Sprechweisen, Formulierungen oder bestimmte Vorgehensweisen, wandeln diese ab und gelangen dadurch zu neuen Vorstellungen. Die so erworbenen Fähigkeiten helfen auch bei der Bewältigung von sozialen Situationen oder bei Prozessen des selbst gesteuerten Lernens.

Eine Lernumgebung, die Lernenden helfen möchte, ihre Vorstellungen in Richtung wissenschaftlich angemessenerer Konzepte zu verändern, sollte die im Folgenden zusammengefassten Kriterien erfüllen:

- selbstständiges Denken und forschend-entdeckendes Lernen fördern
- die kognitive Aktivität der Lernenden durch anregendes und hilfreiches Lernmaterial fördern
- die Ideen, Erklärungen und Vorstellungen, welche die Kinder in die Lerngelegenheit hineinbringen, berücksichtigen
- gemeinsame Denkprozesse im Gespräch, z. B. in Kleingruppen, fördern
- Möglichkeiten bieten, individuell erarbeitete Vorstellungen in verschiedenen Anwendungen und Beispielen zu festigen
- Reflexionsprozesse fördern

## 2.3 Die Bedeutung der Strukturierung von Lerngelegenheiten

In vielen konstruktivistischen Ansätzen wird die Rolle der Fach- bzw. Lehrkraft häufig als die eines Moderators und Lernbegleiters beschrieben. Die Fach- bzw. Lehrkraft soll sich weitgehend passiv verhalten und den Lernenden Raum lassen für eigene Lernwege. Forschungsergebnisse zeigen aber, dass es wesentlich darauf ankommt, dass die Fach- bzw. Lehrkraft eine sehr aktive Rolle einnimmt. Dabei geht es nicht darum, den Kindern fertige Erklärungen zu vermitteln, sondern das Denken der Lernenden durch geeignete Strukturierungen zu unterstützen.

Die angemessene Strukturierung von Lernumgebungen durch die Fach- bzw. Lehrkraft erfüllt nach Vygotsky die Funktion eines Gerüsts, das den Lernenden ermöglicht, Aufgaben mit Unterstützung zu lösen, die sie allein noch nicht lösen können. Hat das Kind die entsprechenden Fähigkeiten aufgebaut, sollte die Strukturierung zurückgenom-

men und das Gerüst langsam abgebaut werden. Ähnlich wie bei der frühen Eltern-Kind-Interaktion soll die Fach- bzw. Lehrkraft also den Aufbau neuer Handlungs- und Denkweisen unterstützen, zu denen das Kind allein noch nicht fähig ist. Ziel der Unterstützung ist, dass das Kind die Aufgabe anschließend selbstständig lösen kann. Diese Unterstützung ist sowohl im gemeinsamen Gespräch denkbar, indem beispielsweise die Vorstellungen unterschiedlicher Kinder offengelegt und verglichen werden, als auch in der individuellen Lernbegleitung in Einzelarbeitsphasen.

### Anregung und Strukturierung von Lernprozessen in Gesprächen

Welche Möglichkeiten hat die Fach- bzw. Lehrkraft, Lernprozesse anzuregen und zu strukturieren? Wichtig ist, die Kinder immer wieder aufzufordern und zu ermutigen, eigene Gedanken zu äußern und zu begründen. Den Kindern muss glaubhaft versichert werden, dass jede Idee wichtig ist, auch wenn sie sich am Ende als unzutreffend erweist.

In der Lehr-Lern-Situation gibt es verschiedene Möglichkeiten, das Denken der Kinder anzuregen und Lernsituationen inhaltlich so zu strukturieren, dass möglichst alle dem Geschehen folgen können. Bewährte Vorgehensweisen, welche Martin Wagenschein (1999) bereits im Sinne des sokratischen Gesprächs vorschlug, sind:

- kindliche Äußerungen zurückspiegeln
- Begründungen und Belege einfordern
- Unterschiede oder Widersprüche zwischen unterschiedlichen Äußerungen herausstellen
- zum Weiterdenken ermutigen
- Transferüberlegungen anregen
- beim Formulieren, Darstellen und Notieren von Ideen unterstützen
- wichtige Aussagen verstärken
- wichtige Erkenntnisse zusammenfassen
- Gesprächsregeln vereinbaren

### Lernprozesse durch Lernaufgaben anregen und strukturieren

Auch Lernaufgaben bieten gute Möglichkeiten, Lernprozesse anzuregen, zu strukturieren und zu unterstützen. Wichtig ist dabei, das Anforderungsniveau einer Aufgabe passend zu wählen. So ist z. B. wesentlich, ob eine Aufgabenstellung lediglich das Abrufen von zuvor gelernten Fakten oder aber die eigenständige Untersuchung und Bewertung einer Situation durch geeignete naturwissenschaftliche Verfahren verlangt. Zu beachten ist zudem, dass die Auswahl passender Aufgaben nicht unabhängig vom Vorwissen der Lernenden möglich ist. Bei Lernaufgaben sollten deshalb auch Möglichkeiten der Differenzierung vorgesehen werden.

Lernaufgaben können einen Lernprozess strukturieren, indem Teilaufgaben in eine geeignete Abfolge gebracht werden, die für den Aufbau von Kompetenzen hilfreich ist. Bei der Gestaltung von Lernaufgaben sind folgende Fragen zu klären:

- In welche Teilaspekte kann eine komplexe Fragestellung sinnvoll untergliedert werden?
- Welches Vorwissen, welche Kompetenzen sind nötig, um bestimmte Teilaspekte der Aufgabe zu bearbeiten?
- Welche Lernschwierigkeiten sind aufseiten der Lernenden zu erwarten?
- Wie kann man den Lernschwierigkeiten in Teilaufgaben gezielt begegnen?
- Wie lassen sich die Lernwege der Kinder durch eine geeignete Sequenzierung von Teilaufgaben strukturieren?

Von der Einschätzung der Lernwege und Lernschwierigkeiten wird abhängen, welche Abfolge von Lernaufgaben sich anbietet und wie eine ergänzende individuelle Unterstützung der Lernprozesse aussehen kann.

Die im Handbuch dargestellten Lernsituationen greifen diese grundlegenden Überlegungen zum Lernen auf. Sie berücksichtigen bereits vorhandene Vorstellungen und mögliche Lernschwierigkeiten, sind sequenziell aufgebaut und enthalten Hinweise auf anregende und strukturierende Maßnahmen der Fach- bzw. Lehrkraft.

## **Das Thema Schwimmen und Sinken in einem bildungsstufenübergreifenden Curriculum**

## 3 Das Thema Schwimmen und Sinken in einem bildungsstufenübergreifenden Curriculum

### 3.1 Schwimmen und Sinken als Gegenstand naturwissenschaftlicher Bildung

Bereits jüngere Kinder stellen beim Baden erstaunt fest, dass man im Wasser scheinbar leichter ist. Sie werfen Steine ins Wasser, lassen Äste schwimmen und bauen mit größtem Vergnügen Schiffe. Ältere Kinder tauchen, spüren den Druck auf den Ohren und sind z. B. an U-Booten interessiert. Für alle Altersstufen bietet das Thema Schwimmen und Sinken reichhaltige Lerngelegenheiten und Anknüpfungsmöglichkeiten an Interessen. Es eignet sich daher hervorragend für ein Spiralcurriculum vom Elementarbereich bis zur Sekundarstufe I. Im Folgenden werden einige mögliche Zugänge und Kontexte aufgezeigt.

Phänomenen des Schwimmens und Sinkens begegnen Kinder und Jugendliche in ihrer Alltagswelt in vielen Bereichen. Sie staunen, beobachten, stellen Fragen: Warum fühle ich mich im Wasser so viel leichter? Warum kann ich unter Wasser einen schweren Gegenstand viel einfacher hochheben als über dem Wasser oder auf dem Land? Wie kommt es, dass ein schwerer Baumstamm im Wasser schwimmt, ein winziges Eisenstück hingegen nicht? Warum kann ein Schiff, das doch auch aus Eisen besteht, schwimmen? Wie funktionieren U-Boote oder Tauchroboter? An diese Fragen lässt sich in Bildungsangeboten der Kita und im Unterricht anknüpfen. Lernende können dabei relevante Erfahrungen zu dem Phänomen Schwimmen und Sinken machen, neues Wissen aufbauen und Erfahrungen aus der Alltagswelt mit naturwissenschaftlichen Erkenntnissen verknüpfen.

Im Alltag, im Haushalt und in der Technik spielen Phänomene des Schwimmens und Sinkens eine große Rolle, wenn es auch manchmal nur auf den zweiten Blick ersichtlich ist. So werden Gegenstände wie Styroporklötze oder mit Luft gefüllte Schwimmflügel als Schwimmhilfen verwendet. Beim Fruchtojoghurt befinden sich die Früchte unten, sie sind gesunken. Früchte in einem kohlesäurehaltigen Getränk schwimmen teils oben auf, teils verharren sie am Grund. Mischt man eine Salatsauce aus Öl und Essig, so schwimmt das Öl auf dem Essig. Beim Kochen von Spätzle, Klößen und Gnocchi gilt es, so lange zu warten, bis sie oben schwimmen. Bei der Abfallsortierung wird in großtechnischem Maßstab mittels Schwimmen und Sinken sortiert: Abfallmaterialien, deren Dichte geringer ist als die des Wassers, schwimmen oben; solche, deren Dichte höher ist als die des Wassers, sinken.

Auch die Geschichte der Menschheit wurde ganz wesentlich durch das Schwimmen (weniger durch das Sinken) geprägt. Bereits früh bauten Menschen kleine Boote, um Seen und Flüsse zu queren. Sie flößten große Holzstämme die Flüsse hinunter. Griechen, Römer, Japaner und Chinesen, ja alle Schifffahrtsnationen bauten zunächst kleinere, dann immer größere Schiffe, um die Weltmeere zu entdecken und die Welt zu umsegeln. Schiffe waren und sind ein äußerst wichtiges Verkehrsmittel – für lange Distanzen und für schwere Lasten. Die Entwicklung der Schifffahrt prägte über Jahrtausende maßgeblich die Entwicklung der Menschheit.

Die Fragen „Was schwimmt, was nicht? Warum schwimmt etwas?“ beschäftigen bereits die Griechen, insbesondere den Mathematiker und Physiker Archimedes. Die Geschichte über Archimedes und die Krone des Königs Hieron II. von Syrakus zählt zu den bekanntesten des Abendlands. Einst wandte sich König Hieron an Archimedes, denn er war sich nicht sicher, ob die goldene Krone, welche er in Auftrag gegeben hatte, wirklich aus Gold bestand oder nur vergoldet, d. h. innen aus billigerem Silber war. Archimedes sollte das herausfinden. Und Archimedes fand es heraus. Wie? Weil er wusste, dass sich Gold und Silber beim Schwimmen und Sinken unterschiedlich verhalten, konnte er den Verdacht des Königs bestätigen.

All die hier aufgeführten Beispiele zeigen: Das Thema Schwimmen und Sinken stellt für Physik, Chemie, Biologie, Technik, aber auch für die Geschichte, die Ökonomie und den Sport ein bedeutendes und faszinierendes Gebiet dar. Es lassen sich einerseits zentrale naturwissenschaftliche Begriffe und Konzepte wie Fest, Flüssig, Schwimmen, Sinken, Dichte, Druck und Auftrieb, andererseits grundlegende naturwissenschaftliche Arbeitsweisen wie das Beobachten, das Vergleichen sowie das Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten erarbeiten.

Die im vorliegenden Spiralcurriculum vorgeschlagenen Bildungsangebote zum Thema Schwimmen und Sinken setzen an den Vorerfahrungen und der Neugier der Lernenden an. Im Elementarbereich geht es zunächst darum, auf das Phänomen aufmerksam zu machen, dieses zu erkunden und insbesondere die Rolle des Materials für das Schwimmverhalten zu untersuchen. Im Primarbereich erkunden die Lernenden die Phänomene der Verdrängung und des Auftriebs mithilfe verschiedener Experimente; sie erklären anschließend das Schwimmen und Sinken mit den wirkenden Kräften und mit dem Ver-



gleich der Dichte des eingetauchten Gegenstandes mit der Dichte des Wassers. In der Sekundarstufe I werden u. a. technische und biologische Fragestellungen aufgeworfen und aus physikalischer Sicht untersucht: Wie schaffen es Fische ohne Schwimmbewegungen zu sinken und aufzusteigen und wie könnte man das auf technische Systeme übertragen? Wieso sind Armbanduhrer nur bis zu einer bestimmten Tiefe wasserdicht?

Die bisherigen Ausführungen zeigen, dass das Thema Schwimmen und Sinken eine große Alltagsnähe aufweist und für die Naturwissenschaften einen zentralen Inhaltsbereich darstellt, der in vielen Anwendungen eine Rolle spielt. Es bietet dadurch unterschiedliche Zugänge und Kontexte, die für altersgemäße Bildungsangebote im Elementar-, Primar- und Sekundarbereich genutzt werden können. Darüber hinaus besitzt das Thema Schwimmen und Sinken – wie bereits das Thema Magnetismus – besondere didaktische und unterrichtsmethodische Potenziale. Insbesondere eignet es sich gut für forschend-entdeckend angelegte Lernsituationen. Viele grundlegende Versuche lassen sich mit vertretbarem Materialaufwand als Schülerversuche durchführen. Auch Kinder mit geringen Vorerfahrungen können so zentrale Vorstellungen zum Schwimmen und Sinken entwickeln. Das breite Themenspektrum und die unterschiedlichen Schwierigkeitsgrade der zu erarbeitenden Aspekte bieten zudem gute Möglichkeiten zur individuellen Förderung und zur eigenständigen Vertiefung des Themas. Die Vielzahl an relativ leicht zu realisierenden Versuchen zu Schwimmen und Sinken bietet darüber hinaus gute Voraussetzungen für das Erlernen naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen, wie sie bereits im Spiralcurriculum Magnetismus vorgestellt wurden.

Das Thema Schwimmen und Sinken taucht in fast allen Bundesländern in den Lehrplänen oder Kerncurricula für den Primar- und Sekundarbereich auf und wird auch in vielen Bildungs- und Orientierungsplänen für den Elementarbereich erwähnt. Eine Abstimmung zwischen den Bildungsinstitutionen erweist sich als notwendig, um simple Wiederholungen zu vermeiden und kontinuierliche Lernwege zu ermöglichen. Hier setzt das vorliegende Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken an. Von der Elementarstufe über die Primarstufe bis zur Sekundarstufe werden systematisch inhalts- und prozessbezogene Kompetenzen in den jeweiligen Bildungsstufen in aufeinander aufbauenden Lernsituationen entwickelt, differenziert und erweitert.

## 3.2 Naturwissenschaftliche Bildung von Anfang an

Die Ziele naturwissenschaftlicher Bildungsprozesse orientieren sich national und international an den Vorstellungen von „Scientific Literacy“, Scientific Literacy bedeutet so viel wie naturwissenschaftliche Grundbildung. Zu einer solchen Grundbildung gehören:

- naturwissenschaftliches Wissen sowie die Fähigkeit, dieses Wissen in verschiedenen Kontexten anwenden zu können
- Wissen über charakteristische Eigenschaften der Naturwissenschaften, insbesondere die Art und Weise, wie in den Naturwissenschaften Erkenntnisse gewonnen werden, sowie die Fähigkeit, naturwissenschaftlich zu arbeiten und darüber zu reflektieren
- die Bereitschaft, sich mit naturwissenschaftlichen Themen zu beschäftigen und sich kritisch reflektierend damit auseinanderzusetzen

Naturwissenschaftliches Wissen lässt sich in inhaltsbezogenes Wissen und prozessbezogenes Wissen gliedern. Inhaltsbezogenes Wissen bezieht sich auf naturwissenschaftliche Konzepte und Zusammenhänge; prozessbezogenes Wissen umfasst Wissen über die Art und Weise, wie Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler arbeiten und denken, sowie Wissen darüber, was das Wesen bzw. die Natur der Naturwissenschaften kennzeichnet (dieser Aspekt wird im Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken allerdings nicht thematisiert).

Naturwissenschaftliches Wissen und naturwissenschaftliche Bildung lassen sich nicht direkt beobachten. Aus diesem Grunde haben wir direkt beobachtbare und konkrete Verhaltensweisen formuliert, die als Indikatoren für das angestrebte anwendungsbezogene und flexible individuelle Wissen zu verstehen sind. Diese Verhaltensweisen bezeichnen wir als Kompetenzen. Die Kompetenzen beziehen sich – analog zum naturwissenschaftlichen Wissen – sowohl auf die Inhalte als auch auf die Prozesse. Wir bezeichnen diese beiden Bereiche im Folgenden als inhaltsbezogene bzw. prozessbezogene Kompetenzen.

Die nachfolgende Übersicht stellt die Kompetenzen und das zugehörige Wissen dar (vgl. Tab. S. 18).

In den beiden folgenden Teilkapiteln werden die zum Themenbereich Schwimmen und Sinken gehörenden inhaltsbezogenen und prozessbezogenen Kompetenzen vorgestellt, die nach Erfahrungen aus (ersten) Untersuchungen im Elementar-, Primar- und Sekundarbereich erreichbar sind. Das zugeordnete Wissen wird dabei knapp skizziert, um die Bedeutung des Wissens im Zusammenspiel mit den Kompetenzen zu betonen. Weitere Konkretisierungen hinsichtlich des Wissens und zugeordneter

| Naturwissenschaftliches Wissen                                                               | Naturwissenschaftliche Kompetenzen                                              | Konkretisierungen für die drei Bildungsstufen |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>Inhaltsbezogenes Wissen</b>                                                               | <b>Inhaltsbezogene Kompetenzen</b><br>Naturwissenschaftliches Wissen anwenden   | Kap. 3.2.1                                    |
| <b>Prozessbezogenes Wissen</b><br>Wissen über naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen | <b>Prozessbezogene Kompetenzen</b><br>Naturwissenschaftlich arbeiten und denken | Kap. 3.2.2                                    |

Inhalts- und prozessbezogenes Wissen und zugeordnete Kompetenzen

Kompetenzen finden sich in den Ausführungen zu den vorgeschlagenen Unterrichtssequenzen.

Die für die jeweiligen Bildungsbereiche vorgeschlagenen Kompetenzen bauen aufeinander auf. Damit wird die Anschlussfähigkeit der Bildungsprozesse gewährleistet und eine kontinuierliche Kompetenzentwicklung ermöglicht.

Neben inhaltsbezogenen und prozessbezogenen Kompetenzen ist auch der Ausbau von motivationalen, sozialen und sprachlichen Kompetenzen ein bedeutender Gegenstand naturwissenschaftlicher Bildung. Diese Aspekte haben bei der Gestaltung der Lernsituationen eine wichtige Rolle gespielt; sie werden hier allerdings nicht gesondert aufgeführt.

### 3.2.1 Inhaltsbezogene Kompetenzen zum Thema Schwimmen und Sinken

Die im Folgenden aufgeführte Liste benennt inhaltsbezogene Kompetenzen (IK) für den Elementarbereich, den Primarbereich sowie die Jahrgangsstufen 6 bis 8 des Sekundarbereichs<sup>1</sup> zum Thema Schwimmen und Sinken, wie sie in den von uns vorgeschlagenen Sequenzen angestrebt werden.

Die inhaltsbezogenen Kompetenzen sind nach thematischen Aspekten des Themenfelds Schwimmen und Sinken in fünf Bereiche (IK 1–5) untergliedert, um einen schnellen Überblick zu ermöglichen. Die Bereiche beziehen sich jeweils auf ein Konzept (IK 1–4) bzw. die Verknüpfung von Konzepten (IK 5). Vor den fünf Bereichen IK 1 bis IK 5 finden sich jeweils kurze Erläuterungen zum jeweiligen Konzept bzw. zur Verknüpfung mehrerer Konzepte, die den Leserinnen und Lesern mit unterschiedlichem Vorwissen einen Überblick verschaffen sollen. Genauere Erläuterungen und Erklärungen zum Themenbereich Schwimmen und Sinken finden sich im Handbuch zur jeweiligen Bildungsstufe.

Zu den fünf Bereichen IK 1 bis IK 5 sind die anzustrebenden Kompetenzen der Lernenden für die Bildungsstufen des Elementar-, Primar- und Sekundar-

bereichs beschrieben. Die Tabellenspalten enthalten die aufgrund von Untersuchungen und Erfahrungen als möglich angesehenen, erreichbaren Kompetenzen. Die Anordnung der Kompetenzen in Spalten zeigt, wie sich Wissen einerseits durch Erarbeitung neuer Konzepte (vertikal) und andererseits durch Vertiefungen, Differenzierungen und Erweiterungen (horizontal) im Verlauf der verschiedenen Bildungsstufen entwickeln kann. Verfügen Schülerinnen und Schüler im Primar- bzw. Sekundarbereich nicht über die zuvor angegebenen Kompetenzen, so sind diese zunächst aufzubauen.

Die Formulierung der Beschreibungen der inhaltlichen Bereiche orientiert sich an den in der Fachsprache üblichen Bezeichnungen. So wird im vorliegenden Dokument meist von Auftriebskraft statt von Auftrieb, von Gewichtskraft statt von Gewicht und von Körpern<sup>2</sup> statt von Gegenständen gesprochen. In den Bildungsangeboten bzw. dem Unterricht selbst können – dem Alter der Lernenden entsprechend – auch Alltagssprachliche Begriffe verwendet werden. Entsprechend sind die zu den Bereichen angegebenen Kompetenzen ggf. näher an der Sprache der Kinder formuliert.

Inhaltlich müssen beim Erarbeiten des Themas Schwimmen und Sinken verschiedene Konzepte berücksichtigt werden. So kann z. B. über den Vergleich der Dichte eines Körpers mit der Dichte der umgebenden Flüssigkeit eine Vorhersage darüber getroffen werden, ob der Körper schwimmt oder nicht. Um das Phänomen des Schwimmens und Sinkens zu erklären, reicht die alleinige Betrachtung der Dichte aber nicht aus; besser erklärt werden können Schwimmen und Sinken über die wirkenden Kräfte. Zu berücksichtigen sind dabei die am Körper angreifende Auftriebs- und Gewichtskraft. Die Auftriebskraft (IK 4) ist (u. a.) wiederum von der Verdrängung der Flüssigkeit durch den Körper abhängig (IK 2). Verursacht wird die Auftriebskraft durch den in jeder Flüssigkeit herrschenden Druck, der von

<sup>1</sup> Da in der 5. Klasse und z. T. auch noch anfangs der 6. Klassen die für das Thema notwendigen Mathematikkenntnisse noch nicht vorhanden sind, bezieht sich das Curriculum für den Sekundarbereich auf die 6. bis 8. Jahrgangsstufe.

<sup>2</sup> In der Physik (so wie im Folgenden auch hier) wird nicht von Gegenständen, sondern von Körpern gesprochen. Körper nehmen Raum ein und haben Masse.

allen Seiten auf eingetauchte Körper einwirkt (IK 3). Um das Schwimmen und Sinken von Körpern zu erklären, müssen die Konzepte Auftriebskraft und Gewichtskraft in Beziehung gesetzt werden (IK 5). Während diese Aspekte im Primarbereich vor allem auf einer Phänomenebene erarbeitet werden, kommt im Sekundarbereich auch eine stärker quantitative Betrachtung hinzu.

Im Elementarbereich liegt der Schwerpunkt des Curriculums auf dem Materialkonzept. Entsprechende Kompetenzen sind unter IK 1 für den Elementarbereich formuliert. Zu dem Materialkonzept gehört das Wissen über verschiedene Materialien (bzw. Materialklassen) und deren Eigenschaften wie das Schwimmverhalten (oder die Dichte) von Materialien. Mit dem Materialkonzept ist es möglich, erste Zusammenhänge zwischen Schwimmverhalten und Material zu entdecken. Diese ersten Vorstellungen zu Materialien und deren Eigenschaften können dann im folgenden Unterricht der Grundschule und den weiterführenden Schulen zu einem qualitativen bzw. quantitativen Verständnis der Dichte weiterentwickelt werden. Der Primarbereich erarbeitet zudem ein erstes phänomenorientiertes Wissen zu den Bereichen Auftrieb und Verdrängung; im Sekundarbereich kommt die Erarbeitung des Bereichs Druck hinzu. Schwimmen und Sinken werden in der Primarstufe durch einen Vergleich der wirkenden Kräfte qualitativ erklärt; im Sekundarbereich kommt die quantitative Betrachtung hinzu.

Bei der Betrachtung des Schwimmens und Sinkens von Körpern im Unterricht ist es hilfreich, zunächst zwischen Voll- und Hohlkörpern zu unterscheiden. Unter Vollkörpern versteht man vollständig gefüllte Körper, in die sich keine Flüssigkeit einfüllen lässt (z. B. eine Styroporkugel ohne Hohlraum). Hohlkörper sind in der Regel mit Luft ausgefüllt und lassen sich mit Wasser füllen (z. B. Becher, Plastikbälle oder Schiffe). Um die Rolle des Materials in den Blick zu nehmen, werden im Elementarbereich und auch zu Beginn des Primarbereichs zunächst nur Vollkörper aus verschiedenen Materialien im Hinblick auf ihr Schwimmverhalten untersucht. Das Schwimmverhalten von Hohlkörpern und die dabei auftretenden Besonderheiten werden in den nachfolgenden Bildungsstufen erarbeitet.

In den Beschreibungen der Sequenzen für die jeweilige Stufe werden zu Beginn diejenigen Kompetenzen mit dem dazugehörigen inhaltlichen Wissen explizit aufgelistet, zu deren Entwicklung die jeweilige Sequenz einen Beitrag leisten soll. Dabei wird die Nummerierung der Kompetenzen aus der folgenden Tabelle aufgegriffen, damit sie in der Tabelle identifiziert werden können und sich die Lehrkraft einen Eindruck über die vorausgehenden Kompetenzen verschaffen kann.

