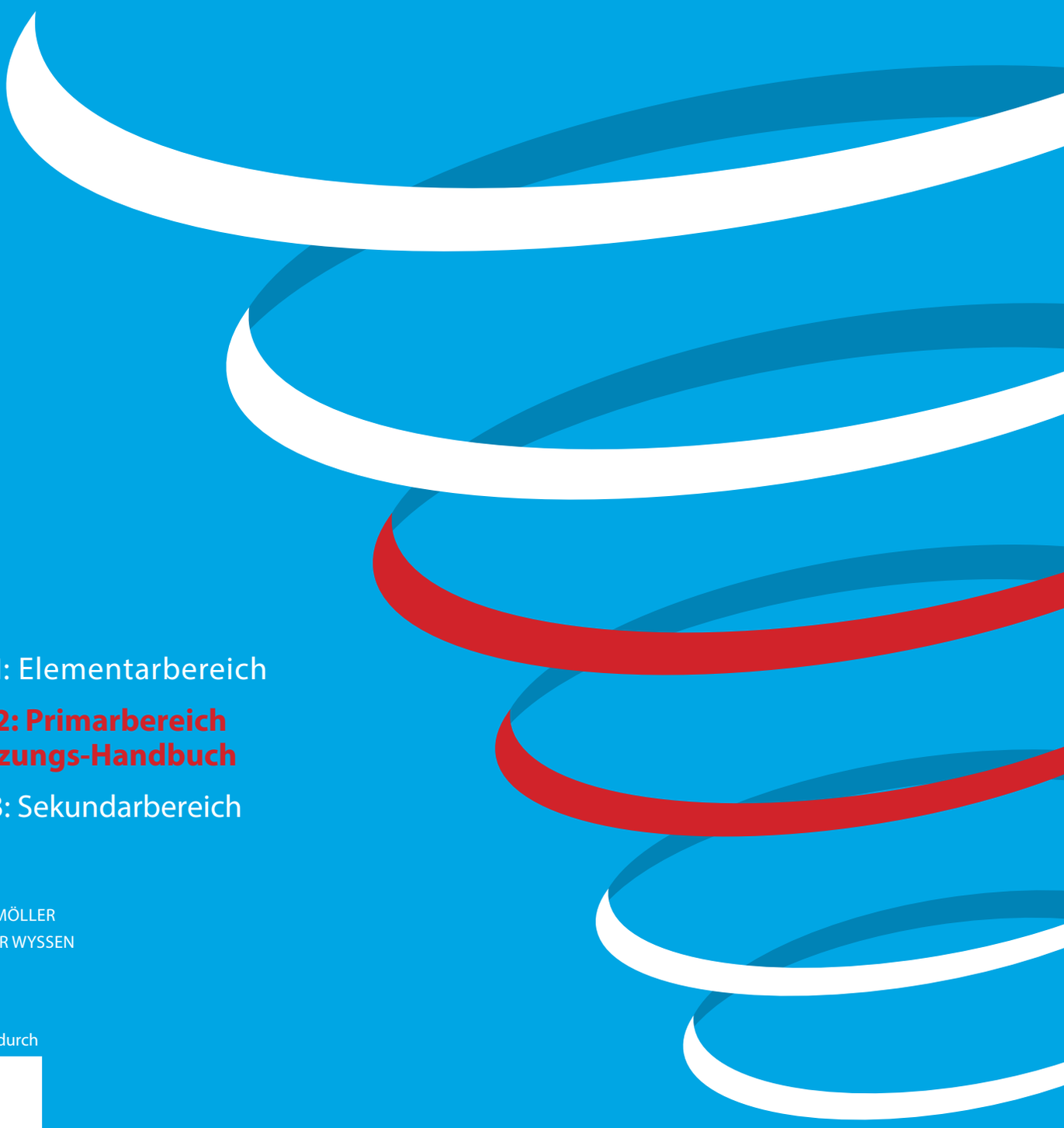
Spiralcurriculum

# Schwimmen und Sinken

Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen



Band 1: Elementarbereich

**Band 2: Primarbereich**
**Ergänzungs-Handbuch**

Band 3: Sekundarbereich

KORNELIA MÖLLER
HANS-PETER WYSSEN

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


**1 Einleitung: Das Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken 6**

**2 Lernen in den Naturwissenschaften 11**
2.1 Ziele naturwissenschaftlicher Bildung 12
2.2 Lernen als Veränderung von Vorstellungen 12
2.3 Die Bedeutung der Strukturierung von Lerngelegenheiten 13