**Naturwissenschaftliches Wissen anwenden –  
Konkretisierung in Niveaustufen (Bereich Schwimmen und Sinken)**

| Nr.         | Kompetenzen<br>Elementarbereich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Zusätzliche Kompetenzen<br>Grundschulbereich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Zusätzliche Kompetenzen<br>Klasse 6–8                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | Die Kinder ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Die Schülerinnen und Schüler ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Die Schülerinnen und Schüler ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|             | <p><b>Die Dichte, eine Eigenschaft von Materialien</b></p> <p>Alle Körper bestehen aus einem oder mehreren <b>Materialien</b>. Das Material ist entscheidend für die Eigenschaften eines Körpers, z. B. ob er sich kalt anfühlt, ob er von einem Magneten angezogen wird und ob er schwimmt oder sinkt. Körper haben Eigenschaften, die spezifisch für den Körper sind, z. B. die Größe, und solche, die sich auf das Material zurückführen lassen, aus dem sie bestehen, z. B. die Härte. Ob ein Vollkörper im Wasser schwimmt, schwebt oder sinkt, hängt nicht von seiner Form, seiner Größe oder seinem Gewicht ab, sondern vereinfacht gesagt vom Material, aus dem er besteht, genauer gesagt von einer material-spezifischen Größe: der <b>Dichte</b>.</p> <p>Die Dichte wird als das Verhältnis von der Masse (m) zum Volumen (V) eines Materials bezeichnet und mit dem griechischen Buchstaben rho (<math>\rho</math>) abgekürzt. Dementsprechend lautet die Formel zur Berechnung der Dichte: <math>\rho = m/V</math>.</p> <p>Die Dichte ist eine materialspezifische und nicht gegenstandsspezifische Größe. Verschiedene Vollkörper, die beispielsweise aus Eisen bestehen, haben die gleiche Dichte, auch wenn sie ganz unterschiedlich geformt oder schwer oder groß sein können. Materialien mit einer hohen bzw. niedrigen Dichte sind beispielsweise Stahl (7.850 kg/m<sup>3</sup>) bzw. Schaumpolystyrol (je nach Herstellungsart 200–900 kg/m<sup>3</sup>).</p> <p>Ob ein Körper schwimmt, schwebt oder sinkt, hängt davon ab, wie groß seine Dichte im Vergleich zur Dichte der Flüssigkeit ist, in die er eingetaucht wird. Materialien, deren Dichte kleiner ist als die Dichte der Flüssigkeit, d. h. die leichter sind als das gleiche Volumen Wasser, schwimmen in der Flüssigkeit. Materialien, deren Dichte größer ist als die der Flüssigkeit, gehen in der Flüssigkeit unter und Materialien, deren Dichte dieselbe ist wie die der Flüssigkeit, schweben in ihr.</p> <p>Diese Aussagen gelten nicht nur für Vollkörper, sondern auch für sogenannte Hohlkörper. Für diese ist allerdings zu beachten, dass sich die Dichte des Körpers aus der Dichte seines Materials sowie der Dichte des in dem Körper befindlichen Materials, in der Regel der Luft, bildet. Man spricht hier von der mittleren Dichte.</p> <p>Mithilfe der Dichte ist es möglich, den Zusammenhang zwischen einem Körper und seinem Verhalten in einer Flüssigkeit zu beschreiben. Die Dichte kann entsprechend verwendet werden, um Vorhersagen bezüglich des Schwimmverhaltens eines Körpers zu treffen. Um das Phänomen tatsächlich zu erklären, reicht die alleinige Betrachtung der Dichte nicht aus; erklärt werden kann das Schwimmen und Sinken nur über die wirkenden Kräfte (s. Auftriebskraft, Gewichtskraft).</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>IK 1</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>benennen Material(ober)be-griffe wie Kunststoff (Plastik), Holz, Metall, Styropor oder Knete für unterschiedliche Gegenstände (Vollkörper).</li> <li>ordnen die Gegenstände (Vollkörper) den passenden Materialien zu.</li> <li>geben zu den Materialien pas-sende, wahrnehmbare Eigen-schaften an, z. B. Metall fühlt sich kalt an, Holz ist hart.</li> <li>beschreiben, dass manche Gegenstände (Vollkörper) im Wasser schwimmen und manche sinken.</li> <li>nennen Situationen aus ihrer Lebenswelt, in denen sie das Phänomen des Schwimmens und Sinkens beobachtet ha-ben bzw. beobachten können.</li> <li>beschreiben, dass es nicht auf die Form eines Vollkörpers an-kommt, ob er schwimmt oder sinkt.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>nennen Gegenbeispiele für die Vermutung, dass „große“ bzw. „schwere“ Vollkörper unterge-hen und „kleine“ bzw. „leichte“ Vollkörper schwimmen.</li> <li>beschreiben, dass es bei Voll-körpern nicht auf Größe oder Gewicht eines Körpers an-kommt, wenn es darum geht, ob dieser in Wasser schwimmt oder nicht.</li> <li>geben das Material, woraus die Vollkörper gemacht sind, als die entscheidende Größe für das Schwimmen und Sinken von Vollkörpern an.</li> <li>benennen Materialien, die in Wasser sinken, und solche, die in Wasser schwimmen.</li> <li>geben an, dass sich ver-schiedene Holz- und Kunst-stoffarten hinsichtlich ihres Schwimmverhaltens unter-scheiden (Differenzierung).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>nennen Faktoren, die dazu bei-tragen, ob ein Vollkörper sinkt, schwebt oder schwimmt.</li> <li>geben Beispiele für Dichte-anpassung in der Natur an (Schwimmlase von Fischen).</li> <li>wenden das neu gewonnene Wissen auf eine technische Umsetzung an (Planung eines Tauchroboters).</li> </ul> |



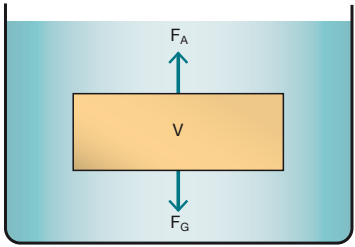
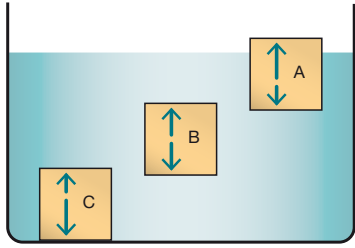
| Nr.  | Kompetenzen<br>Elementarbereich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Zusätzliche Kompetenzen<br>Grundschulbereich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Zusätzliche Kompetenzen<br>Klasse 6–8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | Die Kinder ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Die Schülerinnen und Schüler ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Die Schülerinnen und Schüler ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben, dass das Schwimmverhalten eines Vollkörpers nicht von der Größe oder dem Gewicht abhängt.</li> <li>• beschreiben, dass das Schwimmverhalten eines Vollkörpers vom Material abhängt.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben, dass sich Würfel aus unterschiedlichen Materialien, aber gleicher Größe (Einheitswürfel) in ihrem Gewicht unterscheiden.</li> <li>• veranschaulichen die unterschiedliche Dichte von Materialien durch selbst gewählte Repräsentationen, indem sie Volumen und Gewicht (die Masse) als relevante Größen identifizieren und darstellen.</li> <li>• vergleichen das Gewicht von Einheitswürfeln mit dem Gewicht einer gleich großen Menge Wasser (Wasserwürfel).</li> <li>• geben an, dass Materialien, die leichter sind als die gleiche Menge Wasser, schwimmen, und Materialien, die schwerer sind als die gleiche Menge Wasser, untergehen.</li> <li>• machen Vorhersagen zum Schwimmverhalten von Vollkörpern, die aus unterschiedlichen Materialien bestehen.</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|      | <p><b>Verdrängung</b></p> <p>Wenn ein Körper in eine Flüssigkeit eingetaucht wird, verdrängt er diese Flüssigkeit und der Flüssigkeitsspiegel steigt entsprechend an. Die Menge der verdrängten Flüssigkeit entspricht exakt dem Volumen des eingetauchten Teils des Körpers. Sie ist nicht abhängig vom Gewicht des Körpers.</p> <p>Untersuchungen zeigen, dass Kinder häufig annehmen, schwere Körper verdrängen mehr Flüssigkeit als leichte Körper. Auch ist es für viele Kinder schwer zu verstehen, dass das Volumen eines Körpers nicht mit der Flüssigkeit gleichzusetzen ist, die in teilweise ausgehöhlte Körper hineinpasst, sondern davon, wie viel Platz der Körper in der Flüssigkeit einnimmt, also wie viel Flüssigkeit er verdrängt.</p> <p>Ein angemessenes Verständnis der Verdrängung ist notwendig, um den Zusammenhang zwischen Verdrängung und Auftriebskraft zu verstehen.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| IK 2 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• geben an, dass Körper Wasser verdrängen, wenn sie eingetaucht werden.</li> <li>• vergleichen Körper gleicher Größe, aber unterschiedlichen Gewichts miteinander und geben an, dass die Menge des verdrängten Wassers nicht vom Gewicht eines Körpers abhängt.</li> <li>• vergleichen Körper unterschiedlicher Größe, aber gleichen Gewichts miteinander und geben an, dass die Menge des verdrängten Wassers unterschiedlich ist.</li> <li>• beschreiben, dass die Menge des verdrängten Wassers davon abhängig ist, wie viel Platz ein Körper im Wasser einnimmt.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben, wie man das Volumen eines Körpers durch Eintauchen messen kann (Überlaufversuch).</li> <li>• erklären die Bestimmungsmethode der (mittleren) Dichte von inhomogenen Körpern.</li> <li>• beschreiben, dass man durch eine entsprechende Formgebung nicht schwimmfähige Körper zum Schwimmen bringen kann (Verändern von Vollkörpern zu Hohlkörpern oder Befestigung von Körpern, deren Dichte geringer ist als die der Flüssigkeit).</li> </ul> |

| Nr.  | Kompetenzen Elementarbereich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich                                                                                                                                                                                                                        | Zusätzliche Kompetenzen Klasse 6–8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | Die Kinder ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Die Schülerinnen und Schüler ...                                                                                                                                                                                                                                 | Die Schülerinnen und Schüler ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen die Menge des verdrängten Wassers bei einem Metallwürfel und bei einem gleich schweren (als Hohlform geformten) Metallschiff und geben an, dass das Schiff mehr Wasser verdrängt als der Würfel.</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|      | <p><b>Druck</b></p> <p>Das physikalische Konzept des Drucks ist das anspruchsvollste im Bereich Schwimmen und Sinken und spielt demnach im Elementarbereich keine und im Primarbereich nur eine sehr geringe Rolle. Der folgende Text richtet sich also primär an Sekundarstufenlehrkräfte.</p> <p>Druck ist definiert als eine Kraft, die auf eine bestimmte Flächeneinheit ausgeübt wird. Allerdings wirkt Druck, im Gegensatz zur weit verbreiteten Alltagsvorstellung, nicht in eine bestimmte Richtung, sondern in alle Richtungen gleich. Die Diskrepanz zwischen der Alltagsvorstellung „Druck hat eine Richtung“ und der physikalischen Definition „Druck wirkt in alle Richtungen gleich“ entsteht durch die in Alltag und Physik zum Teil unterschiedliche Betrachtung von Vorgängen und Objekten. Während im Alltag unter Druck ein Auflagedruck verstanden wird – beispielsweise ausgeübt von einem Schuhabsatz auf den Untergrund –, betrachtet die Physik Flüssigkeiten und Gase, die eine Kraft auf ihre Begrenzungsfläche ausüben (Fahrradschlauch, Wasserbehälter). Die physikalische Betrachtungsweise bezieht sich also auf das Verhalten von frei beweglichen Teilchen in einem vorgegebenen Raum. Um nachzuvollziehen, warum in diesem Fall der Druck keine bestimmte Richtung besitzt, hilft es, sich Folgendes vorzustellen: Man befindet sich in einem sehr engen Raum innerhalb einer großen Menschenmenge (jeder Mensch stellt ein Teilchen dar). Der „Pressdruck“, den man dabei von seinen Mitmenschen verspürt, ist von allen umgebenden Menschen gleich.</p> <p>Betrachtet man das Druckverhalten in Flüssigkeiten, kommen für Schülerinnen und Schüler noch weitere problematische Alltagsvorstellungen hinzu:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. „Von allen Richtungen gleich“ bedeutet auch „von oben genauso wie von unten“.</li> <li>2. Der Druck ist nicht von der Menge des umgebenden Wassers abhängig, sondern nur von der Distanz zum Flüssigkeitsspiegel (Eintauchtiefe), seiner Dichte und der Gravitation. Ein Stausee mit einer Tiefe von 220 m und wenigen Quadratmetern Oberfläche benötigt eine genauso dicke Staumauer wie ein gleich tiefer Stausee mit vielen Quadratkilometern Oberfläche. Da dieser Sachverhalt den Vermutungen vieler Menschen widerspricht, wird dieses Phänomen als sogenanntes hydrostatisches Paradoxon bezeichnet.</li> </ol> <p>Punkt 2 rührt daher, dass der Druck in Flüssigkeiten (hydrostatischer Druck) ausschließlich von der Gewichtskraft der senkrecht darüber liegenden Wasserteilchen abhängig ist; deshalb spricht man auch von Schweredruck. Die Maßeinheit für den Druck ergibt sich dabei aus dem Quotienten Kraft pro Fläche, <math>\frac{F}{A}</math>, und wird in Pascal gemessen [<math>1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}</math>]. In der Technik und der Medizin sind weitere gebräuchliche Einheiten Bar [<math>1 \text{ bar} = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa}</math>] und Torr [<math>1 \text{ mmHg} = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}</math>].</p> <p>Die Tatsache, dass der Druck mit der Entfernung zum Flüssigkeitsspiegel (Eintauchtiefe) linear zunimmt, bildet die Ursache für die Auftriebskraft: Je größer der Abstand zwischen Ober- und Unterkante des eingetauchten Körpers ist (vertikale Ausdehnung), desto größer ist der Druckunterschied. Und je größer die Fläche ist, auf die der Druck wirkt (horizontale Flächenanteile), desto größer ist die wirkende Kraft (<math>F = p \cdot A</math>). Zusammenfassend ergibt sich: Je größer das Volumen und je geringer die Gewichtskraft eines eingetauchten Körpers ist (<math>\Rightarrow</math> geringe Dichte), desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass dieser aufsteigt (s. auch IK 4, Auftriebskraft).</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| IK 3 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben, dass das Wasser von allen Seiten auf eingetauchte Körper drückt.</li> </ul>                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben, wie der Begriff Druck definiert ist, und unterscheiden diesen vom Begriff Kraft.</li> <li>• geben an, dass man den Druck in Pascal [Pa] misst.</li> <li>• geben an: Je größer die Oberfläche eines Körpers ist, auf die der Druck wirkt, desto größer ist die Kraft, die auf diesen Körper wirkt.</li> <li>• bestimmen den Schweredruck mit einem einfachen Messgerät.</li> </ul> |





| Nr.  | Kompetenzen<br>Elementarbereich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Zusätzliche Kompetenzen<br>Grundschulbereich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Zusätzliche Kompetenzen<br>Klasse 6–8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | Die Kinder ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Die Schülerinnen und Schüler ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Die Schülerinnen und Schüler ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• geben an, dass der Schweredruck am gleichen Punkt eines eingetauchten Körpers von allen Seiten gleich groß ist (auch von oben und unten).</li> <li>• nennen die Abhängigkeit des Schweredrucks von der Eintauchtiefe und der Flüssigkeitsdichte.</li> <li>• übertragen die Auswirkungen des Schweredrucks auf technische oder biologische Systeme.</li> </ul> |
|      | <p><b>Auftriebskraft</b></p> <p>Jeder in eine Flüssigkeit eingetauchte Körper erfährt eine nach oben gerichtete, der angreifenden Gewichtskraft entgegengesetzte Auftriebskraft. Die Gewichtskraft ist die Kraft, die durch die Erdanziehung auf die Masse eines Körpers ausgeübt wird. Sie wird manchmal auch als Erdanziehungskraft oder Schwerkraft bezeichnet.</p> <p>Die Auftriebskraft wird beim Eintauchen von Körpern in eine Flüssigkeit als Phänomen erfahrbar – die Körper werden dabei scheinbar leichter bzw. sogar aus der Flüssigkeit nach oben hinausgedrückt. Die Auftriebskraft wird umso größer, je weiter der Körper in die Flüssigkeit eingetaucht wird, d. h. je mehr Flüssigkeit vom Körper verdrängt wird.</p> <p>Die Auftriebskraft wird – wie alle Kräfte – in Newton gemessen. Sie wird durch Druckunterschiede am eingetauchten Körper erklärt: Auf jeden in eine Flüssigkeit eingetauchten Körper wirkt der in jeder Flüssigkeit herrschende (hydrostatische) Druck; dieser steigt linear zur Tiefe an. Da der Druck an der Oberfläche des Körpers geringer ist als an der Unterseite des eingetauchten Körpers, resultiert insgesamt eine nach oben gerichtete Kraft, die als Auftriebskraft bezeichnet wird.</p> <p>Der Betrag der Auftriebskraft entspricht genau dem Betrag der Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit. Fängt man also die verdrängte Flüssigkeit eines Körpers z. B. mit einem sogenannten Überlaufgefäß auf und wiegt diese anschließend, so erhält man den Betrag der wirkenden Auftriebskraft.</p> <p>Die Auftriebskraft hängt dabei von folgenden Größen ab:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• von der Dichte der Flüssigkeit, in die der Körper eingetaucht wird (<math>\rho_F = m/V</math>)</li> <li>• von der Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit (<math>F = m \cdot g</math>)</li> </ul> <p>Die Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit ergibt sich, wenn das Volumen der verdrängten Flüssigkeit mit der Erdbeschleunigung und der Dichte der Flüssigkeit multipliziert wird. Die Formel zur Berechnung des Auftriebs lautet entsprechend: <math>F_A = \rho_F \cdot g \cdot V</math>.</p> <p>Sie besagt: Je mehr Platz der eingetauchte Körper in der Flüssigkeit einnimmt und je größer die Dichte der Flüssigkeit ist, in die der Körper eingetaucht wird, umso größer ist die der Schwerkraft entgegengesetzt gerichtete Auftriebskraft.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| IK 4 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• geben an, dass eingetauchte Körper nach oben gedrückt werden bzw. im Wasser scheinbar leichter werden.</li> <li>• formulieren, dass die nach oben gerichtete Auftriebskraft umso größer ist, je mehr Wasser vom eingetauchten Körper verdrängt wird.</li> <li>• beschreiben den Zusammenhang: Je mehr Platz der eingetauchte Körper im Wasser einnimmt, umso mehr Wasser wird verdrängt und umso stärker drückt das Wasser den Körper nach oben.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• geben an, dass die Auftriebskraft sich über den Druckunterschied ergibt, der auf die obere bzw. untere Fläche des eingetauchten Körpers wirkt.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                     |

| Nr. | Kompetenzen<br>Elementarbereich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Zusätzliche Kompetenzen<br>Grundschulbereich | Zusätzliche Kompetenzen<br>Klasse 6–8 |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|
|     | Die Kinder ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Die Schülerinnen und Schüler ...             | Die Schülerinnen und Schüler ...      |
|     | <p><b>Verhältnis zwischen Gewichtskraft und Auftriebskraft</b></p> <p>Bei jedem in einer Flüssigkeit eingetauchten Körper greifen zwei Kräfte an: Die Gewichtskraft, die den Körper nach unten „zieht“ (<math>F_G</math>), und die Auftriebskraft (<math>F_A</math>), die den Körper nach oben „drückt“.</p>  <p>Aus der Differenz der angreifenden Kräfte lässt sich vorhersagen, wie sich eingetauchte Körper in einer Flüssigkeit verhalten: Ist die Auftriebskraft größer als die Gewichtskraft des Körpers, so steigt der Körper nach oben. Ist die Gewichtskraft <i>gleich</i> der Auftriebskraft des Körpers, so schwebt der Körper in der Flüssigkeit (wie z. B. einige Plastikarten, die exakt die Dichte der Flüssigkeit haben). Ist die Auftriebskraft <i>kleiner</i> als die Gewichtskraft, so sinkt der Körper nach unten.</p> <p>In der Physik werden entsprechend die folgenden Zustände unterschieden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Steigen:</b> Ist die Auftriebskraft, die auf den Körper wirkt, größer als die Gewichtskraft, d. h., gilt <math>F_A &gt; F_G</math>, so steigt der Körper auf zur Oberfläche.</li> <li>• <b>Sinken:</b> Ist die Auftriebskraft kleiner als die Gewichtskraft, d. h., gilt <math>F_A &lt; F_G</math>, so sinkt der Körper ab.</li> <li>• <b>Schweben:</b> Sind Auftriebskraft und Gewichtskraft gleich groß, d. h., gilt <math>F_A = F_G</math>, schwebt der Körper in der Flüssigkeit. Er ist dabei komplett eingetaucht.</li> </ul> <p>In der folgenden Abbildung sind diese drei Zustände durch die Größe der Pfeile verdeutlicht (A = steigen, B = schweben, C = sinken).</p>  <p>Das Schwimmen von Körpern, z. B. auch das Schwimmen von Schiffen, lässt sich mit dem Verhältnis von Auftriebs- und Gewichtskraft erklären. Wenn die Auftriebskraft eines eingetauchten Körpers größer ist als seine Gewichtskraft, steigt der Körper so lange nach oben an die Oberfläche der Flüssigkeit, bis seine Auftriebskraft genauso groß ist wie die auf ihn ausgeübte Gewichtskraft. Gewichtskraft und Auftriebskraft sind dann im Gleichgewicht; der Körper schwimmt ruhig auf der Wasseroberfläche. Für schwimmende Körper gilt also: <math>F_A = F_G</math>.</p> <p>Hier in IK 4 werden die Konzepte Steigen bzw. Schwimmen, Sinken, Schweben mit dem Verhältnis zwischen Gewichtskraft und Auftriebskraft erklärt. In IK 1 werden dieselben Phänomene mit dem Verhältnis zwischen der Dichte des Körpers und der Dichte der Flüssigkeit erklärt. Auf den ersten Blick scheinen das zwei verschiedene Erklärungsansätze für dieselben Phänomene zu sein. Auf den zweiten Blick hingegen hängen die beiden Erklärungsansätze zusammen: Die Gewichtskraft ist proportional zur Dichte des Körpers, die Auftriebskraft proportional zur Dichte der Flüssigkeit. Die beiden Dichten sind also in den beiden Kräften „enthalten“; der eine Erklärungsansatz hängt daher mit dem anderen zusammen.</p> |                                              |                                       |





| Nr.         | Kompetenzen<br>Elementarbereich | Zusätzliche Kompetenzen<br>Grundschulbereich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Zusätzliche Kompetenzen<br>Klasse 6–8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | Die Kinder ...                  | Die Schülerinnen und Schüler ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Die Schülerinnen und Schüler ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>IK 5</b> |                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• geben an, wie ein Schiff (Knetboot) geformt sein sollte, damit es möglichst viel tragen kann.</li> <li>• beschreiben, dass manche der eingetauchten Körper im Wasser sinken, andere aufsteigen.</li> <li>• beschreiben, dass bei allen eingetauchten Körpern das Wasser die Körper nach oben drückt und die Schwerkraft die Körper nach unten „zieht“.</li> <li>• geben an, dass ein eingetauchter Topf nicht untergeht, weil er viel Platz im Wasser braucht, also viel Wasser verdrängt, deshalb vom Wasser stark nach oben gedrückt wird und die Gewichtskraft kleiner ist als das Nach-oben-Drücken des Wassers.</li> <li>• beschreiben, dass das Nach-oben-gedrückt-Werden bei einem Stein nicht stark genug ist und dass die Gewichtskraft den Stein im Wasser nach unten sinken lässt.</li> <li>• schließen aufgrund des Steigens bzw. Sinkens verschiedener eingetauchter Körper auf das Verhältnis der wirkenden Kräfte.</li> <li>• beschreiben, dass ein Schiff schwimmt, wenn das verdrängte Wasser genauso schwer ist wie das Schiff.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• geben an, dass die Auftriebskraft größer sein muss als die Gewichtskraft des eingetauchten Körpers, damit ein Körper aufsteigt.</li> <li>• geben an, dass die Auftriebskraft kleiner sein muss als die Gewichtskraft des eingetauchten Körpers, damit ein Körper sinkt.</li> <li>• geben an, dass bei gleicher Größe von Gewichtskraft und Auftriebskraft der eingetauchte Körper in der Flüssigkeit schwebt.</li> <li>• leiten her, dass ein schwimmfähiger Körper so tief in eine Flüssigkeit eintaucht, bis die Auftriebskraft und die Gewichtskraft gleich groß sind.</li> <li>• vergleichen den Erklärungsansatz Dichte mit dem Erklärungsansatz Kräfteverhältnisse.</li> <li>• beschreiben den Zusammenhang der beiden Erklärungsansätze.</li> </ul> |

### 3.2.2 Prozessbezogene Kompetenzen in den Naturwissenschaften: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen

Während sich thematische Zuschnitte beim inhaltsbezogenen Wissen bzw. bei inhaltsbezogenen Kompetenzen vergleichsweise leicht finden lassen, stößt man beim Versuch der Unterscheidung verschiedener naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen auf zwei grundlegende Schwierigkeiten:

- Naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen sind sehr vielfältig und können unterschiedlich miteinander verknüpft sein. So kann das Beobachten einerseits als eigenständige naturwissenschaftliche Arbeitsweise verstanden werden. Gleichzeitig ist kein Experimentieren ohne Beobachtungen möglich. Eine klare Trennung verschiedener Arbeits- und Denkweisen ist deshalb nur bedingt möglich.
- Jede naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweise kann in ihrer Komplexität sehr stark variieren. Dies führt dazu, dass das Formulieren einer naturwissenschaftlichen Frage oder das Planen einer Untersuchung auf allen Bildungsstufen eine sehr sinnvolle Aufgabenstellung darstellt. Die Komplexität muss dabei jedoch der jeweiligen Bildungsstufe angepasst werden.

Wie sich entsprechende Arbeits- und Denkweisen unterscheiden und beschreiben lassen und wie die damit zusammenhängenden Kompetenzen schrittweise aufgebaut werden können, ist Gegenstand der aktuellen Diskussion in der Naturwissenschaftsdidaktik. Im Zusammenhang mit grundlegender naturwissenschaftlicher Bildung lassen sich folgende zentrale naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen unterscheiden:<sup>3</sup>

- Fragen stellen
- Vermutungen/Hypothesen bilden
- begründen und argumentieren
- eine Untersuchung planen
- einen Versuch/ein Experiment aufbauen/durchführen
- beobachten
- messen
- dokumentieren/protokollieren/Daten aufbereiten
- ordnen/vergleichen/systematisieren
- interpretieren/schlussfolgern/generalisieren
- modellieren
- Arbeitsprozesse und -ergebnisse bewerten

Die Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, umreißt aber die aus unserer Sicht zentralen Felder naturwissenschaftlichen Arbeitens. Die

verschiedenen Tätigkeiten werden im naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess meist nicht isoliert ausgeführt, sondern aufeinander bezogen. Dabei findet sich jedoch nicht nur die oft genannte „klassische“ Abfolge des Experimentierens – Frage, Hypothese, Planung, Durchführung und Auswertung –, sondern es gibt auch zahlreiche andere Wege der Erkenntnisgewinnung. So findet man bei Kindern ebenso wie in der Wissenschaft Formen des Explorierens, bei denen sich Fragen und Vermutungen erst aufgrund von Erfahrungen und Beobachtungen ergeben. Erkenntnisgewinn setzt folglich nicht zwangsläufig eine Frage oder Vermutung voraus. Erkenntnisse können auch gewonnen werden, ohne neue Experimente durchzuführen, z. B. indem die Ergebnisse verschiedener Untersuchungen miteinander verglichen und systematisiert werden.

Auch kann das Beobachten als eigenständiger Weg der Erkenntnisgewinnung verstanden werden. Diese Arbeitsweise ist z. B. in der Biologie verbreitet. Die Beobachtung wird in diesem Fall von einer Fragestellung geleitet. Beobachtungssituationen werden dazu planvoll hergestellt. Auch das Dokumentieren der Beobachtungen und das Schlussfolgern sind in das Vorgehen implizit eingeschlossen. Das Modellieren beschreibt ganz allgemein die Übertragung von beobachteten Phänomenen und Zusammenhängen in ein Gedankengebäude. Gleichzeitig kann das Modellieren aber auch als ein kleiner Schritt innerhalb eines größeren Erkenntniswegs verstanden werden.

Der Begriff des Experiments wird in didaktischem Kontext in unterschiedlicher Bedeutung verwendet. So wird gelegentlich schon die Demonstration oder die Erzeugung eines Phänomens als *Experiment* bezeichnet. Wir verwenden den Begriff in einem engeren Sinne und bezeichnen mit Experiment einen Weg der Erkenntnisgewinnung, bei dem Versuchsbedingungen gezielt verändert werden, um eine Annahme zu prüfen. Von *Versuchen* sprechen wir, wenn mit Materialien/Gegenständen in bestimmter Weise agiert wird, um z. B. ein bestimmtes Phänomen zu erzeugen, daran Beobachtungen zu machen und Schlussfolgerungen abzuleiten. Wenn ganz allgemein Wege der Erkenntnisgewinnung bezeichnet werden sollen, verwenden wir im Folgenden den Begriff *Untersuchung*.

In der nachfolgenden Tabelle wird jede der oben aufgelisteten naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen zunächst kurz charakterisiert und das dazugehörige Wissen skizziert. Anschließend wird für jede naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweise konkretisiert, welche prozessbezogenen Kom-

<sup>3</sup> In den Bildungsstandards für die naturwissenschaftlichen Fächer der weiterführenden Schulen werden prozessbezogene Kompetenzen in die drei Kompetenzbereiche Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung unterteilt. Die nachfolgenden Überlegungen orientieren sich an den drei Bereichen, ohne diese jedoch explizit zu trennen.

petenzen (PK) realistisch angestrebt werden können. Die Kompetenzen sind auf verschiedenen Niveaustufen formuliert, um zunehmende Fähigkeiten über die Bildungsbereiche hinweg beschreiben zu können. Grob lassen sich die Niveaustufen den drei im Projekt beteiligten Bildungsbereichen zuordnen: Elementarbereich, Primarbereich und Anfangsunterricht im Sekundarbereich. Dabei sind Angaben in höheren Niveaustufen als Differenzierung bzw. Erweiterung der vorherigen Kompetenzbeschreibungen zu verstehen. Die vorgenommene Nummerierung von PK1 bis PK12 wird ebenso wie bei den inhaltsbezogenen Kompetenzen (IK) in den einzelnen Sequenzen aufgegriffen, damit sich die dort thematisierten Kompetenzen der Tabelle zuordnen lassen.

Die prozessbezogenen Kompetenzen können in ihrer Vielfalt selbstverständlich nicht vollständig mit dem Thema Schwimmen und Sinken abgedeckt werden. So sind in den Tabellen auch Kompetenzen aufgeführt, die in den Sequenzen nicht angesprochen werden.

In den vorgeschlagenen Sequenzen werden die darin angestrebten Kompetenzen mit Verweis auf die Tabelle aufgelistet. Die Tabelle gibt den Rahmen vor und bietet Orientierung, um die angestrebten Kompetenzen verorten und den naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen in den Lernsituationen der jeweiligen Bildungsstufe gerecht werden zu können.