**3 Das Thema Schwimmen und Sinken in einem bildungsstufenübergreifenden Curriculum 15**
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: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen 26

**4 Das Thema Schwimmen und Sinken im Primarbereich 33**
4.1 Zur Eignung dieses Themas für den Primarbereich 34
4.2 Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zum Thema Schwimmen und Sinken 34

**5 Überblick zum Unterricht im Primarbereich mit zugeordneten Kompetenzen 37**
5.1 Kompetenzen zum Unterricht im 1. und 2. Schuljahr 38
„Was schwimmt – was sinkt?“ 38
„Was passiert mit dem Wasser, wenn ich etwas eintauche?“ 40
„Was macht das Wasser mit den Gegenständen?“ 41
5.2 Kompetenzen zum Unterricht im 3. und 4. Schuljahr 43
„Wie kommt es, dass ein riesiges, schweres Schiff aus Metall im Wasser nicht untergeht?“ 43
„Was passiert mit dem Wasser, wenn ich etwas eintauche?“ 43
„Warum schwimmt ein Schiff?“ 45
„Warum sinkt Eisen, warum schwimmt Wachs?“ 47

**6 Anhang 51**
6.1 Literatur 52
6.2 Glossar 54

Deutsche Telekom Stiftung

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

Wir danken Mareike Bohrmann und Anna Klein für die inhaltliche und organisatorische Mitwirkung an diesem Ergänzungs-Handbuch.

Das Handbuch zum Unterricht Schwimmen und Sinken von Spectra sowie die zum Unterricht gehörigen Materialkisten sind über die Westermann Lernspielverlage GmbH erhältlich (www.spectra-verlag.de oder service@spectra-verlag.de).

Das vorliegende Ergänzungs-Handbuch ist bei der Caritas-Werkstatt Lünen erhältlich (www.caritas-coesfeld.de/schwimmen-sinken oder über schwimmen-sinken@caritas-coesfeld.de). Eine digitale Version ist frei erhältlich unter: www.telekom-stiftung.de/minteinander

Caritasverband für den Kreis Coesfeld e.V.

**IMPRESSUM**

Kornelia Möller und Hans-Peter Wyssen
Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen.
Band 2: Primarbereich Ergänzungs-Handbuch
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 4: privat (re.), WWU Münster (li.)
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 MINTeinander 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 Fachkräfte 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 Leitungswas-

ser 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:
500-1-03222
Digitale Version frei erhältlich unter:
www.telekom-stiftung.de/minteinander

**Materialkiste zum Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen. Elementarbereich.**
Bestellnummer:
500-1-02564

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
www.caritas-coesfeld.de/schwimmen-sinken
schwimmen-sinken@caritas-coesfeld.de

**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 05 31 - 708 8571
Fax 05 31 - 708 799
www.spectra-verlag.de
service@spectra-verlag.de

**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:
500-1-03223
Digitale Version frei erhältlich unter:
www.telekom-stiftung.de/minteinander

**Materialkisten zum Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen. Sekundarbereich.**
Bestellnummer:
500-1-03218

KORNELIA MÖLLER, HANS-PETER WYSSEN

**Ergänzungs-Handbuch zum Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen. Primarbereich.**
Als Hardcopy erhältlich mit der Bestellnummer:
500-1-00014
Digitale Version frei erhältlich unter:
www.telekom-stiftung.de/minteinander

**Bezug durch:**

Caritasverband für den Kreis Coesfeld e. V.
Caritas-Werkstatt Lünen
In den Telgen 7
44536 Lünen
Fon 0 23 06 - 9801 - 0
Fax 0 23 06 - 9801 - 29 99
www.caritas-coesfeld.de/schwimmen-sinken
schwimmen-sinken@caritas-coesfeld.de

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 0 23 06 - 9801 - 0
Fax 0 23 06 - 9801 - 29 99
www.caritas-coesfeld.de/schwimmen-sinken
schwimmen-sinken@caritas-coesfeld.de

# 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-Kon-

struktionen) 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 zurückgenommen 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.