Naturwissenschaftlich arbeiten und denken – Konkretisierung in Niveaustufen<sup>4</sup>

| Nr.         | Kompetenzen<br>Elementarbereich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Zusätzliche Kompetenzen<br>Grundschulbereich                                                                                                                                                                                                                           | Zusätzliche Kompetenzen<br>Klasse 6–8                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | Die Kinder ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Die Schülerinnen und Schüler ...                                                                                                                                                                                                                                       | Die Schülerinnen und Schüler ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|             | <b>Fragen stellen</b><br>Fragen bilden den Ausgangspunkt jeder zielgerichteten wissenschaftlichen Untersuchung. Die Frage beeinflusst in hohem Maße die Planung einer Untersuchung. Fragen sind jedoch nicht nur Ausgangspunkt, sondern oft auch das Ergebnis einer Untersuchung. In Bereichen, in denen kaum Erfahrungen vorliegen, kann unsystematisches Probieren und Herantasten erforderlich sein, um Fragen zu erzeugen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>PK 1</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>formulieren Fragen zu einem naturwissenschaftlichen Thema, die einem naturwissenschaftlichen und/oder allgemeineren Kontext entspringen.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>formulieren spezifische Fragen zu einem naturwissenschaftlichen Thema, die in einem naturwissenschaftlichen Kontext relevant sind.</li> <li>leiten Fragen explizit aus Beobachtungen, Erfahrungen oder Vorwissen ab.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>formulieren Fragen, die sich mit naturwissenschaftlichen Verfahren untersuchen lassen.</li> <li>benennen Merkmale von Fragen, die sich mit naturwissenschaftlichen Verfahren untersuchen lassen, und unterscheiden diese von Fragen, die sich nicht naturwissenschaftlich prüfen lassen.</li> </ul> |
|             | <b>Vermutungen/Hypothesen bilden</b><br>In der Wissenschaft bezeichnet eine Hypothese eine Annahme, die mit theoretischen (bzw. aus Generalisierungen gewonnenen) Überlegungen begründet werden kann. Die Annahme kann z. B. die Vorhersage über den Ausgang eines Experiments betreffen, sich aber auch auf komplexe Zusammenhänge zwischen Variablen beziehen.<br>Sind es lediglich Einzelerfahrungen, aus denen eine Annahme abgeleitet wird, handelt es sich streng genommen nicht um eine Hypothese, sondern um eine Vermutung. Fehlen empirische Erfahrungen gänzlich, um die Annahme zu stützen, spricht man von einer Idee. Annahmen (Ideen, Vermutungen, Hypothesen) lassen sich in Untersuchungen prüfen. Ideen können so in Vermutungen oder (durch Generalisierung von empirischen Erfahrungen) in Hypothesen überführt werden.<br>Wird eine Hypothese in einem Experiment bestätigt, stützt das Experiment die zugrunde gelegten theoretischen Überlegungen bzw. Generalisierungen. Das bedeutet jedoch nicht, dass die Annahme oder die zugrunde gelegten Überlegungen damit als sicher gelten können. Es könnte z. B. die Annahme stimmen, nicht aber die Überlegungen, aus der sie abgeleitet wurde. Wird die Hypothese nicht bestätigt, ist ggf. eine Präzisierung oder Überarbeitung der theoretischen Überlegungen erforderlich. |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>PK 2</b> | äußern Ideen und einfache Vermutungen über ein zu erwartendes Ereignis.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>formulieren Vermutungen zu Fragen oder Beobachtungen.</li> <li>unterscheiden zwischen Vermutung und einfachem Raten.</li> </ul>                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>geben selbstständig angemessene Begründungen für Vermutungen und Hypothesen an.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                          |
|             | <b>Begründen und Argumentieren</b><br>Vermutungen, Hypothesen, Schlussfolgerungen oder Entscheidungen sollten von einer Begründung begleitet werden. Gründe können sich dabei auf eigene Erfahrungen, auf aus Untersuchungen gewonnene Daten oder theoretische Überlegungen beziehen. Die Naturwissenschaften zeichnen sich dadurch aus, dass die verwendeten Begründungen oft auf Daten zurückgehen; entsprechende empirische Belege werden auch als Evidenz bezeichnet. Die Verknüpfung einer Aussage (Vermutung bzw. Hypothese, Schlussfolgerung oder Generalisierung) mit Begründungen wird oft als Argumentation aufgefasst. Um andere zu überzeugen, kommt es darauf an, passende Argumente zu finden und geeignet vorzutragen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>PK 3</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>verwenden erste Ansätze von Begründungen, basierend auf Vorwissen, Erfahrungen oder Beobachtungen.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>begründen Vermutungen durch Vorwissen, Erfahrungen oder Beobachtungen.</li> <li>geben Belege für die Rechtfertigung von Aussagen an und unterscheiden zwischen belegten und nicht belegten Aussagen.</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>verwenden geeignete Belege zur Begründung einer Aussage.</li> <li>erkennen zur Begründung einer Aussage ungeeignete Belege.</li> </ul>                                                                                                                                                              |



<sup>4</sup> Kompetenzen, die im Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken nicht angesprochen werden, sind in grauer Schrift gekennzeichnet.

| Nr.  | Kompetenzen Elementarbereich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Zusätzliche Kompetenzen Klasse 6–8                                                                                                                                                                                                                                |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | Die Kinder ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Die Schülerinnen und Schüler ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Die Schülerinnen und Schüler ...                                                                                                                                                                                                                                  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• begründen Schlussfolgerungen.</li> <li>• prüfen Begründungen und setzen ggf. Gegenargumente ein.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• widerlegen unzureichende Argumentationen durch Gegenargumente.</li> </ul>                                                                                                                                                |
|      | <p><b>Eine Untersuchung planen</b></p> <p>Die sorgfältige Planung einer Untersuchung kann wesentlich dazu beitragen, deren Aussagekraft zu erhöhen. Die Planung einer Untersuchung ist dabei eng mit der Fragestellung verknüpft. Nicht selten muss während der Planung der Untersuchung die Fragestellung präzisiert werden.</p> <p>Bei der Planung eines Experiments ist festzulegen, welche Variablen verändert werden (unabhängige Variablen) und welche untersucht werden sollen (abhängige Variablen). Zusätzlich ist zu klären, welche weiteren Faktoren den Ausgang der Untersuchung beeinflussen könnten. In einfachen Experimenten achtet man darauf, dass möglichst nur eine Variable gezielt verändert wird (Variablenkontrolle). Wenn es sich nicht vermeiden lässt, mehrere Variablen gleichzeitig zu verändern, müssen mögliche Einflüsse durch weitere Untersuchungen überprüft werden.</p> <p>Die Überlegungen zur Planung einer Untersuchung werden ergänzt durch einen Ablaufplan, der die Durchführung der Untersuchung gedanklich vorwegnimmt. Die Dokumentation der Planung einer Untersuchung ermöglicht die kritische Kontrolle des Vorgehens und trägt dazu bei, die Qualität der Untersuchung und ihrer Ergebnisse zu beurteilen.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| PK 4 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• machen erste Vorschläge für einfache Untersuchungen.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• entwerfen einfache Versuche zur Beantwortung von Fragen und überlegen Arbeitsschritte zu deren Realisierung.</li> <li>• beurteilen, ob ein Versuch zur Prüfung einer Vermutung bzw. Beantwortung einer Frage geeignet ist.</li> <li>• entwerfen mithilfe der Lehrkraft kontrollierte Experimente zu einfachen Fragen.</li> <li>• benennen und unterscheiden bei Untersuchungen vorkommende Forschungstätigkeiten.</li> <li>• geben als eine Möglichkeit des Vorgehens bei Untersuchungen das Arbeiten in einem Forscherkreislauf an.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen Fehler im Zusammenhang mit der Variablenkontrolle.</li> <li>• begründen die Notwendigkeit der Variablenkontrolle.</li> <li>• entwerfen selbstständig kontrollierte Experimente zu einfachen Fragen.</li> </ul>  |
|      | <p><b>Einen Versuch/ein Experiment aufbauen/durchführen</b></p> <p>Die Durchführung eines Versuchs oder eines Experiments erfordert, dass ein Plan möglichst präzise und sorgfältig ausgeführt wird. Auch der sachgerechte Umgang mit Geräten und Materialien ist unabdingbar, damit die Untersuchung zuverlässige Daten ergibt. In der Praxis schützt der sachgerechte Umgang mit Geräten auch vor unbedachten Beschädigungen oder vor Verletzungen.</p> <p>Anmerkung: Häufig wird Material dazu genutzt, um ein bestimmtes Phänomen zu erzeugen und daraus Schlussfolgerungen zu ziehen. Dann spricht man von einem Versuch. Wenn das Vorgehen dagegen von einer bestimmten Fragestellung geleitet wird und gezielt bestimmte Beobachtungssituationen hergestellt werden, um diese Fragestellung zu klären, spricht man von einem Experiment (s. S. 26)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| PK 5 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• führen einfache Versuche nach Anleitung durch.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• bauen einfache Versuche oder Experimente nach Plan auf.</li> <li>• führen einfache Versuche oder Experimente durch.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wählen Versuchsmaterial und Geräte sachgerecht aus.</li> <li>• bauen einen geplanten Versuch bzw. ein geplantes Experiment sachgerecht auf.</li> <li>• führen einen Versuch/ein Experiment sachgerecht durch.</li> </ul> |

| Nr.  | Kompetenzen<br>Elementarbereich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Zusätzliche Kompetenzen<br>Grundschulbereich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Zusätzliche Kompetenzen<br>Klasse 6–8                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | Die Kinder ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Die Schülerinnen und Schüler ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Die Schülerinnen und Schüler ...                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|      | <b>Beobachten</b><br>Wissenschaftliches Beobachten ist im Gegensatz zu zufälligen Alltagsbeobachtungen immer zielgerichtet. Damit kann das Beobachten als eine eigenständige Erkenntnismethode verstanden werden. Beim Beobachten werden im Vergleich zum Experimentieren keine Variablen gezielt verändert. Beobachten ist darüber hinaus auch ein Teilschritt beim Experimentieren. Vorwissen und Erwartungen beeinflussen die Beobachtungen. Deshalb ist eine kritische Distanz zu den eigenen Beobachtungen wichtig. Beobachtungen sollten zudem auch mehrfach wiederholt werden, um die Zuverlässigkeit zu erhöhen. Um Beobachtungen vergleichen und nachprüfen zu können, sind die Bedingungen, unter denen die Beobachtungen durchgeführt werden, festzuhalten und offenzulegen. Standardisierte Prozeduren und Beobachtungsinstrumente unterstützen die Vergleichbarkeit von Daten. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| PK 6 | <ul style="list-style-type: none"> <li>beobachten einzelne Merkmale zielgerichtet über einen kürzeren Zeitraum und beschreiben diese.</li> <li>nennen den Beobachtungsfokus bei gezielten Beobachtungen.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>beobachten zielgerichtet, auch über einen längeren Zeitraum.</li> <li>trennen zu beobachtende Ereignisse von Nebeneignissen.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>unterscheiden bei Beobachtungen zwischen wahrnehmbaren Ereignissen und Deutungen.</li> <li>geben die Randbedingungen für die gemachte Beobachtung an.</li> <li>begründen die Notwendigkeit einer Dokumentation der Randbedingungen bei einer Beobachtung.</li> </ul> |
|      | <b>Messen</b><br>Das Messen ist eine vielfach verwendete Vorgehensweise, um Beobachtungen zu quantifizieren und deren Vergleichbarkeit zu erhöhen. Jedes Messverfahren verlangt die Festlegung einer Maßeinheit. Messergebnisse können dann als Vielfache der Einheit mit einem Zahlenwert beschrieben werden. Für viele Messgrößen gab es in der Geschichte der Wissenschaft unterschiedliche Einheiten. Heute sind die gängigen Einheiten international festgelegt. Bei Messungen müssen Messunsicherheiten bedacht und möglichst minimiert werden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| PK 7 | <ul style="list-style-type: none"> <li>vergleichen Größen qualitativ (größer/kleiner, leichter/schwerer).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>nutzen Messgeräte sachgerecht (Messgeräte richtig anlegen, richtig ablesen ...).</li> <li>beschreiben die Bedeutung des Abgelesenen.</li> <li>interpretieren die angegebenen Einheiten.</li> </ul>                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>messen sorgfältig.</li> <li>schätzen sorgfältiges Messen als ein wichtiges Verfahren zur Reduzierung von Messunsicherheiten ein.</li> </ul>                                                                                                                          |
|      | <b>Dokumentieren/Protokollieren/Daten aufbereiten</b><br>Das sorgfältige Dokumentieren einer Untersuchung ist unverzichtbar, um die Untersuchung reproduzieren zu können und deren Ergebnisse sowie abgeleitete Schlussfolgerungen nachprüfbar und transparent zu machen. Dazu trägt auch eine übersichtliche und an der Fragestellung orientierte Aufbereitung der Daten in Tabellen oder grafischen Darstellungen bei. Die Aufbereitung der Daten soll dazu beitragen, die Schlussfolgerungen aus der Untersuchung nachvollziehbar zu machen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| PK 8 | <ul style="list-style-type: none"> <li>fertigen Zeichnungen ihrer Beobachtungen an.</li> <li>ordnen Beobachtungen bildhaft in Tabellen.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>dokumentieren eine Untersuchung mittels Sprache und Zeichnung mit Unterstützung der Lehrkraft bzw. auf Arbeitsblättern mit vorgegebener Struktur.</li> <li>strukturieren die Darstellung einer Untersuchung und ihres Ergebnisses selbstständig.</li> <li>entwickeln und nutzen Symbole zur Dokumentation.</li> <li>geben Kriterien für eine gute Dokumentation an.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>notieren im Rahmen der Dokumentation alle relevanten Parameter und deren Manipulation in nachvollziehbarer Weise.</li> <li>wählen zielgerichtet angemessene Darstellungsformen aus.</li> </ul>                                                                       |



| Nr.   | Kompetenzen<br>Elementarbereich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Zusätzliche Kompetenzen<br>Grundschulbereich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Zusätzliche Kompetenzen<br>Klasse 6–8                                                                                                                                                                                                                              |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | Die Kinder ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Die Schülerinnen und Schüler ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Die Schülerinnen und Schüler ...                                                                                                                                                                                                                                   |
|       | <p><b>Vergleichen/Ordnen/Systematisieren</b></p> <p>Ein typisches Vorgehen, um Komplexität zu reduzieren und mögliche Zusammenhänge zu erschließen, ist das Vergleichen und Ordnen. Die Einteilung von Materialien hinsichtlich ihrer Eigenschaften ist ein einfaches Beispiel einer Ordnung. Das Periodensystem der Elemente ist ein weiteres, allerdings komplexes Beispiel einer naturwissenschaftlichen Ordnung.</p> <p>Auch bei wissenschaftlichen Untersuchungen sind das Vergleichen, Ordnen und Systematisieren wichtige Verfahrensschritte, um Schlussfolgerungen zu ziehen. Nicht selten führt das Ordnen zusätzlich zu neuen Fragen.</p> <p>Das Vergleichen mehrerer Objekte oder Daten setzt das Festlegen von Vergleichskriterien voraus, die häufig durch die zugrunde liegende Fragestellung beeinflusst sind. Unterschiedliche Vergleichskriterien führen entsprechend zu unterschiedlichen Ordnungen.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| PK 9  | <ul style="list-style-type: none"> <li>benennen selbstständig mögliche Ordnungskriterien für Alltagsgegenstände.</li> <li>vergleichen Gegenstände (Vollkörper) anhand eines vorgegebenen oder selbst entwickelten Kriteriums.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>benennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Beobachtungen, Ereignissen und Objekten.</li> <li>nehmen Ordnungen nach unterschiedlichen Kriterien vor.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>nehmen selbstständig Ordnungen vor und benennen die jeweiligen Ordnungskriterien.</li> <li>vergleichen unterschiedliche Ordnungen hinsichtlich ihrer Angemessenheit.</li> </ul>                                             |
|       | <p><b>Interpretieren/Schlussfolgern/Generalisieren</b></p> <p>Ziel naturwissenschaftlichen Arbeitens ist es, generalisierte Aussagen über Zusammenhänge zu treffen. Das Prüfen der Generalisierbarkeit einer Aussage, d.h. die Frage, inwieweit ein gefundener Zusammenhang auf andere Bereiche übertragbar und damit verallgemeinerbar oder gar allgemeingültig ist, bildet den Ausgangspunkt vieler naturwissenschaftlicher Untersuchungen. Ein einfaches Beispiel generalisierter Aussagen sind Wenn-dann- und Je-desto-Beziehungen: Aus Einzelbeobachtungen wird auf einen Zusammenhang geschlossen, der für einen bestimmten Bereich Gültigkeit besitzt. Andere Beispiele für generalisierte Aussagen sind naturwissenschaftliche Gesetze. Erschlossene Zusammenhänge bzw. Gesetze ermöglichen die Vorhersage von Ereignissen.</p> <p>Um Aussagen über Zusammenhänge bzw. Gesetze zu gewinnen, müssen die Daten aus naturwissenschaftlichen Untersuchungen interpretiert werden. Dabei ist zwischen Daten und Interpretationen zu unterscheiden. Die Zuverlässigkeit einer Schlussfolgerung aus empirischen Daten hängt von der Qualität aller Teilschritte einer Untersuchung ab.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| PK 10 | <ul style="list-style-type: none"> <li>formulieren erste Generalisierungen im Sinne von einfachen Wenn-dann-Beziehungen aufgrund von Beobachtungen.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>unterscheiden zwischen Daten und Interpretation an gegebenen Beispielen.</li> <li>ziehen Schlussfolgerungen im Sinne der Bestätigung oder Falsifikation einer Vermutung bzw. der Beantwortung einer Frage.</li> <li>unterscheiden zwischen Ereignissen, die eine Annahme bestätigen bzw. widerlegen, und solchen, die irrelevant sind.</li> <li>leiten aus einer Regel bzw. einem Gesetz Vorhersagen ab.</li> <li>formulieren Generalisierungen im Sinne von Wenn-dann- oder Je-desto-Beziehungen aufgrund von Beobachtungen.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>trennen systematisch zwischen Beobachtung und Interpretation.</li> <li>unterscheiden zwischen vergleichsweise sicheren und vorläufigen Generalisierungen (die auf der Basis weniger Fallzahlen entstanden sind).</li> </ul> |





| Nr.   | Kompetenzen<br>Elementarbereich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Zusätzliche Kompetenzen<br>Grundschulbereich                                                                                                                                                                      | Zusätzliche Kompetenzen<br>Klasse 6–8                                                                                                                                                              |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | Die Kinder ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Die Schülerinnen und Schüler ...                                                                                                                                                                                  | Die Schülerinnen und Schüler ...                                                                                                                                                                   |
|       | <p><b>Modellieren</b></p> <p>Naturwissenschaftliche Modelle sind gedankliche Konstrukte, mit denen sich naturwissenschaftliche Zusammenhänge beschreiben lassen, die der menschlichen Wahrnehmung nicht unmittelbar zugänglich sind. Atommodelle sind Beispiele dafür. Sorgfältig zu unterscheiden ist zwischen dem naturwissenschaftlichen Modell (als Gedankenkonstrukt) und der gegenständlichen Veranschaulichung dieses Modells.</p> <p>Die besondere Bedeutung von Modellen besteht darin, dass sie Vorhersagen von Ereignissen ermöglichen. Modelle beinhalten immer Vereinfachungen. Modelle können nicht wahr oder falsch sein, sondern sind immer nur für bestimmte Zwecke geeignet, für andere Zwecke unter Umständen aber ungeeignet.</p> <p>Modellieren im weitesten Sinne bezeichnet das Überführen von aus Beobachtungen gewonnenen Zusammenhängen in ein theoretisches Gedankengebäude. So verstanden ist das Modellieren eine Arbeitsweise, die nahezu jede naturwissenschaftliche Forschungstätigkeit durchzieht.</p> |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                    |
| PK 11 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben bzw. entwerfen einfache Modelle und beschreiben ihre Vereinfachungen.</li> </ul>                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• treffen Vorhersagen auf der Grundlage von Modellen.</li> <li>• erklären Beobachtungen durch Modelle.</li> <li>• benennen Grenzen von Modellen.</li> </ul> |
|       | <p><b>Arbeitsprozesse und -ergebnisse bewerten</b></p> <p>Naturwissenschaftliche Forschung bemüht sich um größtmögliche Objektivität. Dies setzt den ehrlichen Umgang mit Daten sowie eine kritische Haltung gegenüber den Ergebnissen und den Wegen der Erkenntnisgewinnung voraus. Das Erkennen von Veränderungs- und Verbesserungsmöglichkeiten in eigenen oder fremden Untersuchungen liefert Ansatzpunkte, um die Zuverlässigkeit von Schlussfolgerungen zu überprüfen (Reliabilität).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                    |
| PK 12 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen grobe Fehler in naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen.</li> <li>• bewerten die Qualität ihrer Arbeiten und der ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen alternative Vorgehensweisen.</li> <li>• reflektieren das eigene Vorgehen und benennen Ansatzpunkte für Verbesserungen.</li> </ul>             |



# 4

## **Das Thema Schwimmen und Sinken im Sekundarbereich**

## 4 Das Thema Schwimmen und Sinken im Sekundarbereich

### 4.1 Fachlicher Hintergrund

Wird ein fester Körper unter dem Einfluss der Gewichtskraft in eine Flüssigkeit (oder in ein Gas) getaucht, so erfährt er eine Auftriebskraft, die der Gewichtskraft entgegengesetzt ist.

Diese Auftriebskraft ist genauso groß wie die Gewichtskraft des Wassers, das vom Körper verdrängt wird (archimedisches Prinzip, s. Kasten S. 37).

Je tiefer der Körper eintaucht und somit mehr Flüssigkeit verdrängt, desto größer wird die Auftriebskraft. Werden während des Eintauchens Gewichtskraft und Auftriebskraft vom Betrag her gleich groß, so wird der Eintauchprozess aufgrund des Kräftegleichgewichts gestoppt und der Körper schwimmt. Wird dieses Kräftegleichgewicht nicht erreicht, sinkt der Körper ab.

Entsprechend verhält es sich, wenn ein bereits eingetauchter fixierter Körper losgelassen wird. Ist die Auftriebskraft größer als die Gewichtskraft, steigt dieser so lange bis über die Wasseroberfläche auf, bis das Kräftegleichgewicht hergestellt ist.

Aus der Beschreibung dieses Phänomens ergibt sich eine grundlegende Frage:

#### Wie entsteht die Auftriebskraft?

Die Entstehung der Auftriebskraft steht in engem Zusammenhang mit dem (hydrostatischen) Druck. Dieser wird im Folgenden kurz erklärt.

Man stelle sich einen wassergefüllten Behälter vor, der auf dem Erdboden steht. Die Gewichtskraft, genauer die Erdbeschleunigung  $[g]$ , bewirkt, dass die Flächen der oberen Wasserschichten des Behälters auf die Flächen der unteren Wasserschichten drücken. Dieser Druck wirkt jedoch nicht nur von oben, sondern *aus allen Richtungen gleich* (Pascal'sches Prinzip).

Beim Tauchen erlebt man dieses Phänomen beim wahrgenommenen Wasserdruck auf die Ohren: Es spielt keine Rolle, ob das Ohr nach unten, oben oder zur Seite gerichtet ist, der wahrgenommene Wasserdruck ist aus allen Richtungen gleich.

*Druck* beschreibt zwar, wie oben erläutert, eine *Kraft pro Fläche*, er besitzt jedoch keine Richtung, das heißt, er ist kein Vektor und ist demnach nicht mit dem Auflagedruck zu verwechseln (wie z. B. im Fall von Schuhen mit schmalen und breiten Absätzen).

Man spricht von Schweredruck oder, entsprechend in Flüssigkeiten wie Wasser, von hydrostatischem Druck  $[p]$ :

$$p = F/A.$$

Taucht man nun einen Körper in eine Flüssigkeit, so wirkt ebenfalls eine Kraft von allen Seiten auf die gesamte Oberfläche des Körpers. Es ist nachvollziehbar, dass der hydrostatische Druck bzw. die Kraft auf die Oberfläche des Körpers zunimmt, je tiefer man ihn in das Wasser eintaucht (Eintauchtiefe  $h$ ), da die Masse der darüberliegenden Moleküle größer wird. Der hydrostatische Druck nimmt also mit der Wassertiefe zu.

Die Masse des darüberliegenden Volumens ist jedoch nicht nur von der Eintauchtiefe abhängig, sondern auch von der Dichte  $[\rho]$  der Flüssigkeit, da diese die Masse pro Volumeneinheit des Körpers beschreibt:

$$\rho = m/V.$$

Vernachlässigt man den atmosphärischen Gasdruck (z. B. der Luft über der Wasseroberfläche), der auf die Flüssigkeitsoberfläche wirkt, so erhält man folgenden formalen Zusammenhang zwischen Erdbeschleunigung  $[g]$ , Eintauchtiefe  $[h]$ , Flüssigkeitsdichte  $[\rho]$  und Druck  $[p]$ . Die Schritte lauten im Einzelnen:

Mit  $F = m \cdot g$  gilt:

$$p = F/A = m \cdot g/A$$

Mit  $V = A \cdot h$  umgestellt zu  $A = V/h$  folgt:

$$p = m \cdot g \cdot h/V$$

Mit  $\rho = m/V$  folgt schlussendlich

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

Bei genauerer Betrachtung der Formel fallen zwei Aspekte auf:

1. der lineare Zusammenhang zwischen Eintauchtiefe und hydrostatischem Druck
2. die Irrelevanz der Form des Gefäßes, in dem sich die Flüssigkeit befindet, und damit auch der Gesamtwassermenge für die Größe des hydrostatischen Drucks

Der erste Punkt ist deshalb auffällig, da zunächst zu vermuten ist, dass die Gewichtskraft der oberen Flüssigkeitsschichten die Dichte der unteren Flüssigkeitsschichten erhöht und dies den Druck in den unteren Wasserschichten verstärkt. Das ist streng genommen auch der Fall. Allerdings gilt Wasser als nahezu inkompressibel (ca. 5 % Dichteänderung pro 10.000 m Wassertiefe), sodass für die allermeisten Berechnungen die oben stehende Formel angewendet werden kann.

Gase oder Gasgemische hingegen, wie z. B. die Erdatmosphäre, sind stärker kompressibel als Flüssigkeiten. Somit verläuft der Zusammenhang zwischen der Höhe und dem barometrischen Druck nicht linear: Ca. alle 5,5 Höhenkilometer halbiert sich beispielsweise der atmosphärische Druck.

### Hydrostatisches Paradoxon

Der zweite auffällige Aspekt wird auch als hydrostatisches Paradoxon beschrieben. Demnach ist in der gleichen Eintauchtiefe [h] der Druck in einem Wasserglas gleich groß wie in einem großen Stausee.

Es spielt für die Größe des hydrostatischen Drucks ebenfalls keine Rolle, ob sich das Gefäß nach oben verjüngt oder verbreitert: Im Falle eines sich nach oben verbreiternden Gefäßes könnte man annehmen, dass sich der Druck aufgrund der größeren Wassermenge über der unteren Fläche vergrößert. Allerdings werden die nach unten wirkenden Kräfte von der Gefäßwand „getragen“ (roter Kraftpfeil in Abb. 1).

In einem sich nach oben verjüngenden Gefäß könnte man dagegen annehmen, dass der Druck aufgrund der geringeren Wassermenge über der Fläche geringer ausfällt. Hier geschieht das Gleiche wie oben beschrieben, nur in umgekehrter Richtung. Da der Druck in alle Richtungen gleich wirkt, treten auch Kräfte auf, die nach oben gegen die Gefäßwand gerichtet sind. Der senkrechte Anteil der Gegenkraft (roter Kraftpfeil in Abb. 2) erhöht somit die Kraft auf die unteren Flächen.

Dass der hydrostatische Druck unabhängig von der Gefäßform ist, lässt sich an einem Alltagsphänomen beobachten bzw. wahrnehmen: Beim Tauchen spürt man in genügender Tiefe, z. B. in drei Metern Tiefe, einen Druck auf den Ohren. Dieser Druck hängt ausschließlich von der Wassertiefe ab, nicht aber von dem „Gefäß“, d. h., es spielt keine Rolle, ob man in einem kleinen Swimmingpool, einem See oder im Meer drei Meter tief taucht.

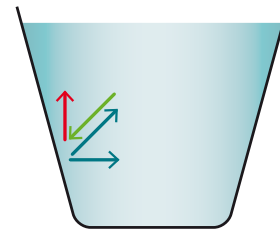


Abb. 1: In Gefäßen, die nach oben verbreitert sind, werden aufgrund des Actio-Reactio-Prinzips die vertikalen Kraftanteile durch die Gefäßwand „aufgefangen“.

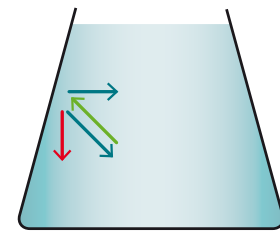


Abb. 2: In Gefäßen, die nach oben verjüngt sind, werden aufgrund des Actio-Reactio-Prinzips die vertikalen Kraftanteile durch die Gefäßwand „verstärkt“.

Es lässt sich also festhalten, dass

- auf einen eingetauchten Körper von allen Seiten ein Druck wirkt,
- der Druck mit der Tiefe zunimmt und
- der Druck unabhängig von der Gefäßform ist.

### Hydrostatischer Druck und das Schwimmverhalten von Körpern

Überträgt man dieses Wissen auf die Situation eines vollständig eingetauchten Körpers (s. Abb. 3), wirkt auf die oberen Flächenanteile des Körpers ein geringerer Druck als auf die unteren Flächenanteile. Diese Druckdifferenz hat zur Folge, dass die Kraft von oben  $F_o$  auf die Oberseite des Körpers geringer ist als die Kraft von unten  $F_u$  auf die Unterseite. Daraus resultiert die Auftriebskraft  $F_A$ , die umso größer ist, je größer der Abstand der Oberkante zur Unterkante bemessen ist.

Da jedoch die Kraft, die aufgrund des Drucks entsteht, auch von der Fläche abhängig ist, auf welche die Kraft wirkt (da  $F = p \cdot A$ ), vergrößert sich auch die resultierende Auftriebskraft, je größer die horizontalen Flächenanteile sind (die Kräfte auf die vertikalen Flächenanteile heben sich gegenseitig auf).

Beide Faktoren zusammengenommen, also der Abstand der Oberkante zur Unterkante und die horizontalen Flächenanteile, ergeben miteinander multipliziert das Volumen des Körpers. Es lässt sich also festhalten:

- Je größer das Volumen des Körpers, desto größer ist die resultierende Auftriebskraft, die auf den eingetauchten Körper wirkt.

Ist diese Auftriebskraft nun größer als die Gewichtskraft des eingetauchten Körpers (abhängig von seiner Masse), steigt dieser so lange über die Wasseroberfläche auf, bis der Druckunterschied zwischen Wasserspiegel und Unterkante so gering ist, dass der Betrag der Auftriebskraft gleich groß ist wie der Betrag der Gewichtskraft des Körpers. Der Körper schwimmt an der Oberfläche.

Sind im voll eingetauchten Zustand die Auftriebskraft und die Gewichtskraft gleich groß, schwebt der Körper in der Flüssigkeit. Ist die Auftriebskraft geringer als die Gewichtskraft, sinkt der Körper ab.

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Körper schwimmt, steigt also, wenn der Körper ein möglichst hohes Volumen bei gleichzeitig geringer Masse, ergo eine möglichst geringe Dichte aufweist.

Zusammengefasst:

- Körper schwimmen, wenn die Dichte der Flüssigkeit möglichst hoch und
- die Dichte des eingetauchten Körpers möglichst gering ist.

Nun stellt sich außerdem die Frage, in welchem Dichteverhältnis die beiden Komponenten stehen müssen, damit der Körper schwimmt bzw. schwebt. Das lässt sich mathematisch veranschaulichen. Um dies so einfach wie möglich zu halten, wird formal die Eintauchsituation eines Quaders dargestellt (vgl. Abb. 3).

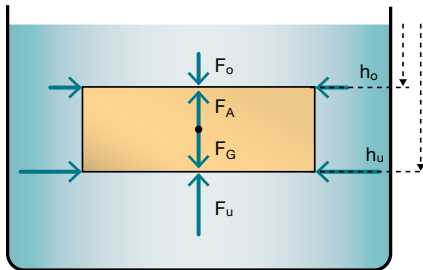


Abb. 3: Kräfte, die auf einen voll eingetauchten Körper wirken

Hierbei gehen wir von der Schwebesituation aus, in welcher die Gewichtskraft  $F_G$  und die Auftriebskraft  $F_A$  des Körpers vom Betrag her gleich sind:

$$F_A = F_G \quad (1)$$

Wir haben festgestellt, dass die Auftriebskraft aus der Druckdifferenz  $\Delta p$  der beiden Eintauchtiefen Unterkante  $h_u$  und Oberkante  $h_o$  entsteht:

$$\Delta p = \rho_{Fl} \cdot g \cdot h_u - \rho_{Fl} \cdot g \cdot h_o$$

$\rho_{Fl}$  bezeichnet die Dichte der Flüssigkeit. Durch Ausklammern erhält man:

$$\Delta p = \rho_{Fl} \cdot g \cdot (h_u - h_o) \quad (2)$$

Will man daraus nun die Auftriebskraft berechnen, benötigt man die Formel, in der die Auftriebskraft  $F_A$  und die horizontalen Flächenanteile  $A_{ho}$  enthalten sind:

$$\Delta p = F_A / A_{ho}$$

Formel (2) wird nun für  $\Delta p$  eingesetzt:

$$F_A / A_{ho} = \rho_{Fl} \cdot g \cdot (h_u - h_o)$$

Somit ergibt sich für  $F_A$ :

$$F_A = \rho_{Fl} \cdot g \cdot A_{ho} \cdot (h_u - h_o) \quad (3)$$

Für die Gewichtskraft ergibt sich folgender Zusammenhang mit  $m_K$  gleich der Masse des Körpers:

$$F_G = m_K \cdot g \quad (4)$$

Die Masse lässt sich als Dichte  $\rho_K$  mal Volumen  $V_K$  des Körpers ausdrücken:

$$m = \rho_K \cdot V_K$$

In die Formel (4) eingesetzt ergibt dies:

$$F_G = \rho_K \cdot V_K \cdot g \quad (5)$$

Setzt man (3) und (5) in (1) ein, ergibt sich daraus:

$$\rho_K \cdot V_K \cdot g = \rho_{Fl} \cdot g \cdot A_{ho} \cdot (h_u - h_o)$$

Dabei entsprechen die horizontalen Flächenanteile multipliziert mit der vertikalen Kantenlänge  $A_{ho} \cdot (h_u - h_o)$  dem Volumen des Körpers  $V_K$ :

$$\rho_K \cdot V_K \cdot g = \rho_{Fl} \cdot V_K \cdot g$$

$V_K$  und  $g$  lassen sich kürzen. Somit bleibt, dass die Dichten des Körpers und der Flüssigkeit gleich groß sein müssen, wenn sich der Körper im Schwebzustand befindet:

$$\rho_K = \rho_{Fl},$$

bzw. die Dichte des Körpers größer ist, wenn er absinkt, und kleiner, wenn er aufsteigt.

### HEUREKA – das archimedische Prinzip

Der Mathematiker Archimedes bekam von König Hieron II. von Syrakus den Auftrag, eine neu geschmiedete Goldkrone auf ihren Reinheitsgehalt zu überprüfen. Der König vermutete, dass der Goldschmied ihn betrogen und eine Gold-Silber-Legierung verwendet hatte. Natürlich durfte die Krone für die Untersuchung nicht zerstört werden. Keine einfache Aufgabe also.

Den entscheidenden Einfall hatte Archimedes, als er in seine Badewanne stieg, den steigenden Wasserspiegel beobachtete und sich dabei leichter fühlte. Er hatte einen Geistesblitz, wie er herausfinden konnte, ob der Goldschmied betrogen hatte oder nicht. Daraufhin lief Archimedes „Heureka“ („Ich habe es gefunden“) rufend nackt durch die Straßen von Syrakus.

Archimedes ging folgendermaßen vor: Er wusste, dass Körper „leichter“ werden, wenn man sie ins Wasser eintaucht. Und er wusste auch, dass dieser Effekt umso größer ist, je größer das Volumen des Körpers ausfällt. Wäre die Krone also aus purem Gold gefertigt, sollte sie beim Eintauchen das identische Gewicht (Gewichtskraft) verlieren wie ein Goldbarren, der an Land gleich viel wiegt. Wäre die Krone allerdings nicht aus purem Gold, würde sie für das gleiche Gewicht an Land mehr Volumen benötigen (geringere Dichte, da Gold das damals dichteste bekannte Element war). Aufgrund des größeren Volumens würde die Krone im Wasser also mehr Gewicht verlieren und somit leichter werden als der Goldbarren.

Archimedes verwendete hierzu eine Balkenwaage und legte auf die eine Seite die Krone und auf die andere Seite den Goldbarren. An Land zeigte der Balken eine waagrechte Ausrichtung, nach dem gleichzeitigen Eintauchen beider Seiten senkte sich die Seite des Goldbarrens ab. Die Krone war also gefälscht, was den Goldschmied schließlich das Leben kostete.

## 4.2 Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten

Im Kapitel 2 wurde bereits auf die besondere Bedeutung von Schülervorstellungen für das Lernen verwiesen. Im Folgenden werden die spezifischen Vorstellungen im Bereich des Schwimmens und Sinkens vorgestellt, die sich in Untersuchungen als bedeutsam erwiesen haben, insbesondere die im Hinblick auf das Phänomen des hydrostatischen Drucks. Ferner werden typische Schwierigkeiten von jüngeren und älteren Schülerinnen und Schülern beim wissenschaftlichen Denken und forschenden Lernen beschrieben.

### Schülervorstellungen zum Schwimmen und Sinken

Die Schülervorstellungen, die sich auf die Faktoren der Schwimmfähigkeit eines Körpers beziehen, kommen vertieft im Ergänzungs-Handbuch Schwimmen und Sinken der Primarstufe zur Sprache. Einige dieser Schülervorstellungen sind mit großer Wahrscheinlichkeit auch noch in der Sekundarstufe anzutreffen. Aus diesem Grund werden die Beschreibungen aus dem Band Primarstufe hier kurz zusammengefasst. Folgende – fachlich falsche – Vorstellungen sind bei Kindern, Jugendlichen, aber auch Erwachsenen häufig vorzufinden:

- Gegenstände gehen aufgrund hoher Masse unter, das Verhältnis zum Volumen (Dichte) wird nicht mit einbezogen.
- Das Material des Körpers wird undifferenziert zur Erklärung angewendet (Holz schwimmt!).
- Gegenstände mit Löchern (z. B. ein Holzbrett mit Löchern) gehen unter, weil das Wasser eindringt und das Brett nach unten drückt.
- Auf die Frage, warum Objekte schwimmen, die normalerweise untergehen, argumentieren die Schülerinnen und Schüler häufig mit der äußeren Form oder mit dem Einsatz technischer Hilfsmittel: „Ein Schiff aus Metall schwimmt, weil es einen Rumpf bzw. einen Motor hat.“

Diese möglichen Schülervorstellungen kommen vor allem in den ersten beiden Unterrichtssequenzen dieses Curriculums zur Sprache mit dem Ziel, einen Konzeptwechsel bei den Lernenden anzuregen.

### Schülervorstellungen zum hydrostatischen Druck

Druck als physikalisches Phänomen im Allgemeinen wird von vielen Schülerinnen und Schülern aus der Sekundarstufe als eine Ausübung von Kraft gesehen, welche auf eine bestimmte Fläche wirkt. Daraus resultieren die Annahmen, dass Druck eine Richtung besitzt und mit dem Auflagedruck gleichgesetzt wird und dass Druck nur dann vorhanden ist, wenn etwas bewegt bzw. verformt wird. Der Unterricht sollte also zunächst so gestaltet werden, dass die Lernenden einen Konzeptwechsel vornehmen können; weg von

der Annahme, dass Druck eine Richtung besitzt, hin zur Beschreibung des Drucks als Zustand des „Gepresst-Seins“, in diesem Fall das „Gepresst-Sein“ einer Flüssigkeit.

Mit der Vorstellung, dass Druck eine Richtung besitzt, steht eine weitere Lernschwierigkeit in Zusammenhang. Schülerinnen und Schüler vermuten häufig, der hydrostatische Druck sei bei gleicher Eintauchtiefe von oben stärker als von unten.

Eine zusätzliche Lernschwierigkeit stellt das bereits in Abschnitt 4.1 dargestellte hydrostatische Paradoxon dar, also die Unabhängigkeit des hydrostatischen Drucks von der Gesamtwassermenge und der Gefäßform. Hier bieten sich vor allem Schülerexperimente an, welche die beschriebenen Unabhängigkeiten direkt erfahrbar machen, z. B. Druckmessgeräte in unterschiedlichen Gefäßformen, in unterschiedlicher Tiefe und unterschiedlicher räumlicher Ausrichtung. Für tauchbegeisterte Schülerinnen und Schüler kann auch auf Alltagserfahrungen beim Tauchen in Schwimmbädern oder Seen Bezug genommen werden.

#### *Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten beim wissenschaftlichen Denken*

Aus der neueren entwicklungspsychologischen Forschung ist bekannt, dass schon jüngere Kinder in der Lage sind, Theorien bzw. Hypothesen zu bilden und diese für Begründungen zu verwenden. Kinder ab einem Alter von etwa vier Jahren verstehen bereits, dass eine Person eine andere Überzeugung haben kann als sie selbst; sie verstehen auch, dass Ereignisse aus unterschiedlichen Perspektiven interpretiert werden können und das Vorwissen die Interpretation beeinflusst. Grundschul Kinder sind in konkreten Kontexten, beispielsweise beim Thema Magnetismus, darüber hinaus in der Lage, aus ihren Vorstellungen schlüssige Vermutungen abzuleiten, auch wenn ihre dabei getroffenen Vorannahmen sachlich nicht immer zutreffen.

Kern des wissenschaftlichen Vorgehens ist es, Annahmen (Ideen, Vermutungen oder Hypothesen) durch Beobachtungen und Experimente auf den Prüfstand zu stellen. Die Untersuchungen können die Annahme entweder bestätigen oder widerlegen oder auch als irrelevant eingeschätzt werden. Hierzu zeigt die Forschung, dass Kinder im Grundschulalter zwar in bestimmten, sehr künstlichen Aufgaben erkennen können, dass eine Vermutung aufgrund von Beobachtungen abgelehnt werden muss, dass ihnen dies aber in den meisten Anwendungskontexten sehr schwer fällt. Insbesondere dann, wenn Personen – dies gilt auch für Erwachsene – starke Überzeugungen und Erwartungen hinsichtlich des Eintreffens eines bestimmten Ereignisses haben, werden Beobachtungen, die der Vermutung widersprechen, häufig ignoriert oder uminterpretiert. Aber nicht nur die Bedeutung, die den Beobachtungen beigemessen wird, sondern auch die

Beobachtungen selbst werden durch Erwartungen beeinflusst. Geht eine Schülerin oder ein Schüler also beispielsweise davon aus, dass alle leichten Dinge schwimmen, dann wird es insgesamt schwerer für sie oder ihn sein, überhaupt wahrzunehmen, dass eine kleine Stecknadel untergeht. Noch schwieriger ist es, dieses Ereignis, welches die Annahme widerlegt, als Grundlage für eine neue, revidierte Annahme zu nutzen. Insgesamt neigen insbesondere Vor- und Grundschul Kinder dazu, Versuche mit dem Ziel durchzuführen, ein bestimmtes Ergebnis zu erhalten, und weniger mit dem Ziel, Wirkungszusammenhänge zu erkennen. Beim freien Experimentieren gehen Kinder also beispielsweise eher der Frage nach, wie man es schaffen kann, dass ein Magnet mehrere Gegenstände anzieht, und weniger der Frage, wovon es abhängt, dass eine magnetische Wirkung auftritt.

Dennoch können schon Grundschul Kinder die Qualität eines Experiments im Hinblick auf die Prüfung einer Vermutung in Ansätzen beurteilen. So können sie beispielsweise zwischen unterschiedlich zielführenden (kontrollierten und nicht kontrollierten) Experimenten unterscheiden, wenn ihnen diese zur Auswahl vorgegeben werden. In einer umfangreichen Untersuchung zum wissenschaftlichen Denken stellte sich jedoch auch heraus, dass erst ab der fünften Klasse etwa ein Drittel der Lernenden spontan ein (kontrolliertes) Experiment vorschlug, bei dem alle relevanten Bedingungen konstant gehalten werden und nur die infrage stehende Einflussgröße verändert wird. (In der Aufgabe ging es darum, Ursachen für den Treibstoffverbrauch von Flugzeugen zu untersuchen. Dazu wurden drei Einflussfaktoren betrachtet, die Form der Flugzeugnase, die Zahl der Flügel und die Stellung des Höhenruders.) Erst am Ende der Sekundarstufe, mit ca. 17 Jahren, werden gemäß dieser Untersuchung kontrollierte Experimente von etwa 80 % der Probanden vorgeschlagen.

Jüngeren Kindern fällt es noch schwer, über Wissenschaft und den Stellenwert von Theorien auf einer Metaebene zu reflektieren. Dies ist jedoch auch etwas, das vielen Erwachsenen nur annähernd gelingt – was aber aufgrund oft fehlender Erfahrungen mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern oder mit dem eigenständigen Betreiben von Wissenschaft auch nachvollziehbar ist. In Interviews über den Zweck von Experimenten und die Ziele von Wissenschaft befanden beispielsweise Grundschul Kinder ebenso wie Teenager aus der siebten Klasse mehrheitlich, dass die Aufgabe von Wissenschaft in der Sammlung von Faktenwissen oder der Erzeugung positiver Effekte besteht. Es wurden kaum Beziehungen zwischen Theorien, Hypothesen und Experimenten hergestellt. Andererseits gibt es Studien, die zeigen, dass das Wissenschaftsverständnis von Grundschul Kindern durch einen wissenschaftsorientierten Unterricht durchaus gefördert werden kann.

# 5

## Unterricht in der Sekundarstufe I (Klassenstufe 6–8)



## 5 Unterricht in der Sekundarstufe I (Klassenstufe 6–8)

### 5.1 Zum Aufbau des Unterrichts

Die Unterrichtseinheit Schwimmen und Sinken ist in fünf Sequenzen unterteilt. Vor allem die erste Sequenz greift sowohl inhaltlich als auch methodisch auf Sequenzen der Primarstufe zurück, um einerseits die bereits erlernten Konzepte wieder ins Gedächtnis zu rufen und andererseits alle Schülerinnen und Schüler auf denselben Kenntnisstand zu bringen. In den weiteren Sequenzen folgen sowohl Quantifizierung der Bedingungen für das Schwimmen und Sinken als auch die Möglichkeiten einer technischen Umsetzung der Erkenntnisse (Entwicklung eines Tauchroboters). Die letzten beiden Sequenzen beschäftigen sich mit dem Phänomen des hydrostatischen Drucks und spezifizieren diesen als einen Einflussfaktor auf den Vorgang des Schwimmens, Schwebens und Sinkens. Dabei werden in den Sequenzen 1, 3 und 5 Möglichkeiten zur Niveaudifferenzierung angeboten. Die Experimente und Konstruktionsversuche können meist in Dreiergruppen durchgeführt werden.

Innerhalb der Sequenzdarstellungen findet sich folgender Aufbau:

1. Zeitrahmen der Sequenz sowie inhalts- und prozessbezogene Kompetenzen
2. Benötigtes Vorwissen, Kurzbeschreibung und Verlaufsplanung der Sequenz
3. Einzusetzende Materialien
4. Arbeitsblätter
5. Stationenblätter, Folien usw.

Kurzer Überblick über die einzelnen Unterrichtssequenzen:

#### Sequenz 1: Schwimmen oder sinken? Das ist hier die Frage!

Zu Beginn der Stunde werden spezielle Vermutungen (einzelne Körper) und generelle Vermutungen (allgemeine Faktoren) zur Schwimmfähigkeit geäußert und in einem zweiten Schritt überprüft (niveaudifferenziert). Nachdem die Ergebnisse besprochen und die Faktoren geklärt wurden, ermitteln die Schülerinnen und Schüler Möglichkeiten, wie man nicht schwimmfähige Körper zum Schwimmen bringen kann, und wenden diese in praktischer Form an.

#### Sequenz 2: Hier wendets sich vom Sinken zum Schwimmen – und umgekehrt

Die Schülerinnen und Schüler lernen das Prinzip der Dichteanpassung in einem biologischen Kontext kennen und versuchen, dieses Prinzip mit unter-

schiedlichen Materialien zu simulieren. Außerdem lernen sie, dass die vom Körper verdrängte Flüssigkeit genau dem Volumen des eingetauchten (Teils des) Körpers entspricht. Somit eignet sich die Eintauchmethode zur Volumenbestimmung von beliebigen Körpern. Zum Schluss setzen sie die Erkenntnisse aus Biologie und Physik zur Planung eines Geräts ein, mit dem man trockenen Fußes Unterwasseraufnahmen machen kann und das sich bezüglich der Eintauchtiefe regulieren lässt. Erste Ideen für einen Tauchroboter entstehen.

#### Sequenz 3: Ein Königreich für einen Tauchroboter

Die dritte Sequenz nimmt die Planungen der Schülerinnen und Schüler aus der vorherigen Sequenz auf, d. h., sie sollen mit vorgegebenen Materialien einen Tauchroboter konstruieren. Hierzu können sie sowohl über das Trial-and-Error-Verfahren als auch über mathematische Berechnungen die optimale Dichte des Tauchroboters ermitteln. Der Roboter wird während der Stunde (und evtl. in einer Extrastunde in einem natürlichen Gewässer oder einem Schwimmbad) getestet.

#### Sequenz 4: Es wächst der Druck mit größerer Tiefe

Über das Verhalten sehr stabiler Körper unter Wasser werden die Begriffe Kraft und Schweredruck thematisiert. Daraufhin untersuchen die Schülerinnen und Schüler die Faktoren, die den Schweredruck beeinflussen (Eintauchtiefe und Flüssigkeitsdichte). Hierzu nutzen sie ein U-Rohr-Manometer, das sie in seiner Funktionsweise kennen- und verstehen lernen.

#### Sequenz 5: Auftriebskraft – die Kraft, die Auftrieb schafft

Diese Doppelstunde ist zweigeteilt. Im ersten Teil (45 Minuten) wird der Zusammenhang zwischen Druck und Fläche thematisiert und daraus die Einheit für den Druck hergeleitet. Zudem wird festgehalten, dass durch die Kraft, die durch den Wasserdruck entsteht, der eingetauchte Körper in Richtung Oberfläche gestoßen wird, somit eine Auftriebskraft durch den Druck entsteht. Der zweite Teil der Stunde ist fakultativ, d. h. für ein höheres Niveau einsetzbar. Hier wird die Auftriebskraft als Erklärung fürs Schwimmen und Sinken herausgearbeitet und mit dem Dichtekonzept verglichen. Zum Schluss werden zu beiden Bereichen Aufgaben gestellt.



## 5.2 Darstellung der Unterrichtssequenzen

### Sequenz 1: Schwimmen oder sinken? Das ist hier die Frage!

Zeitraumen: 90 Minuten

| Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Zugehöriges Wissen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>nennen Faktoren, die dazu beitragen, dass ein Vollkörper sinkt, schwebt oder schwimmt (IK 1).</li> <li>beschreiben, dass man durch eine entsprechende Formgebung nicht schwimmfähige Körper zum Schwimmen bringen kann (Verändern von Vollkörpern zu Hohlkörpern oder Befestigung von Körpern, deren Dichte geringer ist als die der Flüssigkeit) (IK 2).</li> </ul> | <p>Ob ein Körper sinkt, schwebt oder schwimmt, hängt sowohl von der Dichte des eingetauchten Körpers als auch von der Dichte der Flüssigkeit ab. Körper, die sinken, besitzen eine größere Dichte als die Flüssigkeit, Körper, die schweben, eine gleich große und Körper, die schwimmen, eine geringere. Dichte wird mathematisch als <math>\rho = m/V</math> ausgedrückt.</p> <p>Man kann nicht schwimmfähige Körper zum Schwimmen bringen, indem man Stoffe mit geringerer Dichte miteintaucht – z.B. Luft in einem geschlossenen Hohlraum oder Styrodur –, weil dadurch die mittlere Dichte des eingetauchten Körpers sinkt.</p> |
| Prozessbezogene Kompetenzen (PK)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Zugehöriges Wissen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>geben selbstständig angemessene Begründungen für Vermutungen und Hypothesen an (PK 2).</li> <li>führen einen Versuch/ein Experiment sachgerecht durch (PK 5).</li> <li>erkennen Fehler im Zusammenhang mit der Variablenkontrolle (PK 4).</li> <li>begründen die Notwendigkeit der Variablenkontrolle (PK 4).</li> </ul>                                             | <p>Eine Hypothese oder wissenschaftliche Vermutung sollte aus bisherigem Wissen oder Erfahrungen abgeleitet werden.</p> <p>Um haltbare Ergebnisse zu erzielen, muss ein Experiment sachgerecht und genau durchgeführt werden.</p> <p>Um einen Faktor als Ursache für ein Ergebnis zu identifizieren, darf nur dieser allein verändert werden.</p> <p>Eine Variable bezeichnet eine bestimmte Eigenschaft/ein bestimmtes Merkmal eines Gegenstands.</p>                                                                                                                                                                               |

#### Benötigtes Vorwissen

Die Schülerinnen und Schüler sollten mit den Konzepten Masse und Volumen vertraut sein.

#### Kurzbeschreibung der Stunde

Zu Beginn der Stunde werden spezielle Vermutungen (einzelne Körper) und generelle Hypothesen (allgemeine Faktoren) zur Schwimmfähigkeit geäußert und in einem zweiten Schritt überprüft. Hierfür füllen die Schülerinnen und Schüler u. a. Arbeitsblatt AB 1.1.1 aus. Dies ist in zwei Niveaustufen vorhanden (schwer = Amboss, leicht = Feder), ebenso das Stationenblatt 1, das sich auf jenes Arbeitsblatt bezieht. Nachdem die Ergebnisse besprochen und die Faktoren geklärt wurden, ermitteln die Schülerinnen und Schüler Möglichkeiten, wie man nicht schwimmfähige Körper zum Schwimmen bringen kann, und wenden diese Ideen in praktischer Form an.

## Verlaufsplanung

| Zeit, Sozial-/Arbeitsform | Lehrkraft (LK) – Schülerinnen und Schüler (SuS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Material/Medien                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Klassengespräch<br>5 min  | <p><b>Einstieg</b></p> <p>LK stellt der Klasse mehrere Vollkörper vor, benennt deren Eigennamen, Form und Material (z. B. Würfel aus Buchenholz, Radiergummi).</p> <p>SuS notieren die einzelnen Körper in einer Tabelle auf dem Arbeitsblatt (Aufgabe 1) und ordnen sie nach dem Kriterium, ob sie schwimmen oder sinken (Vermutung). Anschließend <b>formulieren</b> sie ihre <b>Hypothese bezüglich der Schwimmfähigkeit</b> (Aufgabe 2).</p> <p>Mögliche Schüleräußerungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Alles, was leicht ist, schwimmt.</li> <li>– Alles, was aus Holz ist, schwimmt.</li> <li>usw.</li> </ul> <p>LK fordert ggf. SuS auf, ihre Aussagen zu begründen.</p>                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 Sätze à sechs Einheitswürfel aus verschiedenen Materialien</li> <li>• 3 Würfel mit durchgehendem Loch</li> <li>• Alltagsmaterialien mit homogenen Formen (z. B. Radiergummi, Kerze, Tafelmagnete etc.)</li> <li>• AB 1.1.0</li> </ul> |
| Gruppenarbeit<br>15 min   | <p><b>Erarbeitung I</b></p> <p>LK gibt 3er-Gruppen vor und fordert jeweils eine Schülerin oder einen Schüler pro Gruppe auf, das Material abzuholen.</p> <p>SuS <b>überprüfen die Körper auf ihre Schwimmfähigkeit</b> und vergleichen sie mit ihrer Einordnung aus dem Einstieg. Sie vergleichen, diskutieren (welche Rolle spielt beispielsweise die Größe der Objekte?), überprüfen ihre Hypothesen zur Schwimmfähigkeit und formulieren ihre Erkenntnisse (Aufgaben 3–4).</p> <p>Mögliche Schüleräußerungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ob etwas schwimmt oder sinkt, hängt vom Material ab. Gewisse Materialien sind für ihre Größe schwer und sinken, andere sind für ihre Größe leicht und schwimmen.</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• s. o.</li> <li>• 11 Tauchgefäße</li> <li>• 2 Waagen</li> <li>• AB 1.1.0</li> </ul>                                                                                                                                                      |
| Klassengespräch<br>10 min | <p><b>Erarbeitung II</b></p> <p>LK erfragt im Plenum die Erkenntnisse der SuS, nennt die physikalisch <b>korrekten Begriffe Masse und Volumen</b> und den <b>Zusammenhang von Masse und Volumen</b>. Dies nennt man <b>Dichte</b>, sie wird in der Physik mit dem griechischen Buchstaben Rho (<math>\rho</math>) abgekürzt. Die Dichte ist eine Materialeigenschaft. Die Schwimmfähigkeit hängt also vom Verhältnis von Masse und Volumen ab bzw. vom Material (Materialkonzept). Je größer die Masse pro Volumen, d. h. je größer die Dichte, desto eher sinkt etwas. Und umgekehrt.</p> <p>LK macht die Überleitung zur mathematischen Schreibweise <math>\rho = m/V</math> und rechnet ein Beispiel vor (Würfel aus Buchenholz mit Kantenlänge 4 cm).</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• AB 1.1.1</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                     |



| Zeit, Sozial-/Arbeitsform                      | Lehrkraft (LK) – Schülerinnen und Schüler (SuS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Material/Medien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Einzel-/Gruppenarbeit<br/>25 min</p>        | <p><b>Erarbeitung III</b></p> <p>LK fragt, wo der „Umkehrpunkt“ von schwimmenden zu sinkenden Materialien sein könnte? Wann ist etwas für sein Volumen zu schwer zum Schwimmen?</p> <p>SuS nennen ihre Vermutungen.<br/>Mögliche Schüleräußerungen:<br/>– <i>Wenn die Masse größer ist als das Volumen.</i><br/>– <i>Es könnte mit der Dichte des Wassers zu tun haben.</i></p> <p>SuS ermitteln die Dichte von einzelnen, zuvor untersuchten Körpern und von Wasser (Station 1: leeren Plexiglaskörper auffüllen und wiegen) und vergleichen sie miteinander. Sie tragen ihre Resultate in eine Tabelle ein (Aufgabe 5). Zur weiteren inneren Differenzierung kann zusätzlich die Tabelle in ein Masse-Volumen-Diagramm übertragen werden (Aufgabe 7).<br/>Mögliche Schüleräußerungen:<br/>– <i>Die Masse ist „gleich“ dem Volumen. Wasser hat die Dichte 1 g/cm<sup>3</sup>. <b>Materialien mit höherer Dichte als Wasser sinken, mit geringerer Dichte schwimmen, mit gleich hoher Dichte schweben.</b></i></p> <p><b>Differenzierung:</b> Je nach Kenntnissen der SuS können diese leichtere oder schwerere Volumenberechnungen durchführen; das leichte AB 1.1.1 verwendet nur Würfel, die LK kann jedoch zusammen mit den SuS eine weitere Körperform berechnen.<br/>Anmerkung: Im ganzen Curriculum wird von einer Dichte für Wasser von 1,000 g/cm<sup>3</sup> ausgegangen. Die Temperaturabhängigkeit dieses Wertes und die Dichteanomalie des Wassers werden nicht thematisiert.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 Waagen</li> <li>• AB 1.1.1 (leicht [Feder] und/oder schwer [Amboss])</li> <li>• AB 1.2.0</li> <li>• Blatt Station 1</li> <li>• 3 Würfelsätze à 6 Würfel</li> <li>• 3 Würfel mit durchgehendem Loch</li> <li>• 1 Plexiglaswürfel</li> <li>• 2 Spritzen</li> <li>• Alltagsmaterialien (s.o.)</li> </ul> |
| <p>Klassengespräch/Demonstration<br/>5 min</p> | <p><b>Erarbeitung IV</b></p> <p>LK führt einen Demonstrationsversuch durch: zwei Behälter, einer mit Wasser, der andere mit Salzwasser, mit je einem Tropenholzwürfel (Dichte knapp über 1) darin. Werden diese getauscht, schwimmt der zuvor im Wasser gesunkene Würfel im Salzwasser und umgekehrt. SuS stellen Vermutungen an.</p> <p>SuS Mögliche Schüleräußerungen:<br/>– <i>Es kann nicht am Material bzw. an der Dichte der Würfel liegen. Also muss es an der Flüssigkeit liegen. Die beiden Flüssigkeiten haben nicht die gleiche Dichte. <b>Die Schwimmfähigkeit eines Körpers hängt also auch von der Dichte der Flüssigkeit ab.</b></i></p> <p>Eventuell lässt sich hier der Bezug zum Schwimmen im Meer oder Toten Meer mit hohem Salzgehalt herstellen.<br/>SuS fassen die Erkenntnisse auf dem Arbeitsblatt zusammen (Aufgabe 6a).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Tauchgefäß</li> <li>• 1 x Salz (ca. 20 g auf ½ Liter Wasser)</li> <li>• 2 Tropenholzwürfel</li> <li>• AB 1.1.1</li> </ul>                                                                                                                                                                             |



| Zeit, Sozial-/Arbeitsform         | Lehrkraft (LK) – Schülerinnen und Schüler (SuS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Material/Medien                                                                                                                                      |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Gruppenarbeit<br/>15 min</p>   | <p><b>Erarbeitung V</b></p> <p>LK stellt die Aufgabe, die Metallplatten und die Knetmasse zum Schwimmen zu bringen.</p> <p>SuS experimentieren mit den Metallplatten und weiteren Materialien (Holz, Styrodur usw.).<br/>Mögliche Schülerprodukte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Metallplatte-Styrodurplatten-Floß</li> <li>– Boot aus verformter Metallplatte</li> <li>– Boot aus verformter Knetmasse</li> </ul> <p>SuS fassen zusammen.<br/>Mögliche Schüleräußerungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Man muss Materialien anbinden und miteintauchen, die schwimmen.</li> <li>– Man muss die Platte oder die Kugel zu einer Art Boot verformen. Damit taucht man Luft mit ein.</li> </ul> <p>Anmerkung: Wenn die SuS die Metallplatten vorsichtig genug auf das Wasser legen, schwimmen sie aufgrund der Oberflächenspannung. Dies müsste ggf. im Klassengespräch aufgegriffen werden. Durch die Beigabe von einem Tropfen Spülmittel kann die Oberflächenspannung herabgesetzt werden, sodass die Metallplatte sinkt.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 11 Aluminiumplatten</li> <li>• 11 Styrodurplatten</li> <li>• 11 Holzplatten</li> <li>• Knetmasse</li> </ul> |
| <p>Klassengespräch<br/>15 min</p> | <p><b>Zusammenfassung</b></p> <p>LK zeigt aus der Klasse 2–3 Beispiele von konstruierten Booten und Flößen und geht nochmals auf die Dichteformel ein, z. B.: Dieses Floß besteht aus einer Metallplatte und einer Styrodurplatte. <b>Die Metallplatte alleine würde bekanntlich sinken, zusammen mit dem Styrodur wurde aber das Volumen deutlich vergrößert, die Masse hingegen kaum. Damit wurde eine niedrigere mittlere Dichte von unter 1 erreicht und das Floß schwimmt.</b> Demonstration an der Formel <math>\rho = m/V</math>.</p> <p>Eventuell kann hier auch darauf eingegangen werden,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– was passiert, wenn eine dickere Metallplatte gewählt wird,</li> <li>– ob es eine Rolle spielt, ob die Metallplatte unten oder oben am Floß ist.</li> </ul> <p>SuS lösen Aufgabe 6b.</p>                                                                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• AB 1.1.1</li> <li>• Beispielboote oder -flöße von den SuS</li> </ul>                                        |

## Materialien

**Kursiv und fett** geschriebene Materialien müssen selbst besorgt werden.  
Sie befinden sich nicht in den Kisten!

### Benötigtes Versuchsmaterial

| ✓ | Stückzahl | Material                                                                                                                                         |
|---|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | 3         | Sätze à 6 Einheitswürfel aus verschiedenen Materialien (Stein, helles Buchenholz, dunkles Tropenholz, Styrodur, Eisen, Wachs) (in Boxen 5 und 2) |
|   | 3         | Würfel mit durchgehendem Loch (Fichte) (in Box 5)                                                                                                |
|   | 1         | Plexiglaswürfel (in Box 5)                                                                                                                       |
|   | <b>x</b>  | <b>Alltagsmaterialien (Radiergummi, Kerze, Tafelmagnete, Kreide ...)</b>                                                                         |
|   | 11        | Tauchgefäße (Boxen)                                                                                                                              |
|   | <b>x</b>  | <b>Salz</b>                                                                                                                                      |
|   | 11        | Aluminiumplatten (in Box 2)                                                                                                                      |
|   | 11        | Holzplatten (in Box 2)                                                                                                                           |
|   | 11        | Styrodurplatten (in Boxen 2 und 4)                                                                                                               |
|   | 1         | Knetmasse (in Box 6)                                                                                                                             |
|   | <b>2</b>  | <b>Waagen</b>                                                                                                                                    |
|   | 1         | Spritze (in Box 3)                                                                                                                               |

### Schwierigkeitsgrad

Im Folgenden finden sich leichte und schwere Arbeitsblätter, die jeweils mit einem entsprechenden Symbol gekennzeichnet sind.