# 3

# 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 Fruchtjoghurt befinden sich die Früchte unten, sie sind gesunken. Früchte in einem kohlesäurehaltigen Getränk schwimmen teils obenauf, 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 bedeutsames 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 Armbanduhren 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 |
|---|---|---|
| **Inhaltsbezogenes Wissen** | **Inhaltsbezogene Kompetenzen**<br>Naturwissenschaftliches Wissen anwenden | Kap. 3.2.1 |
| **Prozessbezogenes Wissen**<br>Wissen über naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen | **Prozessbezogene Kompetenzen**<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[1] 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 Sekundarbereichs 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[2] 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

[1] 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.

[2] 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 Elementarbereich | Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich | Zusätzliche Kompetenzen Klasse 6–8 |
|---|---|---|---|
| | Die Kinder … | Die Schülerinnen und Schüler … | Die Schülerinnen und Schüler … |
| | **Die Dichte, eine Eigenschaft von Materialien**<br>Alle Körper bestehen aus einem oder mehreren **Materialien**. 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 materialspezifischen Größe: der **Dichte**.<br>Die Dichte wird als das Verhältnis von der Masse (m) zum Volumen (V) eines Materials bezeichnet und mit dem griechischen Buchstaben rho (ρ) abgekürzt. Dementsprechend lautet die Formel zur Berechnung der Dichte: $\rho = m/V$.<br>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/m³) bzw. Schaumpolystyrol (je nach Herstellungsart 200–900 kg/m³).<br>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.<br>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.<br>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). | | |
| **IK 1** | • benennen Material(ober)begriffe wie Kunststoff (Plastik), Holz, Metall, Styropor oder Knete für unterschiedliche Gegenstände (Vollkörper).<br>• ordnen die Gegenstände (Vollkörper) den passenden Materialien zu.<br>• geben zu den Materialien passende, wahrnehmbare Eigenschaften an, z. B. Metall fühlt sich kalt an, Holz ist hart.<br>• beschreiben, dass manche Gegenstände (Vollkörper) im Wasser schwimmen und manche sinken.<br>• nennen Situationen aus ihrer Lebenswelt, in denen sie das Phänomen des Schwimmens und Sinkens beobachtet haben bzw. beobachten können.<br>• beschreiben, dass es nicht auf die Form eines Vollkörpers ankommt, ob er schwimmt oder sinkt. | • nennen Gegenbeispiele für die Vermutung, dass „große“ bzw. „schwere“ Vollkörper untergehen und „kleine“ bzw. „leichte“ Vollkörper schwimmen.<br>• beschreiben, dass es bei Vollkörpern nicht auf Größe oder Gewicht eines Körpers ankommt, wenn es darum geht, ob dieser in Wasser schwimmt oder nicht.<br>• geben das Material, woraus die Vollkörper gemacht sind, als die entscheidende Größe für das Schwimmen und Sinken von Vollkörpern an.<br>• benennen Materialien, die in Wasser sinken, und solche, die in Wasser schwimmen.<br>• geben an, dass sich verschiedene Holz- und Kunststoffarten hinsichtlich ihres Schwimmverhaltens unterscheiden (Differenzierung). | • nennen Faktoren, die dazu beitragen, ob ein Vollkörper sinkt, schwebt oder schwimmt.<br>• geben Beispiele für Dichteanpassung in der Natur an (Schwimmblase von Fischen).<br>• wenden das neu gewonnene Wissen auf eine technische Umsetzung an (Planung eines Tauchroboters). |