**leichtes**  
Arbeitsblatt



**schweres**  
Arbeitsblatt

## Schwimmen oder sinken? Das ist hier die Frage! Arbeitsblatt 1.1.0

1. Verschiedene Körper werden vorgestellt. Trage diese gemäß deiner Vermutung in die Tabelle ein, ob sie im Wasser schwimmen oder sinken.

Meine Vermutung:

| Körper, die im Wasser schwimmen | Körper, die im Wasser sinken |
|---------------------------------|------------------------------|
|                                 |                              |

2. Meine Vermutung:

Alles, was \_\_\_\_\_, schwimmt.

Alles, was \_\_\_\_\_, sinkt.

3. Überprüfe nun deine Vermutung, indem du die Körper im Wasserbad auf ihre Schwimmfähigkeit testest. Trage die Ergebnisse in die Tabelle ein.

Meine Ergebnisse:

| Körper, die im Wasser schwimmen | Körper, die im Wasser sinken |
|---------------------------------|------------------------------|
|                                 |                              |

4. Formuliere mindestens zwei Beobachtungen, z. B. mit je-desto oder auch in anderer Form:

Je \_\_\_\_\_, desto \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_.



## Schwimmen oder sinken? Das ist hier die Frage! Arbeitsblatt 1.1.1

5. a. Wähle mindestens drei Körper, deren Volumen du berechnen kannst, und ermittle die Dichte. Trage die Werte in die Tabelle ein.

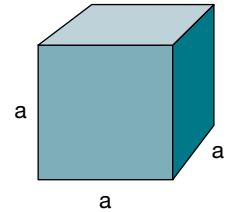
Die Dichte eines Körpers berechnet sich über die Masse  $m$  und das Volumen  $V$ .

Beispiel Dichteberechnung Buchenholzwürfel (Kantenlänge  $a = 4 \text{ cm}$ ):

Masse =  $m = \underline{\hspace{2cm}}$  g

Volumen =  $V = \underline{\hspace{2cm}}$   $\text{cm}^3$

Mit Taschenrechner: Dichte =  $\rho = m : V = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$   $\text{g/cm}^3$



| Körper | Masse (Gewicht) in g | Volumen in $\text{cm}^3$ | Dichte in $\text{g/cm}^3$ | Schwimmt ja/nein |
|--------|----------------------|--------------------------|---------------------------|------------------|
| 1.     |                      |                          |                           |                  |
| 2.     |                      |                          |                           |                  |
| 3.     |                      |                          |                           |                  |
| 4.     |                      |                          |                           |                  |
| 5.     |                      |                          |                           |                  |

- b. Ermittle die Dichte von Wasser an der Station 1. Trage die Werte in die Tabelle ein.

| Körper          | Masse (Gewicht) in g | Volumen in $\text{cm}^3$ | Dichte in $\text{g/cm}^3$ | Zusatzaufgabe: Schwimmt ja/nein |
|-----------------|----------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| 6. Wasserwürfel |                      |                          |                           |                                 |

### 6. Dichte als Materialeigenschaft

- a. Die Schwimmfähigkeit eines Vollkörpers hängt ab

– vom Verhältnis von  $\underline{\hspace{4cm}}$ .

Dieses Verhältnis nennt man  $\underline{\hspace{4cm}}$ .

– aber auch von der Dichte der  $\underline{\hspace{4cm}}$ .

Ein Körper schwimmt, wenn  $\underline{\hspace{4cm}}$ .

- b. Körper, die nicht schwimmfähig sind, kann man zum Schwimmen bringen, indem man

$\underline{\hspace{10cm}}$

$\underline{\hspace{10cm}}$

$\underline{\hspace{10cm}}$





## Schwimmen oder sinken? Das ist hier die Frage! Arbeitsblatt 1.1.1

### 5. a. Wähle mindestens drei Würfel und ermittle die Dichte. Trage die Werte in die Tabelle ein.

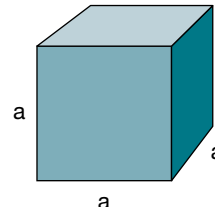
Die Dichte eines Körpers berechnet sich über die Masse  $m$  und das Volumen  $V$ .

Beispiel Dichteberechnung Buchenholzwürfel (Kantenlänge  $a = 4 \text{ cm}$ ):

Masse =  $m = \underline{\hspace{2cm}}$  g

Volumen =  $V = \underline{\hspace{2cm}}$   $\text{cm}^3$

Mit Taschenrechner: Dichte =  $\rho = m : V = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$   $\text{g/cm}^3$



| Körper | Masse<br>(Gewicht) in g | Volumen in $\text{cm}^3$ | Dichte in $\text{g/cm}^3$ | Schwimmt ja/nein |
|--------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------|
| 1.     |                         | 64                       |                           |                  |
| 2.     |                         | 64                       |                           |                  |
| 3.     |                         | 64                       |                           |                  |
| 4.     |                         |                          |                           |                  |

### b. Ermittle die Dichte von Wasser an der Station 1. Trage die Werte in die Tabelle ein.

| Körper          | Masse<br>(Gewicht) in g | Volumen in $\text{cm}^3$ | Dichte in $\text{g/cm}^3$ | Zusatzaufgabe:<br>Schwimmt ja/nein |
|-----------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| 5. Wasserwürfel |                         |                          |                           |                                    |

### 6. Dichte als Materialeigenschaft

#### a. Die Schwimmfähigkeit eines Vollkörpers hängt ab

– vom Verhältnis von  $\underline{\hspace{4cm}}$  des Körpers.

Dieses Verhältnis nennt man  $\underline{\hspace{4cm}}$  des Körpers.

– aber auch von der Dichte der  $\underline{\hspace{4cm}}$ .

Ein Körper schwimmt, wenn  $\underline{\hspace{4cm}}$ .

#### b. Körper, die nicht schwimmfähig sind, kann man zum Schwimmen bringen, indem man

$\underline{\hspace{10cm}}$

$\underline{\hspace{10cm}}$

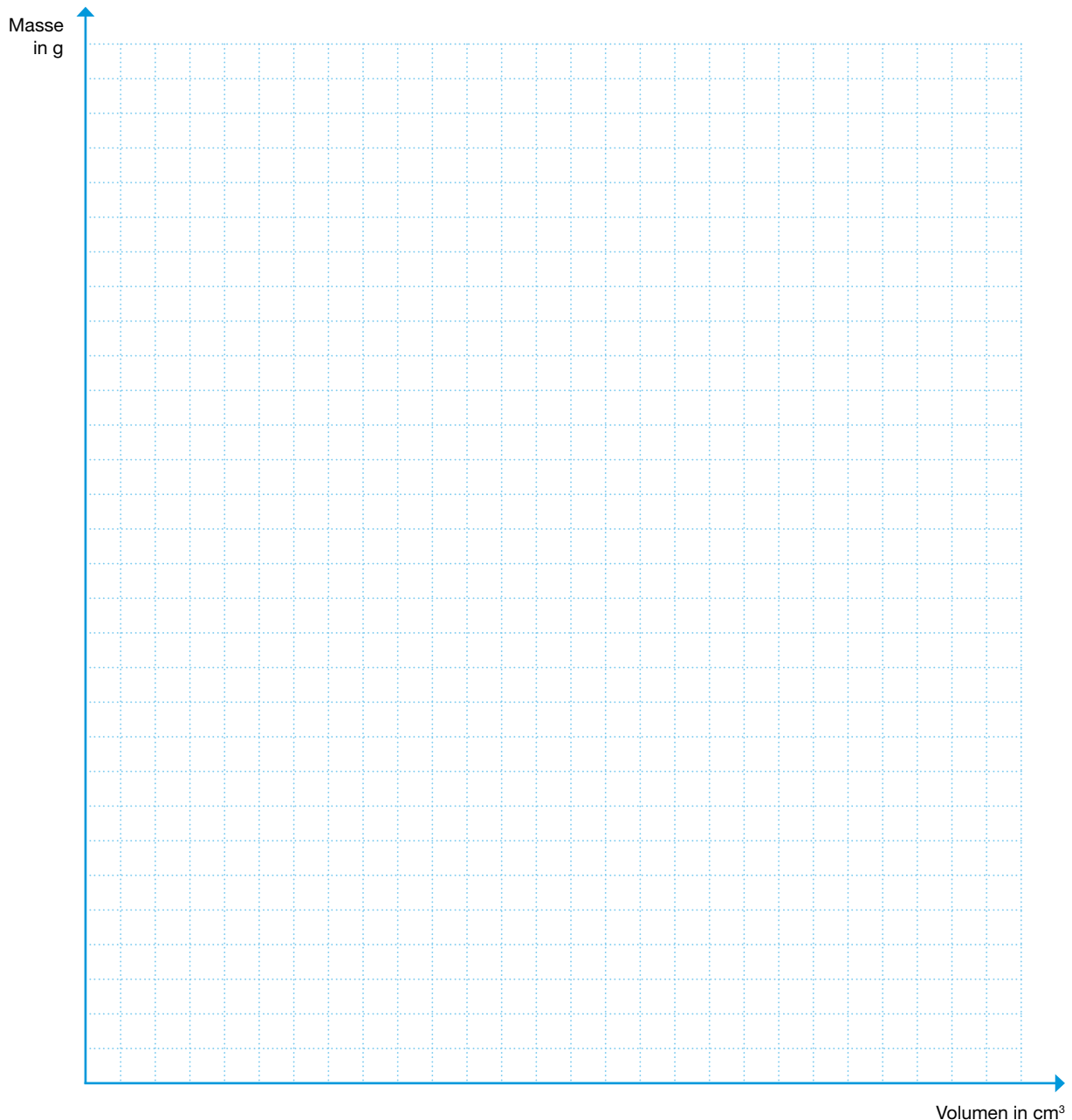
$\underline{\hspace{10cm}}$

**Die Dichte von Körpern bestimmen, Arbeitsblatt 1.2.0, Zusatzaufgabe**

7. Übertrage die Tabelle in das Masse-Volumen-Diagramm. Die schwimmenden Vollkörper trägst du mit roter Nummer, die sinkenden Vollkörper mit blauer Nummer ein.

Die Ergebnisse zu dem Plexiglaskörper (Dichte von Wasser) trägst du mit schwarzer Farbe ein.

Was fällt dir auf?



---

---

---

---



## Die Dichte von Wasser bestimmen, Station 1

**Ermittle die Dichte von Wasser, indem du im Plexiglaswürfel einen Wasserwürfel beziehungsweise einen Wasserquader bildest.**

Masse in g:

1. Lege den Plexiglaswürfel auf die Waage und stelle diese auf null, um nicht das Gewicht des Plexiglasses mitzumessen. Fülle nun den Plexiglaswürfel vorsichtig mit Wasser. Beobachte ihn dabei von der Seite, damit du den Körper nur exakt bis zu seiner Oberkante füllst. Für eine genau dosierte Wasserzugabe kannst du die Spritze benutzen.
2. Lies nun die Masse an der Waage ab und trage den Wert in die Tabelle ein (Aufgabe 5 b auf dem Arbeitsblatt 1.1.1).

Volumen in  $\text{cm}^3$ :

3. Berechne das Volumen des Wassers in dem Würfel und trage den Wert in die Tabelle ein (Aufgabe 5 b auf dem Arbeitsblatt 1.1.1).

Dichte in  $\text{g/cm}^3$ :

4. Berechne aus den oben ermittelten Werten die Dichte von Wasser in  $\text{g/cm}^3$  und trage den Wert in die Tabelle ein (Aufgabe 5 b auf dem Arbeitsblatt 1.1.1).



## Die Dichte von Wasser bestimmen, Station 1

**Ermittle die Dichte von Wasser, indem du im Plexiglaswürfel einen Wasserwürfel beziehungsweise einen Wasserquader bildest.**

Masse in g:

1. Lege den Plexiglaswürfel auf die Waage und stelle diese auf null, um nicht das Gewicht des Plexiglasses mitzumessen. Fülle nun den Plexiglaswürfel vorsichtig mit Wasser. Beobachte ihn dabei von der Seite, damit du den Körper nur exakt bis zu seiner Oberkante füllst. Für eine genau dosierte Wasserzugabe kannst du die Spritze benutzen.
2. Lies nun die Masse (in der Alltagssprache oft als Gewicht bezeichnet) in Gramm an der Waage ab und trage den Wert in die Tabelle ein (Aufgabe 5 b auf dem Arbeitsblatt 1.1.1).

Volumen in  $\text{cm}^3$ :

3. Die Kantenlänge an der Innenseite des Plexiglaswürfels beträgt 4 cm. Kannst du das Volumen nun allein berechnen? Trage den Wert in die Tabelle ein (Aufgabe 5 b auf dem Arbeitsblatt 1.1.1).

Dichte in  $\text{g/cm}^3$ :

4. Nun kannst du die Dichte des Wassers berechnen, indem du das Gewicht durch das Volumen teilst. Trage den Wert in die Tabelle ein (Aufgabe 5 b auf dem Arbeitsblatt 1.1.1).

## Sequenz 2: Hier wendets sich vom Sinken zum Schwimmen – und umgekehrt

Zeitraumen: 90 Minuten

| Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Zugehöriges Wissen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geben Beispiele für Dichteanpassung in der Natur an (Schwimmblyse von Fischen) (IK 1).</li> <li>• beschreiben, wie man das Volumen eines Körpers durch Eintauchen messen kann (Überlaufversuch) (IK 2).</li> <li>• erklären die Bestimmungsmethode der (mittleren) Dichte von inhomogenen Körpern (IK 2).</li> <li>• wenden das neu gewonnene Wissen auf eine technische Umsetzung an (Planung eines Tauchroboters) (IK 1).</li> </ul> | <p>Ein Fisch kann ohne Flossenbewegung im Wasser auf- und absteigen. Er verfügt über eine Schwimmblyse, die er unter Wasser mit Luft füllen kann.</p> <p>Taucht man einen Körper in eine Flüssigkeit, dann ist das Volumen der verdrängten Flüssigkeit genauso groß wie das Volumen des Körpers. Misst man also das Volumen einer Flüssigkeit vor und nach dem Eintauchen eines Körpers, entspricht die Differenz dem Volumen des eingetauchten Körpers.</p> <p>Hat man das Volumen eines Körpers über die Eintauchmethode gemessen und kennt seine Masse, lässt sich über <math>\rho = m/V</math> die Dichte bestimmen.</p> <p>Ein Tauchroboter lässt sich in der Eintauchtiefe regulieren, indem man z. B. den Luftinhalt eines integrierten Luftkissens über einen Schlauch von außen regulieren kann, womit die mittlere Dichte des Tauchroboters verändert wird.</p> |
| Prozessbezogene Kompetenzen (PK)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Zugehöriges Wissen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen alternative Vorgehensweisen (PK 12).</li> <li>• schätzen sorgfältiges Messen als ein wichtiges Verfahren zur Reduzierung von Messunsicherheiten ein (PK 7).</li> <li>• messen sorgfältig (PK 7).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                | <p>Der Naturwissenschaft stehen zum Erkenntnisgewinn verschiedene Verfahren zur Verfügung. Jedes hat seine Vor- und Nachteile. Die Ausgangsbedingungen bestimmen, welches Verfahren das geeignetste ist (z. B. bei Volumenbestimmung von Körpern).</p> <p>Um möglichst eindeutige Ergebnisse zu erhalten, ist es wichtig, genau zu messen.</p> <p>Eine genaue Messung lässt sich nur erreichen, wenn man sorgfältig arbeitet.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

Graue Schrift: Ist nicht expliziter Inhalt der Sequenz.

### Benötigtes Vorwissen

Den Schülerinnen und Schülern ist klar, was man unter dem Begriff Dichte versteht und dass deren Größe verantwortlich dafür ist, ob ein Körper sinkt, schwebt oder schwimmt bzw. aufsteigt. Außerdem können sie nicht schwimmfähige Körper zum Schwimmen bringen, indem sie die mittlere Dichte durch Verformen des Körpers oder Hinzufügen von anderen Materialien vermindern.

### Kurzbeschreibung der Stunde

Die Schülerinnen und Schüler lernen das Prinzip der Dichteanpassung in einem biologischen Kontext kennen und versuchen, dieses Prinzip mit unterschiedlichen Materialien nachzuahmen. Außerdem lernen sie, dass die vom Körper verdrängte Flüssigkeit genau dem Volumen des eingetauchten (Teils

des) Körpers entspricht. Somit eignet sich die Eintauchmethode zur Volumenbestimmung von beliebigen Körpern. Zum Schluss setzen sie die Erkenntnisse aus Biologie und Physik zur Planung eines Geräts ein, mit dem man trockenen Fußes Unterwasseraufnahmen machen kann und dessen Eintauchtiefe sich regulieren lässt.

## Verlaufsplanung

| Zeit, Sozial-/Arbeitsform | Lehrkraft (LK) – Schülerinnen und Schüler (SuS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Material/Medien                                                                                                                                                              |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Klassengespräch<br>5 min  | <b>Einstieg</b><br>LK zeigt einen Film, in dem zu sehen ist, wie Fische, sich bewegen, wenn die sogenannte Schwimmblase defekt ist.<br>Im Klassengespräch wird erarbeitet, wie Fische mit ihrer Schwimmblase ihre Eintauchtiefe regulieren.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Film: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=XwQJ9V2ha2s">https://www.youtube.com/watch?v=XwQJ9V2ha2s</a></li> </ul>                |
| Einzelarbeit<br>10 min    | <b>Erarbeitung I</b><br>SuS halten in der Aufgabe 1 auf dem Arbeitsblatt fest, wie der Fisch mit der Schwimmblase seine Eintauchtiefe reguliert. In Aufgabe 2 machen sie den Vergleich zum schwimmenden Menschen.<br>Mögliche Schüleraussagen:<br><i>– Mit der Veränderung der Größe einer Luftblase kann eine bestimmte Masse zum Sinken, Schweben oder Steigen gebracht werden. Beim Fisch nennt sich diese Luftblase „Schwimmblase“. Der Mensch besitzt keine Schwimmblase, kann aber begrenzt die Lunge für die Regulierung einsetzen. Es ist natürlich nicht möglich, die Lunge unter Wasser mit Luft zu füllen.</i><br>Anmerkung: Fische füllen ihre Schwimmblase je nach Art entweder durch das Abgeben von im Blut gelöstem Sauerstoff oder durch das Abgeben von geschlucktem Sauerstoff über den Darm. | <ul style="list-style-type: none"> <li>AB 2.1.0</li> </ul>                                                                                                                   |
| Klassengespräch<br>5 min  | <b>Erarbeitung II</b><br>LK gibt allen SuS einen Luftballon und stellt Materialien zur Verfügung, die sie in den Ballon legen.<br>LK begleitet die SuS durch die ersten Experimentierschritte: Der Luftballon an sich (ohne Luft und ohne Gewichte) schwimmt (Material mit der Dichte < 1). Wenn wir den Ballon mit Wasser füllen, schwebt er knapp unter der Wasseroberfläche (Wasserdichte = 1, Ballondichte < 1, mittlere Dichte = knapp unter 1). Was passiert, wenn wir den Ballon nun mit bestimmten Materialien und etwas Luft (nicht mit Wasser) füllen und verschließen? Bei schwimmenden Massen („schwimmenden Gewichten“) schwimmt er, bei sinkenden Massen („sinkenden Gewichten“) sinkt er.<br>LK gibt den Auftrag, den Ballon im Wasser möglichst zum Schweben zu bringen.                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>33 Luftballons</li> <li>33 Luftballonclips</li> <li>Muttern zum Beladen der Luftballons</li> <li>11 Tauchgefäße mit Wasser</li> </ul> |
| Einzelarbeit<br>10 min    | <b>Erarbeitung III</b><br>SuS versuchen durch Beifügen von Gewichten und Luft, den Ballon zum Schweben zu bringen.<br>Sie diskutieren das unterschiedliche Verhalten der Luftballons in den einzelnen Situationen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>S. O.</li> </ul>                                                                                                                      |



| Zeit, Sozial-/Arbeitsform | Lehrkraft (LK) – Schülerinnen und Schüler (SuS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Material/Medien                                                                                                                        |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Klassengespräch<br>20 min | <p><b>Erarbeitung IV</b></p> <p>LK wählt die drei „besten“, d. h. fast schwebenden Ballons aus der Klasse aus. Welcher hat wohl die Dichte, die am nächsten bei 1 ist? Wie könnte man die genaue Dichte der beladenden Ballons bestimmen?</p> <p><b>Demonstration</b></p> <p>LK zeigt, wie sich mit der Differenzmethode das Volumen bestimmen lässt: Der Ballon wird in einen Messbecher mit Wasser getaucht, die Differenz des Wasserstands vor und nach dem Eintauchen wird in ml abgelesen und dann in <math>\text{cm}^3</math> ausgedrückt.</p> <p>Nach dem anschließenden Wiegen des Luftballons berechnet die LK die Dichte des ersten Ballons und kommentiert das gesamte Vorgehen.</p> <p>LK wiederholt das Messverfahren mit dem zweiten Ballon und lässt die SuS das Vorgehen kommentieren und die Dichte berechnen.</p> <p>Eine Schülerin bzw. ein Schüler demonstriert die Differenzmethode mit dem dritten Ballon und wiegt diesen. Die SuS füllen danach das Arbeitsblatt aus und berechnen die Dichte des dritten Ballons (Aufgaben 3 und 4).</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Messbecher</li> <li>• 1 Waage</li> <li>• Luftballons (s. o.)</li> <li>• AB 2.1.1</li> </ul> |
| Klassengespräch<br>5 min  | <p><b>Problemstellung</b></p> <p>LK erteilt folgenden Auftrag: Die SuS sollen ein Gerät planen, das man in der Eintauchtiefe regulieren kann und mit dem sich Unterwasseraufnahmen machen lassen.</p> <p>Zur inneren Differenzierung können gegebenenfalls Komponenten einer funktionierenden Konstruktion vorgegeben werden. Die Karten der Kopiervorlage werden dazu an die Wandtafel gehängt.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kopiervorlage für Komponenten einer Konstruktion</li> </ul>                                   |
| Einzelarbeit<br>15 min    | <p><b>Erarbeitung V</b></p> <p>SuS skizzieren ihre Ideen anhand der bisherigen Erkenntnisse ins Heft oder auf ein Blatt.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                        |
| Einzelarbeit<br>10 min    | <p><b>Erarbeitung VI</b></p> <p>SuS legen ihre Skizzen auf den Pulten aus, gehen durch den Raum und schauen sich die anderen Skizzen an. Sie suchen neue bzw. andere Ideen und merken sich Fragen, die sich ihnen stellen.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                        |
| Einzelarbeit<br>10 min    | <p><b>Zusammenfassung</b></p> <p>SuS äußern sich zu den eigenen und anderen Ideen, stellen Fragen und geben Antworten. Die neuen Ideen und Erkenntnisse werden auf dem eigenen Blatt oder im Heft festgehalten.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                        |

## Materialien

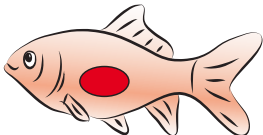
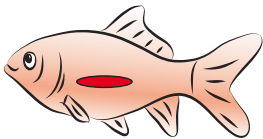
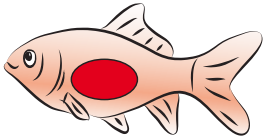
**Kursiv und fett** geschriebene Materialien müssen selbst besorgt werden.  
Sie befinden sich nicht in den Kisten!

### Benötigtes Versuchsmaterial

| ✓ | Stückzahl | Material                                       |
|---|-----------|------------------------------------------------|
|   | 11        | Tauchgefäße (Boxen)                            |
|   | 33        | Luftballons (in Box 6)                         |
|   | 33        | Clips/Verschlüsse (in Box 6)                   |
|   | 200       | Muttern zum Beladen der Luftballons (in Box 6) |
|   | <b>1</b>  | <b><i>Waage</i></b>                            |
|   | <b>1</b>  | <b><i>Messbecher</i></b>                       |



1. Die meisten Fische regulieren ihre Eintauchtiefe mithilfe der Schwimmblase. Notiere in Stichworten, was du auf den Bildern siehst, und kreuze an, was der Fisch gerade macht.

| Fisch mit Schwimmblase                                                             | Was beobachtest du? | Was macht der Fisch?                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                     | <input type="checkbox"/> Steigt auf<br><input type="checkbox"/> Schwebt<br><input type="checkbox"/> Sinkt |
|   |                     | <input type="checkbox"/> Steigt auf<br><input type="checkbox"/> Schwebt<br><input type="checkbox"/> Sinkt |
|  |                     | <input type="checkbox"/> Steigt auf<br><input type="checkbox"/> Schwebt<br><input type="checkbox"/> Sinkt |

2. **Vergleiche dies mit dem schwimmenden Menschen. Wie könntest du im Schwimmbecken deine Eintauchtiefe regulieren?**

[illegible]

### Im Wasser schweben, Arbeitsblatt 2.1.1

3. Gibt man einen Körper ins Wasser, verdrängt er dieses. Das Volumen des verdrängten Wassers ist dabei genauso groß wie das Volumen des eingetauchten Körpers. Beschreibe in kurzen Stichpunkten, wie man mit diesem Phänomen das Volumen eines Körpers bestimmen kann.

---

---

---

---

---

---

4. Nun soll eine Schülerin oder ein Schüler das Volumen des dritten „schwebenden“ Luftballons bestimmen. Tragt die Werte ein:

Wasserstand vor dem Eintauchen des Luftballons: \_\_\_\_\_ ml

Wasserstand nach dem Eintauchen des Luftballons: \_\_\_\_\_ ml

Volumen des Ballons: \_\_\_\_\_ ml = \_\_\_\_\_ cm<sup>3</sup>

- a. Du kennst jetzt das Volumen des Körpers (Luftballon). Bestimme die Dichte.

Masse des Ballons: \_\_\_\_\_ g

Mein Berechnungsweg:

Mein Resultat: Dichte Körper =  $\rho_K$  = \_\_\_\_\_ g/cm<sup>3</sup>

Kopiervorlage Komponenten einer Konstruktion

Gerüst

Gewichte

Luftkissen

Luftzufuhr

Kamera

Lampe

---

# Verteilung der Masse

---

# Distanz Luftkissen – Gewichte

---

## Sequenz 3: Ein Königreich für einen Tauchroboter

Zeitraumen: 90 Minuten

| Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Zugehöriges Wissen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Bestimmungsmethode der (mittleren) Dichte von inhomogenen Körpern (IK 2).</li> <li>• wenden das neu gewonnene Wissen auf eine technische Umsetzung an (Planung eines Tauchroboters) (IK 1).</li> </ul>                                           | <p>Hat man das Volumen eines Körpers über die Eintauchmethode gemessen und kennt seine Masse, lässt sich über <math>\rho = m/V</math> die Dichte bestimmen.</p> <p>Möchte man einen Tauchroboter mit einem luftgefüllten Kissen regulieren, dann muss die Dichte des Tauchroboters bei „halb gefülltem“ Luftkissen so groß sein wie die ihn umgebende Flüssigkeit (Wasser).</p>                                |
| Prozessbezogene Kompetenzen (PK)                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Zugehöriges Wissen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schätzen sorgfältiges Messen als ein wichtiges Verfahren zur Reduzierung von Messunsicherheiten ein (PK 7).</li> <li>• messen sorgfältig (PK 7).</li> <li>• reflektieren das eigene Vorgehen und benennen Ansatzpunkte für Verbesserungen (PK 12).</li> </ul> | <p>Um möglichst eindeutige Ergebnisse zu erhalten, ist es wichtig, genau zu messen.</p> <p>Eine genaue Messung lässt sich nur erreichen, wenn man sorgfältig arbeitet.</p> <p>Versuch und Irrtum sind nicht negativ zu bewerten, sondern wichtig im Prozess des Erkenntnisgewinns. Hierzu sind eine ehrliche Reflexion des eigenen Handelns und eine Analyse bzgl. Verbesserungsmöglichkeiten grundlegend.</p> |

### Benötigtes Vorwissen

Die Schülerinnen und Schüler kennen das Dichtekonzept und dessen Zusammenhang zum Schwimmen und Sinken von Körpern. Außerdem sind sie in der Lage, mit einem Verdrängungsversuch das Volumen inhomogener Körper zu messen.

### Kurzbeschreibung der Stunde

Die dritte Sequenz nimmt die Planungen der Schülerinnen und Schüler aus der vorherigen Sequenz auf. Daraufhin sollen die Schülerinnen und Schüler mit vorgegebenen Materialien einen Tauchroboter konstruieren. Hierzu können sie sowohl über das Trial-and-Error-Verfahren als auch über mathematische Berechnungen die optimale Dichte des Tauchroboters ermitteln. Die Konstruktion wird während der Stunde (und evtl. in einer Extrastunde in einem natürlichen Gewässer oder einem Schwimmbad) getestet.

## Verlaufsplanung

| Zeit, Sozial-/Arbeitsform | Lehrkraft (LK) – Schülerinnen und Schüler (SuS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Material/Medien                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Partnerarbeit<br>10 min   | <b>Einstieg</b><br>SuS reflektieren anhand der Skizzen zum Tauchroboter die Erkenntnisse der letzten Lektion.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skizzen der vorangegangenen Sequenz</li> </ul>                                                                                                               |
| 3er-Gruppen<br>40 min     | <b>Erarbeitung I</b><br>LK legt die Materialien zum Bau des Tauchroboters bereit. Der Tauchroboter soll mit dem Luftballon gesteuert werden: Wie stark muss der Luftballon im schwebenden Zustand demnach gefüllt sein?<br>SuS lösen die Aufgaben 1–3 auf den Arbeitsblättern. Sie bauen einen Tauchroboter (dies kann auch ohne Hilfe der Folie geschehen), der reguliert werden kann (vorerst ohne Kamera und Lampe). Sie diskutieren die Stabilität und das Gleichgewicht als zusätzliche Faktoren (oder die LK weist darauf hin), siehe Aufgabe 1.<br>SuS testen den Tauchroboter durch Erhöhung und Verringerung der Masse (Regulierung durch Tankfüllung) und bestimmen sein Volumen. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 11 x Baumaterial Tauchroboter</li> <li>• mind. 1 großes Tauchbecken (Materialkiste)</li> <li>• 2 Waagen</li> <li>• AB 3.1.0</li> <li>• Folie</li> </ul>      |
| Klassengespräch<br>5 min  | <b>Problemstellung</b><br>LK gibt den Hinweis, dass man mit dem Tauchroboter nun noch Unterwasseraufnahmen machen soll, also Kamera und Lampe einbauen muss. LK zeigt Kamera und Lampe der Klasse und weist die SuS an, die Aufgaben 4 und 5 zu lösen (Differenzierung: In Klassen mit niedrigerem Niveau kann die LK die Ergebnisse der folgenden Rechnung vorgeben und damit mehr Zeit für Trial-and-Error-Phase zur Verfügung stellen).                                                                                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• AB 3.1.1</li> <li>• Kamera</li> <li>• Lampe mit Clip</li> <li>• 1 kleiner wiederlösbarer Kabelbinder</li> <li>• 2 große wiederlösbare Kabelbinder</li> </ul> |
| 3er-Gruppen<br>30 min     | <b>Erarbeitung II</b><br>SuS berechnen die neue Dichte, planen ihren Tauchroboter neu. Je nach Möglichkeit werden die Tauchroboter mit Kamera und Lampe in Teich, Brunnen oder Aquarium etc. getestet und Aufnahmen gemacht. Für das Ausprobieren, Konstruieren und Optimieren könnte sogar eine Extrastunde eingeplant werden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• s. o.</li> <li>• Gewässer</li> </ul>                                                                                                                         |
| Klassengespräch<br>5 min  | <b>Zusammenfassung</b><br>Die Erkenntnisse aus dem Test der Tauchroboter mit Kamera und Lampe werden gesammelt und unter Aufgabe 7 zusammengefasst.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                       |

## Materialien

**Kursiv und fett** geschriebene Materialien müssen selbst besorgt werden.  
Sie befinden sich nicht in den Kisten!

### Benötigtes Versuchsmaterial

| ✓ | Stückzahl | Material                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | 11        | Baumaterial Tauchroboter: runde Kunststoffdosen mit großen Unterlegscheiben und Schraube mit Flügelmutter (in Box 8 und 9); große Metallstrebe mit Luftballon und Schlauchbefestigung (in Box 10), kleine Metallstrebe (in Box 9), Pumpball (in Boxen 8 und 9), 11 x 1-m-Schlauchstücke (in Box 7) |
|   | 1         | Großes Tauchbecken (Materialkiste)                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|   | <b>2</b>  | <b>Waagen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|   | 1         | Unterwasserkamera (bis 3 m Tiefe wasserdicht) mit SD-Card und Batterie (originalverpackt bzw. Box 7)                                                                                                                                                                                               |
|   | 1         | Unterwasserlampe mit Clip (in Box 7)                                                                                                                                                                                                                                                               |
|   | 2         | große wieder lösbare Kabelbinder (in Box 7)                                                                                                                                                                                                                                                        |
|   | 1         | kleine wieder lösbare Kabelbinder (in Box 7)                                                                                                                                                                                                                                                       |

### Anmerkungen zum Tauchroboter

#### (Befestigung der Kamera und der Lampe/Tauchvorgänge in freien Gewässern)

In der Box sind mindestens drei große und drei kleine wieder lösbare Kabelbinder vorhanden, mit deren Hilfe sich die Kamera und die Lampe am Tauchroboter befestigen lassen.



Falls man den Tauchroboter in einem See oder Teich ausprobieren möchte, benötigt man zusätzlich einen entsprechend langen und passenden Schlauch und es empfiehlt sich, je nach Wassertiefe, eine Sicherheitsschnur parallel zum Schlauch an der Metallstrebe anzubringen. So würde sich der Tauchroboter auch wieder hochziehen lassen, falls der Schlauch abrisse. Außerdem lassen sich Kamera und Lampe sichern, indem man die Handschlaufen um die Kunststoffschraube führt (Bild unten).



## Einen Tauchroboter konstruieren, Arbeitsblatt 3.1.0

1. Körper, die sich im Wasser befinden, stehen natürlich nicht so stabil wie an Land. Die Gefahr des Schwankens und Kippens ist viel größer. Notiert, wie man den Tauchroboter bauen muss, damit diese Gefahr eingeschränkt wird.

---



---



---



---



---

2. Testet den Tauchroboter im Wasser. Er soll bei halb gefülltem Ballon möglichst schweben.

- a. Füllt den Tank mit Metallscheiben oder Flüssigkeit.



3. Volumen des schwebenden Tauchroboters bestimmen

- a. Bestimmt die Masse des möglichst schwebenden Tauchroboters durch Wiegen.

Masse Tauchroboter  $m_T =$  \_\_\_\_\_ g

- b. Wie groß muss die Dichte des Tauchroboters sein, damit er im Wasser schwebt?

$\rho =$  \_\_\_\_\_ g/cm<sup>3</sup>

- c. Nun kannst du ganz einfach das Volumen des schwebenden Tauchroboters berechnen.

Unser Berechnungsweg:

gesucht:

Volumen Tauchroboter  $V_T$

Dichteformel umstellen:

$$\rho = V_T : m_T$$

$$\Leftrightarrow V_T = \rho \cdot m_T$$

$$V_T = \text{_____ g/cm}^3 \cdot \text{_____ g}$$

Unser Resultat: Volumen Tauchroboter  $= V_T =$  \_\_\_\_\_ cm<sup>3</sup>



### Einen Tauchroboter konstruieren, Arbeitsblatt 3.1.1

4. Der Tauchroboter soll nun Unterwasseraufnahmen machen können. Dazu werden eine Kamera und eine Lampe eingebaut.

Kamera: Volumen =  $120 \text{ cm}^3$       Masse =  $124 \text{ g}$   
 Lampe: Volumen =  $17,67 \text{ cm}^3$       Masse =  $35 \text{ g}$

Berechnet das Volumen und die Masse des erweiterten Tauchroboters (wenn der Ballon gleich aufgeblasen ist wie in Aufgabe 4). Berechnet daraus auch die neue, mittlere Dichte.

Unser Berechnungsweg:

**Unsere Resultate:**

Volumen Tauchroboter 2 =  $V_{T2} =$  \_\_\_\_\_  $\text{cm}^3$

Masse Tauchroboter 2 =  $m_{T2} =$  \_\_\_\_\_  $\text{g}$

Dichte Tauchroboter 2 =  $\rho_{T2} =$  \_\_\_\_\_  $\text{g/cm}^3$

5. Welche Auswirkungen hat diese bauliche Erweiterung auf die Steuerbarkeit eures Tauchroboters? Notiert eure Gedanken dazu.

---

---

---

---

---

6. Testet euren Tauchroboter nun mit eingebauter Kamera und Lampe. Beschreibt, wie er sich im Wasser verhält: Wann steigt er auf, wann sinkt er ab? Was hat dies mit der Dichte zu tun? Bewegt er sich stabil im Wasser? Was hat dies mit der Masseverteilung (Gewichtsverteilung) des Tauchroboters zu tun?

---

---

---

---

---

## Einen Tauchroboter konstruieren, Folie

Baut aus den vorgegebenen Materialien einen Tauchroboter, der im Wasser reguliert werden kann. Eine Bauanleitung findet ihr nachfolgend.

- a. Der Tauchroboter besteht aus einem Gerüst, einem Luftballon mit Pumpe und einem Tank.



- b. Setzt die beiden Gerüstteile wie auf dem Bild gezeigt zusammen. Die Schraube mit der Flügelmutter befindet sich in der runden Dose mit den Scheiben.



- c. Öffnet die Mutter an der unteren Gewindestange.



- d. Setzt den leeren Tank in die Halterung und fixiert ihn mit der Gewindestange.



## Sequenz 4: Es wächst der Druck mit größerer Tiefe

Zeitraumen: 90 Minuten

| Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Zugehöriges Wissen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben, wie der Begriff Druck definiert ist, und unterscheiden diesen vom Begriff Kraft (IK 3).</li> <li>• bestimmen den Schweredruck mit einem einfachen Messgerät (IK 3).</li> <li>• geben an, dass der Schweredruck am gleichen Punkt eines eingetauchten Körpers von allen Seiten gleich groß ist (auch von oben und unten) (IK 3).</li> <li>• nennen die Abhängigkeit des Schweredrucks von der Eintauchtiefe und der Flüssigkeitsdichte (IK 3).</li> <li>• übertragen die Auswirkungen des Schweredrucks auf technische oder biologische Systeme (IK 3).</li> </ul> | <p>Druck ist ein Maß für das „Gepresst-Sein“ und wird in Kraft pro Fläche gemessen. Der Druck besitzt keine Richtung.</p> <p>Mit einem U-Rohr-Manometer lässt sich Druck messen.</p> <p>Wenn Druck keine bestimmte Richtung besitzt, dann muss er in alle Richtungen gleich wirken.</p> <p>Je tiefer man einen Körper in eine Flüssigkeit eintaucht, desto größer sind der herrschende Druck und die auf den Körper wirkende Kraft. Je größer die Flüssigkeitsdichte, desto größer ist der herrschende Druck und die auf den eingetauchten Körper wirkende Kraft.</p> <p>Lebewesen und technische Geräte können Verletzungen erleiden bzw. beschädigt werden, wenn sie zu tief in Flüssigkeiten eintauchen.</p> |
| Prozessbezogene Kompetenzen (PK)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Zugehöriges Wissen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• formulieren Fragen, die sich mit naturwissenschaftlichen Verfahren untersuchen lassen (PK 1).</li> <li>• geben selbstständig angemessene Begründungen für Vermutungen und Hypothesen an (PK 2).</li> <li>• verwenden geeignete Belege zur Begründung einer Aussage (PK 3).</li> <li>• begründen die Notwendigkeit der Variablenkontrolle (PK 4).</li> <li>• führen einen Versuch/ein Experiment sachgerecht durch (PK 5).</li> <li>• messen sorgfältig (PK 7).</li> </ul>                                                                                                      | <p>Experimentelle Untersuchungen müssen zu den Fragestellungen passen bzw. auf die Fragestellungen bezogen sein.</p> <p>Hypothesen müssen das Ergebnis einer nachvollziehbaren Schlussfolgerung aus bereits vorhandenem Wissen sein.</p> <p>Behauptungen müssen mit Ergebnissen aus Experimenten oder theoretischen Überlegungen belegt werden.</p> <p>Um aussagekräftige Ergebnisse aus einem Experiment ziehen zu können, darf immer nur eine Variable verändert werden.</p> <p>Nur eine sachgerechte Durchführung führt zu aussagekräftigen Ergebnissen.</p> <p>Um möglichst eindeutige Ergebnisse zu erhalten, ist es wichtig, genau zu messen.</p>                                                         |

Graue Schrift: Ist nicht expliziter Inhalt der Sequenz.

### Benötigtes Vorwissen

Die Schülerinnen und Schüler sind mit dem physikalischen Kraftbegriff vertraut und wissen, welches Konzept dahintersteht.

### Kurzbeschreibung der Stunde

Anhand des Verhaltens sehr stabiler Körper unter Wasser werden die Begriffe Kraft und Schweredruck thematisiert. Daraufhin untersuchen die Schülerinnen und Schüler die Faktoren, die den Schweredruck beeinflussen (Eintauchtiefe und Flüssigkeitsdichte). Hierzu nutzen sie ein U-Rohr-Manometer, das sie in seiner Funktionsweise kennen- und verstehen lernen.

## Verlaufsplanung

| Zeit, Sozial-/Arbeitsform                      | Lehrkraft (LK) – Schülerinnen und Schüler (SuS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Material/Medien                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Klassen-<br>gespräch<br><b>5 min</b>           | <b>Einstieg</b><br>LK Wer trägt eine Armbanduhr, die wasserdicht ist? Was steht drauf? Wieso x (z. B. 30) m? Warum ist eine Uhr in größeren Wassertiefen weniger oder nicht wasserdicht?<br>Überleitung: Wir sehen uns einen Film an, in dem gezeigt wird, was in großer Wassertiefe passiert.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Armbanduhren</li> </ul>                                                                                                                                                    |
| Klassen-<br>gespräch/<br>Film<br><b>15 min</b> | <b>Erarbeitung I</b><br>SuS schauen einen Film über ein Motorrad in einer Druckkammer an.<br>Leitende Fragen beim Sehen des Films: „Was wird im Film zum Verhältnis Wassertiefe und Wasserdruck gesagt? Woran lässt sich das Verhältnis erkennen?“ Äußerungen von ca. drei SuS werden gesammelt und ggf. besprochen.<br>SuS halten schriftlich in ihrem Heft/Ordner fest:<br>Die Wirkung des Wasserdrucks auf eingetauchte Körper:<br>Je tiefer man ins Wasser eintaucht, desto größer wird der Wasserdruck. Der Wasserdruck führt dazu, dass Körper verformt werden und Wasser selbst durch kleinste Öffnungen eindringen kann. → Druck führt dazu, dass eine Kraft auf eine Oberfläche wirkt.<br>Kurzer Rückgriff auf den Einstieg: Bei hohen Wassertiefen dringt Wasser in die Uhr ein, besonders an der Krone oder den Knöpfen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="http://www.planet-schule.de/sf/filme-online.php?film=8709&amp;reihe=1163">http://www.planet-schule.de/sf/filme-online.php?film=8709&amp;reihe=1163</a></li> </ul> |
| Klassen-<br>gespräch<br><b>7 min</b>           | <b>Fragestellung</b><br>Wasserdruck wird genauer untersucht. Könnten neben der Wassertiefe noch andere Faktoren für den Wasserdruck verantwortlich sein (z. B. die Gefäßform: siehe Folie 1 oben).<br>Aufgabe 1: LK erarbeitet Forschungsfragen mit SuS und regt damit Hypothesenbildung (mit Begründung) der SuS an: <ul style="list-style-type: none"> <li>Herrscht von oben, von unten, von links und von rechts der gleiche Druck?</li> <li>Herrscht in unterschiedlichen Gefäßformen und -größen unterschiedlicher Druck?</li> <li>Herrscht in unterschiedlichen Flüssigkeiten unterschiedlicher Druck?</li> <li>Ist der Druck an der Gefäßwand größer als in der Mitte?</li> </ul> <b>Ein Vorschlag zum Alltagsbezug der Forschungsfragen:</b><br>„Einige von euch sind schon im Schwimmbad, See oder Meer getaucht. Wer ist schon einmal bis 2 oder 3 m Tiefe getaucht? Spürt man da den Wasserdruck? Wie spürt man ihn? Spielt es eine Rolle, ob das Ohr nach oben, unten oder zur Seite gerichtet ist? Was meint ihr? Stellt euch vor, ihr taucht in jeweils 2 m Tiefe, einmal in einem kleinen Schwimmbad, ein anderes Mal in einem See, ein weiteres Mal im Meer. Was meint ihr, wie groß der Druck jeweils in 2 m Tiefe ist? Und was glaubt ihr: Macht es einen Unterschied, ob ihr im salzigen Meer oder in einem See taucht?“ | <ul style="list-style-type: none"> <li>Folie 1 oben</li> <li>AB 4.1.0</li> </ul>                                                                                                                                  |

| Zeit, Sozial-/Arbeitsform                  | Lehrkraft (LK) – Schülerinnen und Schüler (SuS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Material/Medien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Einzelarbeit<br>8 min                      | <b>Hypothesen bilden</b><br>SuS formulieren zu den Fragestellungen Hypothesen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>AB 4.1.0</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Klassengespräch/<br>Einzelarbeit<br>13 min | <b>Erarbeitung II</b><br>Um den Hypothesen nachgehen zu können, muss man in der Lage sein, den Wasserdruck zu messen. Wie ließe sich das machen?<br>→ Verformung messen z. B. mit einem Luftballon, Problem: sehr ungenau. Es gibt jedoch die Möglichkeit, eine Verformung genau zu messen.<br>LK zeigt Druckdose (Luftballon auf Trichter gestülpt) und erklärt, dass sich die Gummihaut verformt, wenn Druck auf diese wirkt.<br>→ LK zeigt an einem fertig aufgebauten U-Rohr-Manometer: Auf der rechten Seite des U-Rohrs wird durch die Verformung der Gummihaut der Wasserspiegel nach oben gedrückt. Durch die Verkleinerung des Raums für die Luft zwischen Membran und linkem Wasserspiegel drückt die Luft auf den linken Wasserspiegel im oberen Gefäß und bewegt das darin enthaltene Wasser nach unten.<br>→ Verformung führt zur Wasserspiegeländerung. Diese Änderung lässt sich z. B. mit einem Lineal messen.<br>Aufgabe 2: SuS zeichnen in das Schaubild von AB 4.1.0, das sie in ihr Heft übertragen haben, verschiedene Zustände der Druckmessung ein.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>AB 4.1.0</li> <li>AB 4.1.1</li> <li>5 Druckdosen</li> <li>5 U-Rohr-Manometer</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                |
| Klassengespräch/<br>3er-Gruppen<br>40 min  | <b>Stationenlauf/Experimentieren</b><br>Bevor die Experimentierphase beginnen kann: Thematisierung „faires Experiment“ (Variablenkontrolle) im Klassengespräch. Worauf muss geachtet werden, wenn man die unterschiedlichen Gefäßformen miteinander vergleicht?<br>Beispiel:<br>Vergleich Druckverhalten bei unterschiedlicher Wassermenge: Die Gefäße müssen unterschiedlich groß sein, dürfen sich aber in der Form nicht (sehr) unterscheiden, z. B. handelt es sich stets um Quader (z. B. Station 1). Zudem muss immer in der gleichen Eintauchtiefe gemessen werden.<br>Die LK gibt den Auftrag, die Manometer aufzubauen (Aufgabe 3 und Folie 2), diese mit der Spritze mit Wasser zu füllen und Färbemittel hinzuzufügen, sodass der Wasserspiegel auf 0 steht. Schlauchklemme kurz lösen und wieder schließen.<br>Aufgabe 3: Die Gruppen müssen die Stationen 3, 4 und 6 bearbeiten und dürfen sich zwei der restlichen Stationen 1, 2 und 5 zur Bearbeitung aussuchen (oder werden eingeteilt). Die Ergebnisse werden später von allen zusammengetragen.<br><b>Vorsicht:</b> Die Ergebnisse sind <i>quantitativ</i> sehr wahrscheinlich nur innerhalb der jeweiligen Station und nicht innerhalb der Gruppe vergleichbar, da nur dort immer dasselbe Messgerät benutzt wird. Falls in gleichen Gefäßen unterschiedlicher Stationen verschiedene Werte gemessen werden, sollte dieser Aspekt mit den SuS diskutiert werden. | <ul style="list-style-type: none"> <li>2 Materialkisten</li> <li>4 x kleine Boxen</li> <li>100g Salz auf 2l Wasser in einem der schmalen Gefäße</li> <li>Gefäß nach unten verjüngt</li> <li>5 Manometer (Druckdose befestigt an Lineal, U-Rohr auf Holzplatte mit Lineal)</li> <li>5 Spritzen zum Einfüllen</li> <li>AB 4.1.2</li> <li>Färbemittel</li> </ul> |



| Zeit, Sozial-/Arbeitsform            | Lehrkraft (LK) – Schülerinnen und Schüler (SuS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Material/Medien                                                                                           |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      | <p>1. Station: Druckverhalten bei unterschiedlich großen Gefäßen (Teilt sich das große Gefäß mit der Station 5)</p> <p>2. Station: Druckverhalten bei Gefäßen, die sich nach unten verjüngen</p> <p>3. Station: Ist der Druck von oben, unten, rechts, links gleich?</p> <p>4. Station: Wie verhält sich der Druck bei anderen Flüssigkeiten als Leitungswasser (z. B. Salzwasser)?</p> <p>5. Station: Vergrößert sich der Druck, wenn man sich näher an der Gefäßwand befindet? (Teilt sich das große Gefäß mit der Station 1)</p> <p>6. Station (5 x): Theorie des Drucks, Maß fürs „Gepresst-Sein“, Kraft pro Fläche</p> <p>Die Ergebnisse werden besprochen und verglichen.</p> |                                                                                                           |
| Klassen-<br>gespräch<br><b>7 min</b> | <p><b>Zusammenfassung der Ergebnisse</b></p> <p>Folie 1 unten als grafische Hilfe beim Gespräch.</p> <p>Aufgabe 5: Druck gibt an, wie stark etwas gepresst wird. Er verhält sich von allen Seiten gleich und ist ausschließlich von der Eintauchtiefe und von der Dichte der Flüssigkeit abhängig.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• AB 4.1.1</li> <li>• AB 4.1.2</li> <li>• Folie 1 unten</li> </ul> |

## Materialien

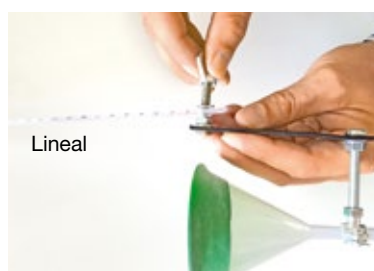
**Kursiv und fett** geschriebene Materialien müssen selbst besorgt werden.  
Sie befinden sich nicht in den Kisten!

### Benötigtes Versuchsmaterial

| ✓ | Stückzahl      | Material                                                                                                                                                                                |
|---|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <b>Mind. 1</b> | <b><i>Wasserdichte Armbanduhr von SuS mit Angabe, bis in welche Tiefe die Uhr wasserdicht ist</i></b>                                                                                   |
|   | 2              | Materialkisten                                                                                                                                                                          |
|   | 4              | Kleine Boxen                                                                                                                                                                            |
|   | <b>1</b>       | <b><i>Gefäß nach unten verjüngt, z. B. große Schale oder Schüssel</i></b>                                                                                                               |
|   | <b>1</b>       | <b><i>100 g Salz</i></b>                                                                                                                                                                |
|   | 5              | Manometer (Druckdose) (in Box 1), Trichterhalterung (in Box 3) an Lineal (in Materialkiste 2), U-Rohr auf Holzplatte mit Lineal (= U-Rohr-Manometer: in Box 11) und T-Stück (in Box 3). |
|   | <b>1</b>       | <b><i>Schraubendreher bzw. Schraubenzieher</i></b>                                                                                                                                      |
|   | 1              | Färbemittel (in Box 3)                                                                                                                                                                  |
|   | 2              | Spritzen zum Einfüllen (in Box 3)                                                                                                                                                       |
|   |                | Luftballons                                                                                                                                                                             |

### Anmerkung zum Manometer (Vorbereitung)

Das Manometer und die Druckdose werden aus einzelnen Komponenten, die sich in der Kiste befinden, zusammengebaut. Das meiste kann von den Schülerinnen und Schülern selbst zusammengesetzt werden (s. Folie 2). Die Befestigung des Trichters (Druckdose) am Lineal (linkes Bild) sollte allerdings von der Lehrkraft ausgeführt werden, da man hierzu einen Schraubendreher braucht (nicht in der Kiste) und sich die Membran der Druckdose möglichst genau auf Höhe der 0 auf dem Lineal befinden sollte (rechtes Bild).



**Sollte die Luftballonhaut auf dem Trichter defekt sein**, nehmen Sie einen Luftballon aus der Kiste (es sind genügend vorhanden) und schneiden Sie ihn so ab, dass das Mundstück und etwa ein Drittel des eigentlichen Luftballons wegfällt. Die restlichen zwei Drittel stülpen Sie über den Trichter. Falls die Luftballons ausgehen, kaufen Sie dasselbe Fabrikat, da dieses über eine relativ reißfeste Gummihaut verfügt.

## Arbeitsblatt 4.1.0 – Druck messen und vergleichen

1. Notiere in dein Heft die fünf Hypothesen (Vermutungen), die du dir zum Druckverhalten in Flüssigkeiten überlegt hast.

Hypothese 1 (Aus welcher Richtung kommt der Druck?)

Hypothese 2 (Druck in großen und kleinen Gefäßen)

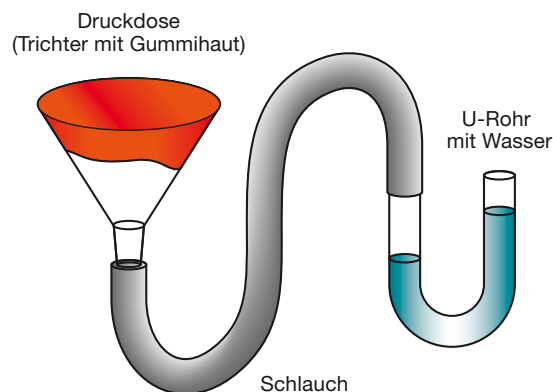
Hypothese 3 (Druck in Gefäßen, die oben breiter sind)

Hypothese 4 (Nimmt der Druck gleichmäßig zu?)

Hypothese 5 (Druck in unterschiedlichen Flüssigkeiten)

2. Du siehst im Schaubild einen Druckmesser (Manometer genannt), auf dessen Druckdose eine geringe Kraft wirkt (es herrscht geringer Druck).

- a. Zeichne in dein Heft das gleiche Schaubild, einmal wenn kein Druck herrscht, einmal wenn großer Druck herrscht und einmal wenn großer Druck herrscht, sich aber im Schlauch ein Loch befindet.



### 3. Vorbereitung der Experimente:

Baut die Manometer so auf, wie es auf der Folie 2 gezeigt wird. Öffnet daraufhin die Schlauchklemme an der Dreierverzweigung (linkes Bild) und füllt mit der Spritze das U-Rohr mit Wasser und einem Tropfen Tinte, bis der Wasserspiegel genau bei 0 steht. Falls Blasen entstehen, leicht schütteln, bis die Blasen verschwunden sind. Verschließt nun mit der Schlauchklemme das kurze Schlauchstück erneut (rechtes Bild). Das Manometer ist nun betriebsbereit.

**Versichert euch vor jeder Messung, dass die Wasserspiegel auf der rechten und linken Seite gleich hoch sind und der rechte Wasserspiegel auf 0 steht.** Falls nicht, öffnet die Schlauchklemme kurz und verschließt sie wieder.





Arbeitsblatt 4.1.1 – Druck messen und vergleichen

4. Geht nun an die Stationen 3, 4, 6 und zwei weitere Stationen, d. h. 1, 2 oder 5. Überprüft eure Hypothesen, indem ihr das Manometer in die vorgegebene Tiefe eintaucht. Notiert in eurem Heft eure Beobachtungen und ob sich eure Hypothesen bestätigt haben oder falsch waren. Die Reihenfolge der Stationen ist nicht wichtig. Achtet beim Messen darauf, dass der Wasserspiegel im U-Rohr vor jeder Messung auf beiden Seiten gleich hoch ist und bei „0“ steht. Löst hierzu kurz die Schlauchklemme und schließt sie wieder oder füllt bei geöffneter Schlauchklemme mit der Spritze Wasser nach, wenn es nötig ist. Bei Station 6 müsst ihr nichts messen. Wählt diese, wenn die anderen besetzt sind.

a. Zu den Stationen 1–5: Fülle die Tabelle aus. Zeichne ein Diagramm (x-Achse: Eintauchtiefe in cm, y-Achse: Veränderung der Wassersäule in mm) und trage die ermittelten Werte ein. Benutze für jeden Versuch eine andere Farbe.

b. Zu Station 6: Wie kann man Druck beschreiben?