| Nr. | Kompetenzen Elementarbereich | Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich | Zusätzliche Kompetenzen Klasse 6–8 |
|---|---|---|---|
| | Die Kinder … | Die Schülerinnen und Schüler … | Die Schülerinnen und Schüler … |
| | • beschreiben, dass das Schwimmverhalten eines Vollkörpers nicht von der Größe oder dem Gewicht abhängt.<br>• beschreiben, dass das Schwimmverhalten eines Vollkörpers vom Material abhängt. | • beschreiben, dass sich Würfel aus unterschiedlichen Materialien, aber gleicher Größe (Einheitswürfel) in ihrem Gewicht unterscheiden.<br>• veranschaulichen die unterschiedliche Dichte von Materialien durch selbst gewählte Repräsentationen, indem sie Volumen und Gewicht (die Masse) als relevante Größen identifizieren und darstellen.<br>• vergleichen das Gewicht von Einheitswürfeln mit dem Gewicht einer gleich großen Menge Wasser (Wasserwürfel).<br>• geben an, dass Materialien, die leichter sind als die gleiche Menge Wasser, schwimmen, und Materialien, die schwerer sind als die gleiche Menge Wasser, untergehen.<br>• machen Vorhersagen zum Schwimmverhalten von Vollkörpern, die aus unterschiedlichen Materialien bestehen. | |
| | **Verdrängung**<br>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.<br>Untersuchungen zeigen, dass Kinder häufig annehmen, schwere Körper verdrängten 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.<br>Ein angemessenes Verständnis der Verdrängung ist notwendig, um den Zusammenhang zwischen Verdrängung und Auftriebskraft zu verstehen. | | |
| **IK 2** | | • geben an, dass Körper Wasser verdrängen, wenn sie eingetaucht werden.<br>• vergleichen Körper gleicher Größe, aber unterschiedlichen Gewichts miteinander und geben an, dass die Menge des verdrängten Wassers nicht vom Gewicht eines Körpers abhängt.<br>• vergleichen Körper unterschiedlicher Größe, aber gleichen Gewichts miteinander und geben an, dass die Menge des verdrängten Wassers unterschiedlich ist.<br>• beschreiben, dass die Menge des verdrängten Wassers davon abhängig ist, wie viel Platz ein Körper im Wasser einnimmt. | • beschreiben, wie man das Volumen eines Körpers durch Eintauchen messen kann (Überlaufversuch).<br>• erklären die Bestimmungsmethode der (mittleren) Dichte von inhomogenen Körpern.<br>• 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). |

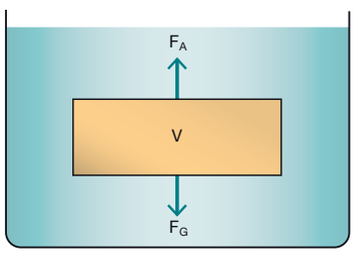
| Nr. | Kompetenzen Elementarbereich | Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich | Zusätzliche Kompetenzen Klasse 6–8 |
|---|---|---|---|
| | Die Kinder … | Die Schülerinnen und Schüler … | Die Schülerinnen und Schüler … |
| | | • vergleichen die Menge des verdrängten Wassers bei einem Metallwürfel und bei einem gleich schweren (als Hohlform geformten) Metallschiff und geben an, dass das Schiff mehr Wasser verdrängt als der Würfel. | |
| | **Druck**<br>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.<br>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.<br>Betrachtet man das Druckverhalten in Flüssigkeiten, kommen für Schülerinnen und Schüler noch weitere problematische Alltagsvorstellungen hinzu:<br>1. „Von allen Richtungen gleich“ bedeutet auch „von oben genauso wie von unten“.<br>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.<br>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, $\frac{F}{A}$, und wird in Pascal gemessen [1 Pa = 1 $\frac{N}{m^2}$]. In der Technik und der Medizin sind weitere gebräuchliche Einheiten Bar [1 bar = 1 · $10^{-5}$ Pa] und Torr [1 mmHg = 7,5 · $10^{-3}$ Pa].<br>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 (F = p · A). Zusammenfassend ergibt sich: Je größer das Volumen und je geringer die Gewichtskraft eines eingetauchten Körpers ist (=> geringe Dichte), desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass dieser aufsteigt (s. auch IK 4, Auftriebskraft). | | |
| **IK 3** | | • beschreiben, dass das Wasser von allen Seiten auf eingetauchte Körper drückt. | • beschreiben, wie der Begriff Druck definiert ist, und unterscheiden diesen vom Begriff Kraft.<br>• geben an, dass man den Druck in Pascal [Pa] misst.<br>• geben an: Je größer die Oberfläche eines Körpers ist, auf die der Druck wirkt, desto größer ist die Kraft, die auf diesen Körper wirkt.<br>• bestimmen den Schweredruck mit einem einfachen Messgerät. |