Eine große und eine kleine Metallplatte werden gleich tief eingetaucht. Beide Metallplatten weisen dieselbe Dicke auf. Auf welche Platte wirkt die größere Kraft?

Vergleiche den *Druck* auf die beiden Platten.

| Station 1          |                                                 |                                                   |
|--------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Eintauchtiefe (cm) | große Wassermenge; Veränderung Wassersäule (mm) | geringe Wassermenge; Veränderung Wassersäule (mm) |
| 2                  |                                                 |                                                   |
| 4                  |                                                 |                                                   |
| 6                  |                                                 |                                                   |

| Station 2          |                                                    |                                                |
|--------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Eintauchtiefe (cm) | Gefäß oben breit; Veränderung der Wassersäule (mm) | Gefäß gerade; Veränderung der Wassersäule (mm) |
| 2                  |                                                    |                                                |
| 4                  |                                                    |                                                |
| 6                  |                                                    |                                                |

Arbeitsblatt 4.1.2 – Druck messen und vergleichen

| Station 3          |                                              |                                               |                                                   |
|--------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Eintauchtiefe (cm) | Druck von oben; Veränderung Wassersäule (mm) | Druck von unten; Veränderung Wassersäule (mm) | Druck von der Seite; Veränderung Wassersäule (mm) |
| 2                  |                                              |                                               |                                                   |
| 4                  |                                              |                                               |                                                   |
| 6                  |                                              |                                               |                                                   |

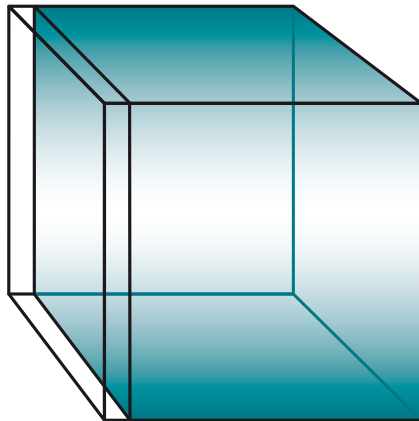
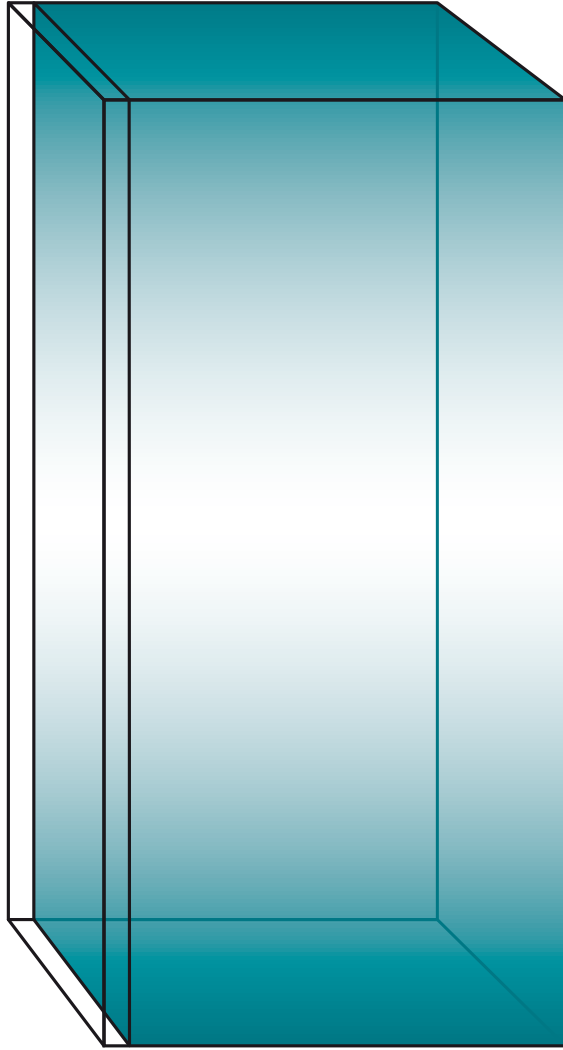
| Station 4          |                                          |                                      |
|--------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| Eintauchtiefe (cm) | Salzwasser; Veränderung Wassersäule (mm) | Wasser; Veränderung Wassersäule (mm) |
| 20                 |                                          |                                      |
| 40                 |                                          |                                      |
| 60                 |                                          |                                      |

| Station 5          |                                                     |                                                               |
|--------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Eintauchtiefe (cm) | Nahe an der Gefäßwand; Veränderung Wassersäule (mm) | Weit entfernt von der Gefäßwand; Veränderung Wassersäule (mm) |
| 20                 |                                                     |                                                               |
| 40                 |                                                     |                                                               |
| 60                 |                                                     |                                                               |

5. Fasse die Ergebnisse deiner Untersuchung zusammen:

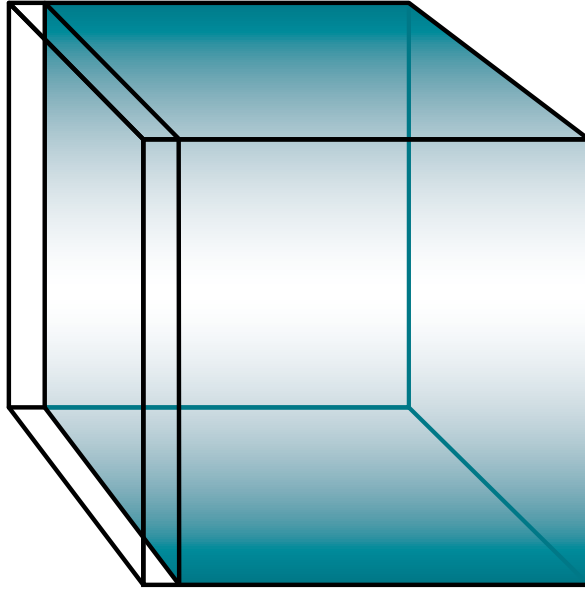
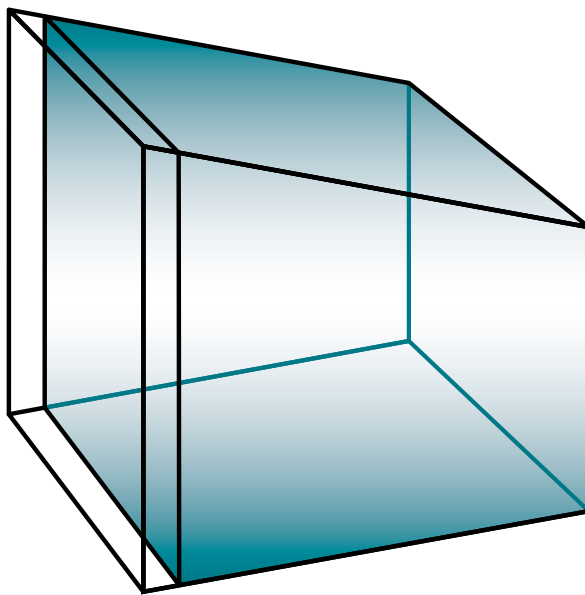
## Station 1

Verändert die Wassermenge den Druck?



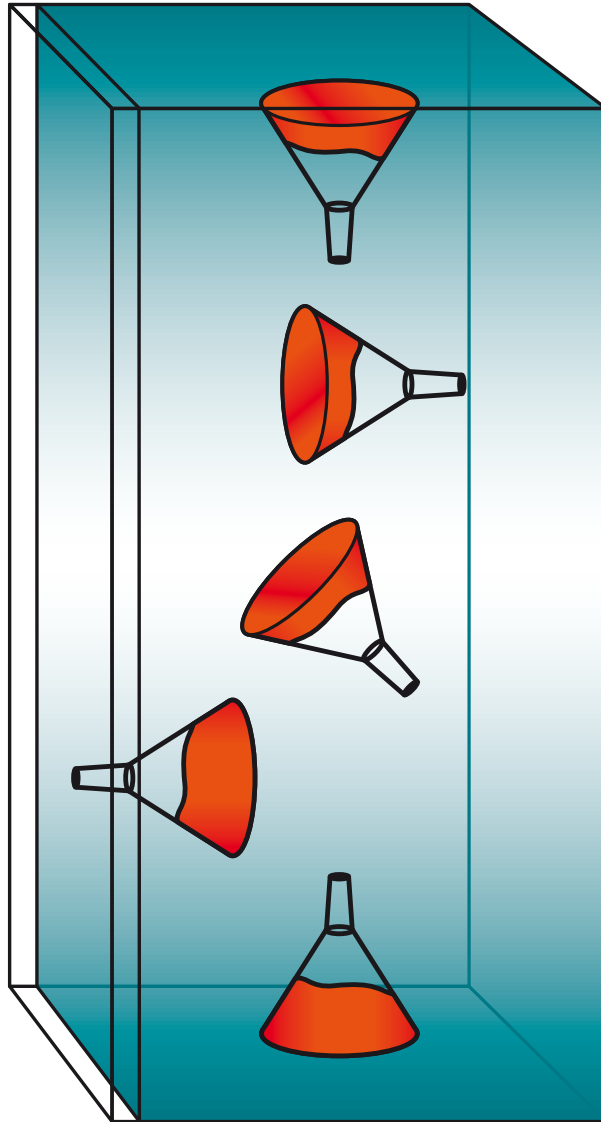
## Station 2

Wirkt sich die Gefäßform auf den Druck aus?  
(oben breit und unten schmal)



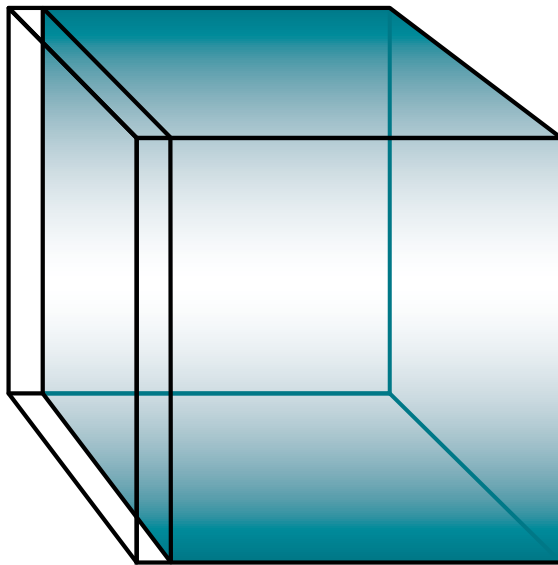
## Station 3

Ist der Druck in einer Flüssigkeit von oben stärker als von unten oder von der Seite?

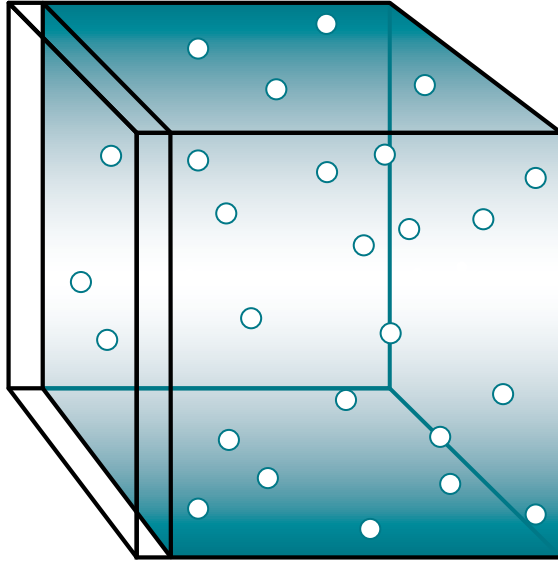


## Station 4

Ist der Druck in allen Flüssigkeiten gleich?



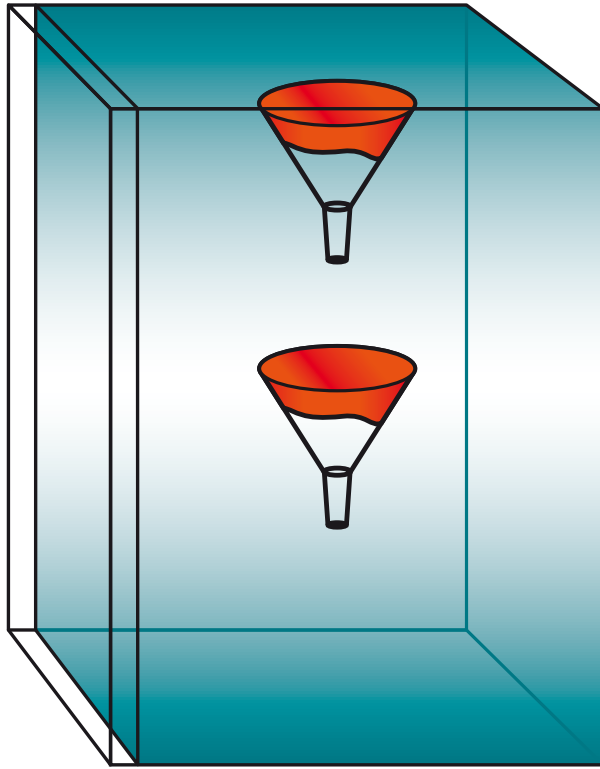
SÜSSWASSER



SALZWASSER

## Station 5

Vergrößert sich der Druck, wenn man sich näher an der Gefäßwand befindet?



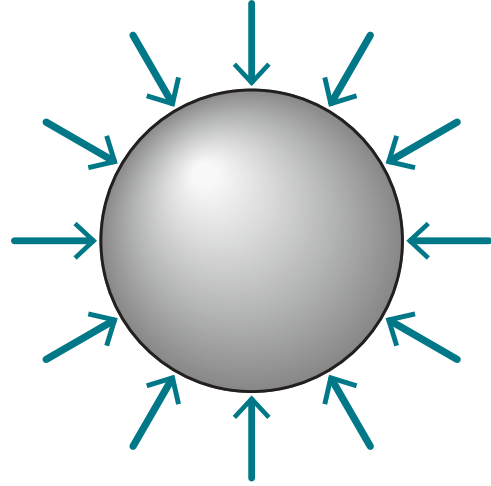
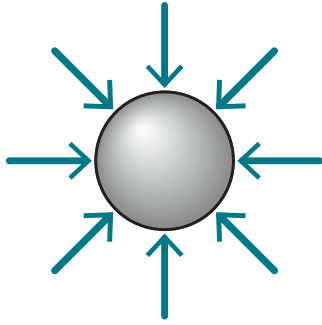
## Station 6

### Die Kraft des Drucks, theoretische Überlegungen

Wie ihr bereits zu Beginn der Stunde festgestellt habt, wird auf einen Körper eine Kraft ausgeübt, wenn dieser in eine Flüssigkeit eingetaucht wird (oberes Bild).

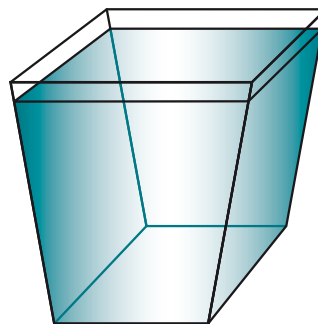
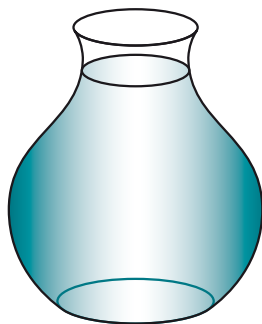
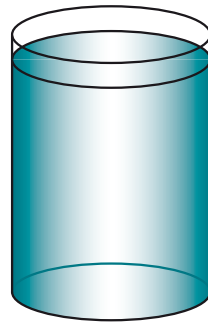
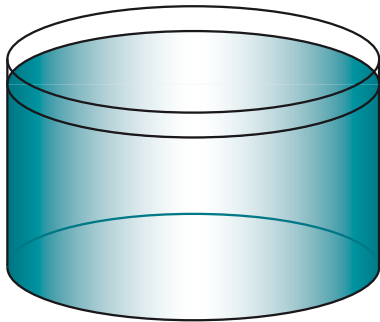
Die Flüssigkeitsteilchen, die sich um den Körper befinden, pressen diesen zusammen. Sie üben auf jeden Teil der Oberfläche des Körpers eine Kraft aus. Gibt es mehr „Oberflächenteile“ müsste demnach mehr Kraft ausgeübt werden. Bei einem Körper mit großer Oberfläche (unteres Bild) muss demnach die Krafteinwirkung größer sein, weil mehr Fläche zur Verfügung steht.

- Zusammenfassung und Schlussfolgerung:
- Druck ist ein Maß für das „Gepresst-Sein“.
  - Die gesamte Kraft, die der Druck auf den Körper ausübt, muss also bei großen Oberflächen größer sein.



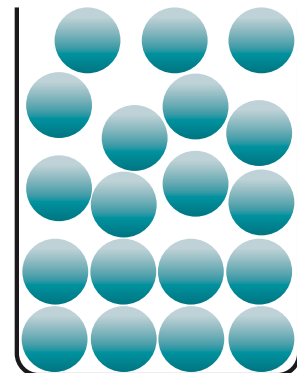
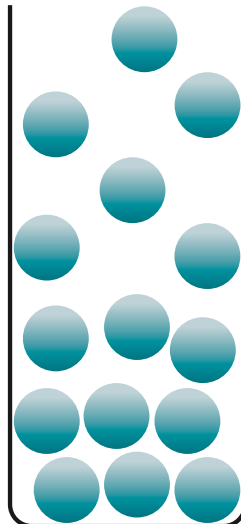
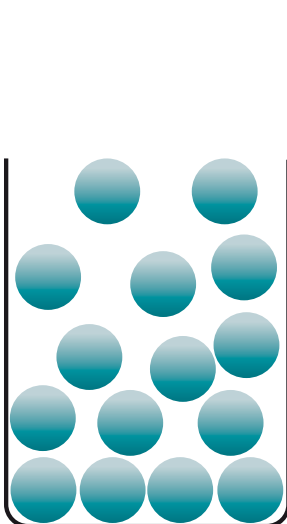


## Folie 1: Wovon hängt der Wasserdruck ab?



## Wie man sich Druck vorstellen kann

Je höher der „Flüssigkeits-Stapel“ (Bild Mitte) und je mehr Flüssigkeitsteilchen (hohe Dichte) in diesem Stapel sind (Bild rechts), desto höher der Druck. Druck ist also ein Maß für das „Gepresst-Sein“.



## Folie 2: Aufbau des Manometers

Diejenigen Gruppen, die an den Stationen 1–5 beginnen, müssen die Manometer aufbauen. Die folgenden Bilder zeigen, wie es geht.



Ein Ende des roten Schlauchs auf den Trichter stecken



Das T-Kreuz mit dem Schlauchstück und der Klemme auf das U-Rohr-Manometer stecken



Das andere Ende des roten Schlauchs auf das T-Kreuz stecken



Die Klemme öffnen



Mit der Spritze Wasser einfüllen, bis der Wasserspiegel auf 0 steht



Das Wasser mit 1–3 Tropfen Färbemittel einfärben



Klemme wieder verschließen

## Sequenz 5: Auftriebskraft – die Kraft, die Auftrieb schafft

Zeitraumen: normales Niveau: 45 Minuten; hohes Niveau: 90 Minuten

| Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Zugehöriges Wissen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geben an, dass die Auftriebskraft sich über den Druckunterschied ergibt, der auf die obere bzw. untere Fläche des eingetauchten Körpers wirkt (IK 4).</li> <li>• geben an, dass man den Druck in Pascal [Pa] misst (IK 3).</li> <li>• geben an: Je größer die Oberfläche eines Körpers ist, auf die der Druck wirkt, desto größer ist die Kraft, die auf diesen Körper wirkt (IK 3).</li> <li>• geben an, dass die Auftriebskraft größer sein muss als die Gewichtskraft des eingetauchten Körpers, damit ein Körper aufsteigt (IK 5, hohes Niveau).</li> <li>• geben an, dass die Auftriebskraft kleiner sein muss als die Gewichtskraft des eingetauchten Körpers, damit ein Körper sinkt (IK 5, hohes Niveau).</li> <li>• geben an, dass bei gleicher Größe von Gewichtskraft und Auftriebskraft der eingetauchte Körper schwebt (IK 5, hohes Niveau).</li> <li>• leiten her, dass ein schwimmfähiger Körper so tief in eine Flüssigkeit eintaucht, bis die Auftriebskraft und die Gewichtskraft gleich groß sind (IK 5, hohes Niveau).</li> <li>• vergleichen den Erklärungsansatz Dichte mit dem Erklärungsansatz Kräfteverhältnisse (IK 5, hohes Niveau).</li> <li>• beschreiben den Zusammenhang der beiden Erklärungsansätze (IK 5, hohes Niveau).</li> </ul> | <p>Da der Druck mit der Eintauchtiefe ansteigt, ergibt sich zwischen der oberen und der unteren Fläche des eingetauchten Körpers ein Druckunterschied. So wirkt auf die untere Fläche eine höhere Kraft von unten als auf die obere Fläche von oben. Deshalb neigt der Körper zum Aufsteigen.</p> <p>Wird ein schwimmfähiger Körper eingetaucht, steigt die Auftriebskraft stetig an, weil der Druck auf die untere Fläche mehr und mehr zunimmt. Dies geschieht so lange, bis die Auftriebskraft genauso groß ist wie die Gewichtskraft.</p> <p>Es gibt zwei Möglichkeiten, die Schwimmfähigkeit von Körpern zu erklären.</p> <p>Die beiden Erklärungsansätze lassen sich auf die gleichen Grundfaktoren zurückführen. Sie erklären somit das Gleiche, nur jeweils aus einer anderen Perspektive.</p> |
| Prozessbezogene Kompetenzen (PK)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Zugehöriges Wissen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geben selbstständig angemessene Begründungen für Vermutungen und Hypothesen an (PK 2).</li> <li>• verwenden geeignete Belege zur Begründung einer Aussage (PK 3).</li> <li>• trennen systematisch zwischen Beobachtung und Interpretation (PK 10).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p>Hypothesen müssen das Ergebnis einer nachvollziehbaren Schlussfolgerung aus bereits vorhandenem Wissen sein.</p> <p>Behauptungen müssen mit Ergebnissen aus Experimenten oder theoretischen Überlegungen belegt werden.</p> <p>Zunächst sollte genau beobachtet werden, bevor die Beobachtung gedeutet wird.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

**Benötigtes Vorwissen**

Die Schülerinnen und Schüler besitzen eine theoretische Vorstellung zum Konzept Druck: Druck wirkt in alle Richtungen gleich und ist von der Eintauchtiefe und der Flüssigkeitsdichte abhängig. Außerdem können die Schülerinnen und Schüler das Dichtekonzept zur Erklärung der Schwimmfähigkeit von Körpern anwenden.

**Kurzbeschreibung der Stunde**

Diese Doppelstunde ist zweigeteilt. Im ersten Teil (45 min) wird der Zusammenhang zwischen Druck

und Fläche thematisiert und daraus die Einheit für den Druck hergeleitet. Zudem wird festgehalten, dass durch die Kraft, die durch den Wasserdruck entsteht, der eingetauchte Körper in Richtung Oberfläche gestoßen wird, somit eine Auftriebskraft durch den Druck entsteht. Der zweite Teil der Stunde ist fakultativ, d. h. für ein höheres Niveau vorgesehen. Hier wird die Auftriebskraft als Erklärung für Schwimmen und Sinken herausgearbeitet und mit dem Dichtekonzept verglichen. Zum Schluss werden zu beiden Bereichen Aufgaben gestellt.

**Verlaufsplanung**

| Zeit, Sozial-/Arbeitsform          | Lehrkraft (LK) – Schülerinnen und Schüler (SuS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Material/Medien                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Klassengespräch/<br>Film<br>12 min | <p><b>Einstieg</b></p> <p>Pascal'sches Fass (s. Skizze auf Folie).<br/>Zum Hintergrund: Der Legende nach hat Blaise Pascal (1623 bis 1662) gewettet, er könne mit einem Glas Wein ein volles Weinfass zum Platzen bringen. Hierzu nutzte er die Tatsache, dass der Druck von der Höhe des Flüssigkeitsspiegels abhängig ist und nicht von der Flüssigkeitsmenge. Er füllte das Glas Wein also in ein sehr hohes dünnes Rohr, um somit einen möglichst hohen Druck im Fass zu erzeugen.</p> <p>Klassengespräch mit richtigen Schülerantworten:</p> <p>LK bespricht mit den SuS, was sie sehen und wieso das Fass ausläuft.</p> <p>LK malt Punkte auf dem Fass auf und lässt die SuS beurteilen, an welchen Punkten der Druck größer oder kleiner ist.</p> <p>SuS <i>Der Druck ist an den Punkten, die auf gleicher Höhe sind, immer gleich groß.</i></p> <p>LK Würde sich der Druck verändern, wenn das Rohr kürzer, aber dafür breiter wäre (also gleich viel Wasser fassen würde)?</p> <p>SuS <i>Ja, er würde geringer werden. Zwar ist gleich viel Flüssigkeit vorhanden, dies ist für den hydrostatischen Druck aber nicht entscheidend, sondern nur die Höhe des Flüssigkeitsspiegels.</i></p> <p>LK Wie würde sich der Druck verändern, wenn man statt Süßwassers Salzwasser einfüllen würde?</p> <p>SuS <i>Der Druck würde steigen.</i></p> <p>SuS schauen Film zum Thema aus der Sendung „Kopfball“.</p> <p>Hinweis:<br/>Im Film wird nur ein Zapfen aus dem Fass gedrückt, dies könnte für die SuS enttäuschend sein. Der Versuch ist allerdings schwer umzusetzen, da die Schlauchbefestigung die Schwachstelle darstellt und vor dem „Platzen“ des Fasses abspringen würde.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Folie</li> <li><a href="http://www.wdr.de/tv/kopfball/sendungsbeitraege/2012/0219/weinfass.jsp">http://www.wdr.de/tv/kopfball/sendungsbeitraege/2012/0219/weinfass.jsp</a></li> </ul> |

| Zeit, Sozial-/Arbeitsform                                 | Lehrkraft (LK) – Schülerinnen und Schüler (SuS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Material/Medien                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Lehrervortrag<br/>3 min</p>                            | <p><b>Wiederholung</b></p> <p>Wo liegen die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Druck und Kraft?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Kraft hat eine bestimmte Richtung, Druck hingegen wirkt in alle Richtung gleich.</li> <li>➔ Druck sagt etwas darüber aus, wie stark eine Flüssigkeit gepresst ist. Je stärker sie gepresst ist, desto mehr Kraft wirkt auf den Körper, der sich darin befindet, bzw. auf das Gefäß, das die Flüssigkeit beinhaltet.</li> </ul> <p>Aufgrund theoretischer Überlegungen wird die Kraft auf den Körper erhöht, wenn seine Oberfläche vergrößert wird (Hypothese). Diese theoretische Überlegung wird im folgenden Experiment überprüft.</p>                                                                                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stationenblatt 6 aus Sequenz 4 als Folie</li> </ul>                                                                                                                      |
| <p>Einzelarbeit/<br/>Klassen-<br/>gespräch<br/>13 min</p> | <p><b>Demonstrationsexperiment</b></p> <p>LK Beschreibt das Experiment: Quader wird an einem Kraftmesser eingetaucht, einmal quer und einmal längs, aber mit gleicher Eintauchtiefe (schwarze Linie). LK gibt die Kantenlängen des Quaders und die Eintauchtiefe an.</p>  <p>SuS Aufgabe 1: Zunächst zeichnen die Schülerinnen und Schüler qualitativ die Kraftpfeile ein: Wo befinden sich eher lange Kraftpfeile (hohe Kraft), wo eher kurze? Wo sind die Kraftpfeile gleich (geringe Kraft)? Außerdem berechnen sie anhand eines Schemas die Fläche, auf die die Kraft wirkt.</p> <p>LK/SuS Wenn der Druck eine höhere Kraft auf die größere Oberfläche ausübt, wie müsste sich der Kraftmesser bei gleicher Eintauchtiefe gegenüber einer kleineren Fläche verhalten? Erklärung von SuS mithilfe von LK (Welche Kraft wirkt noch, in welche Richtung?).</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserbehälter</li> <li>• Kraftmesser</li> <li>• schwimmender quaderförmiger Gegenstand</li> <li>• evtl. Haltevorrichtung für Kraftmesser</li> <li>• AB 5.1.0</li> </ul> |



| Zeit, Sozial-/Arbeitsform | Lehrkraft (LK) – Schülerinnen und Schüler (SuS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Material/Medien                                                                                                         |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           | <p>→ Je größer die Kraft durch den Druck, desto weniger zeigt der Kraftmesser an, weil die Auftriebskraft größer wird und der Gewichtskraft, die in dem Fall gemessen wird, entgegengesetzt ist. Wieso bewegt sich der Körper nur nach oben und nicht zur Seite (Aufgabe 1c)?</p> <p>→ Kräfte heben sich gegenseitig auf.</p> <p>LK Experiment wird durchgeführt. Denkt an die letzte Stunde: Was würde passieren, wenn man eine Flüssigkeit mit höherer Dichte verwenden würde?</p> <p>SuS <i>Die Kraft nach oben würde sich erhöhen.</i></p>                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                         |
| Klassengespräch<br>7 min  | <p><b>Zwischensicherung im Klassengespräch</b></p> <p>Aufgabe 2:<br/>Die Theorie, dass auf einen Körper mit großer Oberfläche bei gleichem Druck mehr Kraft ausgeübt wird, wurde bestätigt. Ein Körper erfährt aufgrund des Drucks eine Auftriebskraft. Unterstützt durch die Angaben auf dem Stationenblatt 6 (mathematische Schreibweise: „Kraft pro Fläche“ in Analogie zu „Kilometer pro Stunde“):</p> $F_p = p \cdot A \Leftrightarrow p = \frac{F}{A} \rightarrow \text{Einheit}$ <p><b>Hier Sprung zu „Zusammenfassung Einheit/Aufgaben; kurzer Teil“ möglich</b> (s. unten letzter Teil der vorliegenden Sequenz 5), die folgenden Inhalte, d. h. die zwei Teile Einzelarbeit 15 min und Partnerarbeit 15 min, nur für hohes Niveau.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Stationenblatt 6 aus Sequenz 4 als Folie</li> </ul>                              |
| Einzelarbeit<br>15 min    | <p><b>Erarbeitung I</b></p> <p>Die Auftriebskraft als Erklärung dafür, ob etwas schwimmt, schwebt oder sinkt.</p> <p>Aufgabe 3:<br/>SuS erarbeiten selbstständig das Verhältnis von Auftriebskraft und Gewichtskraft in Bezug auf Schwimmen, Sinken und Schweben.</p> <p>Aufgabe 4:<br/>SuS erarbeiten selbstständig, dass neben der Fläche und der Dichte der Flüssigkeit auch die vertikale Ausdehnung des Teils des Körpers, welcher in die Flüssigkeit eingetaucht wird, verantwortlich für den Betrag der Auftriebskraft ist.</p>                                                                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>AB 5.2.0</li> </ul>                                                              |
| Partnerarbeit<br>15 min   | <p><b>Erarbeitung II</b></p> <p>Aufgabe 5:<br/>SuS vergleichen die beiden Theorien zum Schwimmen und Sinken (Dichte und Auftriebskraft) und erkennen, dass beide das Gleiche beschreiben, nur aus einer jeweils anderen Sichtweise.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>AB 5.2.1</li> </ul>                                                              |
| Einzelarbeit<br>10–25 min | <p><b>Zusammenfassung der Einheit und Aufgaben</b></p> <p>Aufgabe 1–6: kurzer Teil</p> <p>Aufgabe 1–10: langer Teil (für hohes Niveau)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>AB Zusammenfassung 5.1</li> <li>AB Zusammenfassung 5.2 (hohes Niveau)</li> </ul> |

## Materialien

**Kursiv und fett** geschriebene Materialien müssen selbst besorgt werden.  
Sie befinden sich nicht in den Kisten!

### Benötigtes Versuchsmaterial

| ✓ | Stückzahl | Material                                                                                         |
|---|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | 1         | Wasserbehälter (beliebige Box)                                                                   |
|   | <b>1</b>  | <b><i>Kraftmesser (möglichst Maximalausschlag bei Gewichtskraft des angehängten Körpers)</i></b> |
|   | 1         | Schwimmender quaderförmiger Gegenstand (in Box 3)                                                |
|   | <b>1</b>  | <b><i>Haltevorrichtung für Kraftmesser (fakultativ)</i></b>                                      |

## Wasserdruck und Kraft, Arbeitsblatt 5.1.0

### 1. Unten siehst du eine Schemazeichnung zum Eintauchexperiment.

- Zeichne von unten und von der Seite die Kraftpfeile ein, die durch den Druck verursacht werden und die auf den eingetauchten Körper wirken. Überlege dir dabei, wo die Pfeile länger sind (höhere Kraft) und wo kürzer (geringere Kraft).
- Erkläre anhand der Kraftpfeile, warum sich der Körper nur nach oben und nicht zur Seite bewegt.

---



---



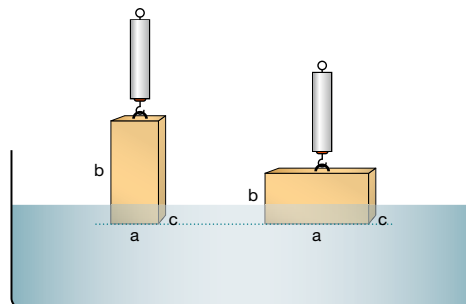
---

- Berechne die eingetauchte Fläche (abgekürzt  $A$  für das englische Wort *area*) von jedem Körper. Die Eintauchtiefe und die Kantenlänge der Quader gibt deine Lehrerin oder dein Lehrer vor.

Kantenlänge a: \_\_\_\_\_

Kantenlänge b: \_\_\_\_\_

Kantenlänge c: \_\_\_\_\_



### 2. Diskutiert in der Klasse die Beobachtungen und fasst diese zusammen.

---



---



---



---

- Wenn beide Faktoren (Druck und Fläche) bei Vergrößerung eine höhere Kraft zur Folge haben, dann ist der physikalische Zusammenhang (Druck wird mit dem Buchstaben  $p$  für das englische Wort *pressure* abgekürzt):

$F_p =$  \_\_\_\_\_

- Stellt man diese Formel um, erhält man die Formel für die Berechnung des Drucks:

\_\_\_\_\_

- Setzt man in der Formel auf der rechten Seite die Einheiten (Newton und  $m^2$ ) ein, so erhält man gleichzeitig die Einheit für den Druck:

\_\_\_\_\_

Diese Einheit wird mit Pascal [Pa] abgekürzt. Häufig verwendet man noch die Einheit Bar [bar]:  
 1 bar = 100.000 Pa. In 10 m Wassertiefe herrscht ein Wasserdruck von 1 bar oder 100.000 Pascal.



## Wasserdruck und Schwimmen und Sinken, Arbeitsblatt 5.2.0

3. Die Auftriebskraft kann einen Körper in einer Flüssigkeit nach oben bewegen. Doch wie groß muss diese Kraft sein, damit der Körper schwimmt? Denkt an das letzte Experiment: Welche weitere Kraft greift noch an einem Körper an? Antwort:

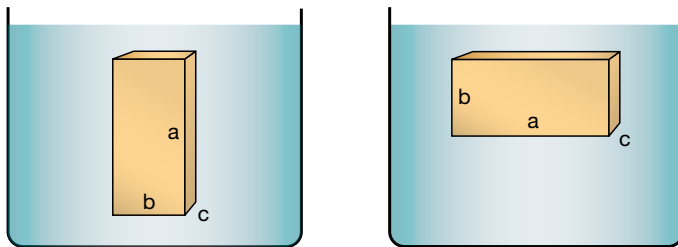
Stellt euch nun vor, dass ihr einen Körper komplett unter Wasser taucht und ihn dann loslasst. Fertigt drei Skizzen in eurem Heft an, in denen ihr die beiden Kraftpfeile für den Fall des

- Sinkens
- Schwebens
- Steigens

einzeichnet.

4. Die Kraft, die den Körper nach oben drückt, nennt man Auftriebskraft. Wie du bereits weißt, ist die Auftriebskraft umso größer, je größer die untere Fläche des Körpers ist und je größer die Dichte der Flüssigkeit. Wenn ein Körper komplett eingetaucht ist, herrscht allerdings Druck von allen Seiten, somit auch Kraft von allen Seiten. Woher kommt dann die Auftriebskraft?

- a. Unten siehst du zwei Schemazeichnungen und verschiedene Kraftpfeile, die du an den richtigen Stellen zuordnen musst. Beachte: Die Pfeile unter der einen Schemazeichnung können auch zur anderen gehören. Es geht ausschließlich um die Auftriebskraft. Für die ebenfalls vorhandene Gewichtskraft musst du in diesem Fall keinen Pfeil einzeichnen.



- b. Erkläre, wie die Auftriebskraft bei vollständig eingetauchten Körpern entsteht. Benutze die Begriffe Druckunterschied, obere Fläche und untere Fläche.

---

---

---

---

---

---

---

- c. Vervollständige folgenden Satz: Je größer der Abstand von der unteren zur oberen Fläche ist, desto ...

---

## Wasserdruck und Schwimmen und Sinken, Arbeitsblatt 5.2.1

5. Eine Schülerin sagt, ob etwas schwimmt, sinkt oder schwebt, hängt von der Dichte ab; ein anderer Schüler behauptet, dass die Auftriebskraft entscheidend ist. Beide haben recht! Warum das so ist, erkennt ihr im folgenden Lückentext (trage in die leeren Zeilen Begriffe wie groß, klein, lang, kurz usw. ein):

| Erklärung über die Dichte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Erklärung über die Auftriebskraft                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Wenn ein Körper (z. B. ein Quader) in einer Flüssigkeit schwimmen soll, dann sollte die Dichte des Quaders möglichst _____ und die Dichte der Flüssigkeit möglichst _____ sein. Wenn man eine geringe Dichte des Körpers erreichen will, dann sollte dieser eine möglichst _____ Masse und ein möglichst großes Volumen aufweisen. Das große Volumen entsteht, indem die Kantenlängen a, b und c möglichst _____ sind.</p> | <p>Wenn ein Körper (z. B. ein Quader) in einer Flüssigkeit schwimmen soll, dann sollte die Auftriebskraft der Flüssigkeit möglichst _____ und die Gewichtskraft des Körpers möglichst _____ sein. Die Gewichtskraft des Quaders ist dann sehr gering, wenn seine Masse _____ ist. Eine hohe Auftriebskraft erreicht man zum einen durch eine möglichst _____ untere Fläche, die durch möglichst lange Kanten a und c gebildet wird, und zum anderen durch einen _____ Druckunterschied zwischen Ober- und Unterkante. Der _____ Druckunterschied wird erreicht durch eine möglichst _____ Dichte der Flüssigkeit und durch eine möglichst _____ Kantenlänge b.</p> |
| <p><b>Fasse nun nochmal alles zusammen, was du in die Lücken geschrieben hast und vergleiche beide Seiten. Was fällt dir auf?</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p><b>Zusammenfassung:</b><br/>           Flüssigkeitsdichte _____<br/>           Masse des Quaders _____<br/>           Kantenlänge a _____<br/>           Kantenlänge b _____<br/>           Kantenlänge c _____</p>                                                                                                                                                                                                        | <p><b>Zusammenfassung:</b><br/>           Flüssigkeitsdichte _____<br/>           Masse des Quaders _____<br/>           Kantenlänge a _____<br/>           Kantenlänge b _____<br/>           Kantenlänge c _____</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

## Arbeitsblatt Zusammenfassung 5.1

1. Beschreibe, was man unter Druck in Flüssigkeiten versteht und wie er sich verändern lässt.

---

---

---

2. Nenne drei Beispiele, wie man Druck *nicht* verändern kann.

---

---

---

3. Stell dir einen kleinen Teich und einen riesigen See vor. Beide sind aber nur 20m tief. In beide möchtest du eine Staumauer bauen. Welche Staumauer muss dicker sein oder sollten beide Staumauern gleich dick sein? Begründe.

---

---

---

---

4. a. Nenne zwei Einheiten und die dazugehörigen Abkürzungen, mit denen Druck gemessen wird.  
b. Welches Symbol, d. h. welchen Buchstaben, benutzt man für Druck?

a. \_\_\_\_\_

b. \_\_\_\_\_

5. Nenne einen Unterschied zwischen Kraft und Druck.

---

---

6. Erinnere dich an den Tauchroboter, den du gebaut hast. Erkläre, wieso du den Luftballon des Tauchroboters ab einer bestimmten Tiefe nicht mehr mit Luft füllen kannst und der Roboter somit nicht mehr steuerbar ist.

---

---

---

## Arbeitsblatt Zusammenfassung 5.2

7. Stell dir vor, du lässt einen schwimmfähigen Körper langsam ins Wasser gleiten. Beschreibe wie sich die Auftriebskraft während des Hineingleitens verhält.

---

---

---

---

8. Ein Körper mit einer Masse von 15 kg besitzt in Wasser eine Auftriebskraft von 1.200 N. Schwimmt der Körper oder geht er unter?

---

---

9. Eine Schwimmweste wird unter Wasser gedrückt. An der Oberseite (Fläche:  $0,5 \text{ m}^2$ ) herrscht ein Druck von 1.000 Pascal und an der Unterseite (ebenfalls  $0,5 \text{ m}^2$ ) ein Druck von 2.100 Pascal. Wie groß ist die Kraft, die von oben auf die obere Fläche wirkt?  
Wie groß ist die Kraft, die von unten auf die untere Fläche wirkt?  
Wie groß ist die Auftriebskraft?

---

---

---

---

---

10. *Für die Pfiffigen:* In Wasser nimmt der Druck pro Zentimeter Tiefe um 100 Pa zu. Berechne, ob ein Würfel mit einer Kantenlänge von 20 cm und einer Masse von 9 kg im Wasser schwimmfähig ist.

---

---

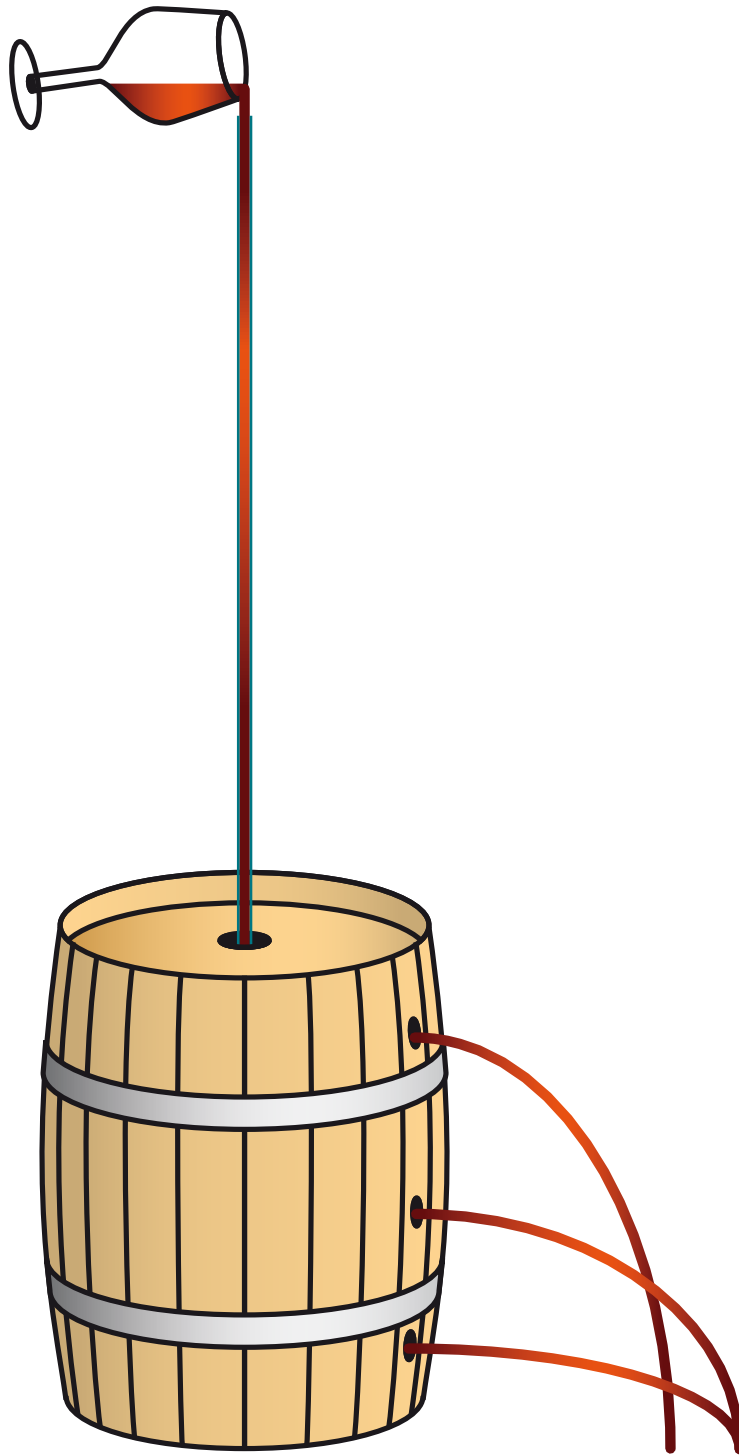
---

---

---

**Folie: Pascal'sches Fass**

Mit einem Glas Wein ein Fass zum Platzen bringen





## 6 Anhang

### 6.1 Literatur

#### Verwendete Literatur

**Aegerter, K. (2009):** *Urknall – Ausgabe Schweiz. Schulbuch. 5./6.* Zug: Klett und Balmer.

**Ardley, N. & Burnie, D. (2006):** *Spannende Experimente aus Natur und Technik.* München: Dorling Kindersley.

**Aulas, F.; Dupré, J.-P. & Gibert, A.-M. (1999):** *Erstaunliche Experimente. Spielerisch Wissen entdecken.* Augsburg: Bechtermünz.

**Baumann, K.; Baumann, S. & Theiler, F. (2010):** *Technik begreifen.* Arbeitsbuch. (1. Aufl.). Bern: Schulverlag plus.

**Dekorsy, K.; Gutjahr, U. & Höfer, T. (2005):** *Impulse Physik 1.* Ausgabe Baden-Württemberg G8, Klasse 7/8. Stuttgart: Ernst Klett.

**Frey, J. M. (2008):** *Physik. Kommentar/Arbeitsmaterialien,* S. 101–128. Schülerbuch S. 40–46. Zürich: Lehrmittelverlag.

**Ganz, G.; Pietrzyk, U.; Schneider, K. & Willmer-Klump, C. (2007):** *Naturwissenschaften kompakt. Gymnasium, Sekundarstufe I.* Stuttgart/Leipzig: Ernst Klett.

**Kammer, H. & Mgeladze, I. (2014):** *Physik für Mittelschulen.* Bern: hep.

**Labudde, P. (Hrsg.) (2013):** *Fachdidaktik Naturwissenschaft. 2. Auflage.* Bern: Haupt.

**Scharf, K.-H.; Schulz, G. & Grunwald, B. (2016):** *Natur Plus.* Für Bayerische Hauptschulen. 6. Jahrgangsstufe. Materialien, S. 113–120. Schülerband, S. 64–66, 72–73. Bayern: Schrödel.

**Sexl, R. et al. (2007):** *Einführung in die Physik – Band 1.* Wien: Hölder-Pichler-Tempsky.

**Tipler, P. A. (1994):** *Physik.* Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

**Ulrich, K. (2010):** *Wie funktioniert das? Die Technik.* (6. aktual. Aufl.). Mannheim: Meyer.

**Weigend, A.; Rzadkowsky, A.; Behrendt-Roden, U. & Hermens, G. (2005):** *Der Kinder Brockhaus Technik.* Mannheim: Brockhaus.

**Wodzinsky, R. (2000):** *Zustandsgröße Druck. Naturwissenschaften im Unterricht,* 11 (57), S. 32–34.

**Wodzinski, R. (2007):** *Druck als Zustandsgröße in der Sekundarstufe I.* [https://www.physikdidaktik.uni-os-nabrueck.de/fileadmin/user\\_upload/ptd07/ptd2007\\_vortragsfolien\\_wodzinski.pdf](https://www.physikdidaktik.uni-os-nabrueck.de/fileadmin/user_upload/ptd07/ptd2007_vortragsfolien_wodzinski.pdf) [30.05.2017].

## 6.2 Glossar

**Auftriebskraft (Auftrieb):** Jeder Gegenstand, der in eine Flüssigkeit eingetaucht wird, erfährt eine Auftriebskraft. Diese ist – der Gewichtskraft entgegengesetzt – nach oben gerichtet. Die Größe der Auftriebskraft wird durch die Dichte der Flüssigkeit und durch das vom Gegenstand verdrängte Volumen bestimmt. Sie ist genauso groß wie die Gewichtskraft des vom Gegenstand verdrängten Wassers. Mit anderen Worten: Der Gegenstand wird im Wasser scheinbar um so viel leichter, wie das von ihm verdrängte Wasser wiegt. Dieser Zusammenhang ist auch als Satz des Archimedes bekannt. Er gilt auch für Gegenstände in Gasen. Umgangssprachlich wird die Auftriebskraft auch als Auftrieb bezeichnet. Das Phänomen des Auftriebs in Flüssigkeiten wird erfahrbar, wenn man Gegenstände in Flüssigkeiten eintaucht. Sie springen heraus (Bälle), erfahren einen Widerstand (Becher) oder werden spürbar leichter (Steine, Menschen).

**Dichte:** Gegenstände gleicher Größe sind unterschiedlich schwer, je nachdem, aus welchem Material sie bestehen. Mit Dichte bezeichnet man die Masse, die ein Gegenstand im Verhältnis zu seinem Volumen hat. Die Dichte ist eine Eigenschaft von Materialien. Styropor z. B. hat eine sehr geringe Dichte, Eisen dagegen eine hohe Dichte. Die Dichte gibt z. B. darüber Auskunft, ob Materialien in Flüssigkeiten oder Gasen schwimmen, sinken oder schweben. Materialien schwimmen in Flüssigkeiten bzw. steigen in Gasen, wenn sie eine geringere Dichte haben als die Flüssigkeit oder das Gas.

**Gewicht:** In der Umgangssprache verwendeter Ausdruck für die Masse eines Gegenstands. Das Gewicht darf aber nicht mit der Gewichtskraft (s. u.) verwechselt werden.

**Gewichtskraft:** Die Gewichtskraft beschreibt, wie stark ein Gegenstand von der Erde angezogen wird. Sie ist abhängig vom Ort der Messung. Ursache für die Anziehung ist die Schwerkraft der Erde (Erdanziehungskraft), die auf jeden Körper wirkt. Durch die Abflachung an den Polen ist die Gewichtskraft hier etwas größer als am Äquator. 1 kg Zucker ist auch auf dem Mond 1 kg. Aber die Kraft, mit welcher der Zucker vom Mond angezogen wird, beträgt nur ein Sechstel der Gewichtskraft, mit welcher der Zucker auf der Erde angezogen wird. Gewichtskräfte misst man in N (Newton). Auf der Erde entspricht einer Masse von 1 kg eine Gewichtskraft von etwa 10 N.

**Masse:** Die Masse ist eine unveränderliche Eigenschaft eines Gegenstands. Sie wird mit der Einheit kg angegeben. Umgangssprachlich wird sie auch als Gewicht bezeichnet; dieser umgangssprachliche Begriff ist aus der Perspektive der Physik falsch, denn mit Gewicht bzw. Gewichtskraft wird in der Physik eine andere Größe bezeichnet.

**Mittlere Dichte:** Bei Körpern, die aus verschiedenen Stoffen zusammengesetzt sind (z. B. Hohlkörper), ergibt sich die Dichte aus dem Gesamtvolumen und der Gesamtmasse der zusammengesetzten Stoffe.

**Schweredruck:** In Flüssigkeiten entsteht infolge des Gewichts der Flüssigkeit ein sogenannter Schweredruck. Er nimmt mit der Tiefe zu. Bekannt ist der Schweredruck vom Tauchen in Gewässern. Auch in Gasen herrscht ein Schweredruck, der durch das Gewicht der Gase erzeugt wird. Der Schweredruck ist die Ursache der Auftriebskraft, die ein Gegenstand in Flüssigkeiten oder in Gasen erfährt.

**Schwimmen/Schweben/Sinken:** Mithilfe der Auftriebskraft kann man das Schwimmen, Schweben oder Sinken von Gegenständen erklären. Ist die Auftriebskraft, die ein eingetauchter Gegenstand in einer Flüssigkeit oder in Gasen erfährt, kleiner als die auf ihn wirkende Gewichtskraft, so sinkt der Gegenstand (z. B. ein Stein im Wasser). Sind Auftriebskraft und Gewichtskraft gleich groß, so schwebt ein Gegenstand im Gas oder in einer Flüssigkeit (z. B. ein Fisch im Wasser oder ein Gasballon in der Luft). Ist die Auftriebskraft des eingetauchten Gegenstands größer als die Gewichtskraft, so wird der Gegenstand nach oben getrieben. Ein schwimmender Gegenstand, also auch ein Schiff, befindet sich im Gleichgewichtszustand: Auftriebskraft und Gewichtskraft sind gleich groß und heben sich quasi auf. Läuft ein Schiff vom Stapel, so taucht es so weit ins Wasser ein, bis seine Auftriebskraft genauso groß ist wie seine Gewichtskraft.

**Verdrängung:** An einem Ort können nicht gleichzeitig zwei Materialien oder Stoffe sein. Deshalb verdrängt ein eingetauchter Gegenstand die Flüssigkeit, die dort vorher war. Der Gegenstand verdrängt genau so viel Flüssigkeit, wie er Platz in der Flüssigkeit braucht. Man kann die verdrängte Flüssigkeit bestimmen, indem man die beim Eintauchen übergelaufene Flüssigkeit auffängt und ihr Volumen bestimmt. Auch Gase oder Gasgemische, wie z. B. Luft, werden von Gegenständen, die sich im Gas befinden, verdrängt.



**Vollkörper und Hohlkörper:** Vollkörper sind Gegenstände, in denen keine Luft eingeschlossen ist. Als Hohlkörper bezeichnen wir Gegenstände, in denen Luft eingeschlossen ist oder die Vertiefungen haben, in die man z.B. Wasser einfüllen kann. Taucht man Hohlkörper ins Wasser ein, ohne dass Wasser in die Höhlungen hineinläuft, so verdrängen die Gegenstände mehr Wasser, als wenn man die entsprechende Menge an Material eintauchen würde. Beispielsweise verdrängt ein ins Wasser eingetauchter (luftgefüllter) Ball viel Wasser, weil er innen hohl ist. Ein Knetschiff verdrängt beim vorsichtigen Eintauchen (ohne dass Wasser hineinläuft) mehr Wasser, als wenn man eine Knetkugel gleichen Gewichts eintauchen würde. Der Auftrieb des Knetschiffs ist dann entsprechend größer als der Auftrieb der gleich schweren Knetkugel.

**Zuladefähigkeit von Schiffen:** Für Handelsschiffe wird die Tragfähigkeit angegeben, indem man ausrechnet, wie viel es an Ladung aufnehmen kann. Dieses Maß wird als Zuladefähigkeit bezeichnet. Es hat die Bezeichnung tdw (tons dead weight = Tonnen totes Gewicht). Mit tons (ts) sind englische Tonnen gemeint. 1 ton entspricht 1.016 kg. Durch Hinzuzählen des Eigengewichts des Schiffs erhält man das zulässige Gesamtgewicht des Schiffs. Große Öltanker, auch als Supertanker bezeichnet, können mehr als 250.000 tons zuladen.



# Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken

Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen

Ein Curriculum vom Kindergarten bis zur 8. Klasse

Herausgeberin: Kornelia Möller

## Das Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken

Die Unterrichtsmaterialien bestehen aus drei Bänden für den Elementar-, Primar- und Sekundarbereich und ergänzen das bereits vorhandene Primarstufencurriculum Schwimmen und Sinken von Spectra. Das Angebot zielt darauf ab, die Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenzen von Anfang an stufengerecht zu fördern und die Übergänge vom Kindergarten in die Grundschule wie auch von der Grundschule in die Sekundarstufe zu erleichtern.

Neben dem Aufbau fachlicher Kompetenzen zum Themenfeld Schwimmen und Sinken steht die systematische Heranführung an naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen im Zentrum des Spiralcurriculums. Leitendes Prinzip ist das von pädagogischen Fachkräften bzw. Lehrkräften angemessen begleitete forschende Lernen.

Materialpakete unterstützen die Fachkräfte des Kindergartens sowie die Lehrkräfte darin, die angestrebten Ziele zu erreichen. Sie wurden nach dem Prinzip der KiNT-Klasse(n)kisten auf der Basis von Forschungsergebnissen von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus dem Elementar-, Primar- und Sekundarbereich gemeinsam entwickelt und in der jeweiligen Bildungsstufe vielfach erprobt. Jedes Materialpaket besteht aus

- Informationen und Unterrichtsmaterialien für die jeweilige Bildungsstufe,
- einer bzw. mehreren dazugehörigen Materialkisten.

Herausgeberin:



**Prof. Dr. Kornelia Möller**  
ist Seniorprofessorin für Didaktik des Sachunterrichts an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.

## Band 3: Sekundarbereich

Das Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken für die Klassenstufe 6 bis 8 umfasst fünf Sequenzen im Umfang von je einer Doppelstunde, welche die in der Primarstufe entwickelten Kompetenzen aufgreifen und vertiefen. Dazu gehören sowohl Kenntnisse über die grundlegenden Bedingungen des Schwimmens und Sinkens als auch Aspekte des hydrostatischen Drucks. Im Hinblick auf naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen wird das Prinzip der Variablenkontrolle eingeführt. Die Schülerinnen und Schüler konstruieren und bauen zudem einen einfachen Tauchroboter und entwickeln so ihre in der Grundschule gemachten Erfahrungen zum Schwimmen und Sinken weiter.

Der Ordner enthält strukturierte Arbeitsblätter sowie detaillierte Unterrichtsplanungen, die es auch fachfremd unterrichtenden Lehrkräften ermöglichen, den Unterricht umzusetzen.

In den zwei auf den vorgeschlagenen Unterricht abgestimmten Materialkisten befinden sich Experimentiermaterialien für 33 Schülerinnen und Schüler, die meist in Dreiergruppen arbeiten.

Das Materialpaket für den Sekundarbereich ist erhältlich über die Caritas-Werkstatt Lünen (Internetseite [XXXXXXXXXXXXXX](#) oder über E-Mail [XXXXXXXXXXXXXX](#)). Eine digitale Version ist frei erhältlich unter: Internetseite [XXXXXXXXXXXXXX](#)

Autorin und Autoren: Simon Rösch, Claudia Stübi und Peter Labudde



**Dr. Simon Rösch**  
ist Doktor der Naturwissenschafts- und Technikdidaktik am Zentrum Naturwissenschafts- und Technikdidaktik der Fachhochschule Nordwestschweiz.



**Claudia Stübi**  
ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Zentrum Naturwissenschafts- und Technikdidaktik an der Fachhochschule Nordwestschweiz.



**Prof. Dr. Peter Labudde**  
ist emeritierter Professor für Naturwissenschaftsdidaktik am Zentrum Naturwissenschafts- und Technikdidaktik der Fachhochschule Nordwestschweiz.