| Nr. | Kompetenzen Elementarbereich | Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich | Zusätzliche Kompetenzen Klasse 6–8 |
|---|---|---|---|
| | Die Kinder … | Die Schülerinnen und Schüler … | Die Schülerinnen und Schüler … |
| | | | • geben an, dass der Schweredruck am gleichen Punkt eines eingetauchten Körpers von allen Seiten gleich groß ist (auch von oben und unten).<br>• nennen die Abhängigkeit des Schweredrucks von der Eintauchtiefe und der Flüssigkeitsdichte.<br>• übertragen die Auswirkungen des Schweredrucks auf technische oder biologische Systeme. |
| | **Auftriebskraft**<br>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.<br>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.<br>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.<br>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.<br>Die Auftriebskraft hängt dabei von folgenden Größen ab:<br>• von der Dichte der Flüssigkeit, in die der Körper eingetaucht wird ($\rho_{Fl} = m/V$)<br>• von der Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit ($F = m \cdot g$)<br>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: $\mathbf{F_A = \rho_{Fl} \cdot g \cdot V}$.<br>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. | | |
| **IK 4** | | • geben an, dass eingetauchte Körper nach oben gedrückt werden bzw. im Wasser scheinbar leichter werden.<br>• formulieren, dass die nach oben gerichtete Auftriebskraft umso größer ist, je mehr Wasser vom eingetauchten Körper verdrängt wird.<br>• 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. | • geben an, dass die Auftriebskraft sich über den Druckunterschied ergibt, der auf die obere bzw. untere Fläche des eingetauchten Körpers wirkt. |

| Nr. | Kompetenzen Elementarbereich | Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich | Zusätzliche Kompetenzen Klasse 6–8 |
|---|---|---|---|
| | Die Kinder … | Die Schülerinnen und Schüler … | Die Schülerinnen und Schüler … |

**Verhältnis zwischen Gewichtskraft und Auftriebskraft**

Bei jedem in einer Flüssigkeit eingetauchten Körper greifen zwei Kräfte an: Die Gewichtskraft, die den Körper nach unten „zieht“ ($F_G$), und die Auftriebskraft ($F_A$), die den Körper nach oben „drückt“.

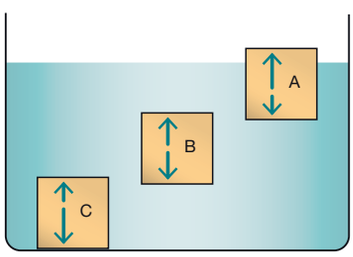



Aus der Differenz der angreifenden Kräfte lässt sich vorhersagen, wie sich eingetauchte Körper in einer Flüssigkeit verhalten: Ist die Auftriebskraft größer als die Gewichtskraft des Körpers, so steigt der Körper nach oben. Ist die Gewichtskraft *gleich* der Auftriebskraft des Körpers, so schwebt der Körper in der Flüssigkeit (wie z. B. einige Plastikarten, die exakt die Dichte der Flüssigkeit haben). Ist die Auftriebskraft *kleiner* als die Gewichtskraft, so sinkt der Körper nach unten.

In der Physik werden entsprechend die folgenden Zustände unterschieden:

- **Steigen:** Ist die Auftriebskraft, die auf den Körper wirkt, größer als die Gewichtskraft, d. h., gilt $F_A > F_G$, so steigt der Körper auf zur Oberfläche.
- **Sinken:** Ist die Auftriebskraft kleiner als die Gewichtskraft, d. h., gilt $F_A < F_G$, so sinkt der Körper ab.
- **Schweben:** Sind Auftriebskraft und Gewichtskraft gleich groß, d. h., gilt $F_A = F_G$, schwebt der Körper in der Flüssigkeit. Er ist dabei komplett eingetaucht.

In der folgenden Abbildung sind diese drei Zustände durch die Größe der Pfeile verdeutlicht (A = steigen, B = schweben, C = sinken).




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: $F_A = F_G$

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.

| Nr. | Kompetenzen Elementarbereich | Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich | Zusätzliche Kompetenzen Klasse 6–8 |
|---|---|---|---|
| | Die Kinder … | Die Schülerinnen und Schüler … | Die Schülerinnen und Schüler … |
| **IK 5** | | • geben an, wie ein Schiff (Knetboot) geformt sein sollte, damit es möglichst viel tragen kann.<br>• beschreiben, dass manche der eingetauchten Körper im Wasser sinken, andere aufsteigen.<br>• beschreiben, dass bei allen eingetauchten Körpern das Wasser die Körper nach oben drückt und die Schwerkraft die Körper nach unten „zieht“.<br>• 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.<br>• 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.<br>• schließen aufgrund des Steigens bzw. Sinkens verschiedener eingetauchter Körper auf das Verhältnis der wirkenden Kräfte.<br>• beschreiben, dass ein Schiff schwimmt, wenn das verdrängte Wasser genauso schwer ist wie das Schiff. | • geben an, dass die Auftriebskraft größer sein muss als die Gewichtskraft des eingetauchten Körpers, damit ein Körper aufsteigt.<br>• geben an, dass die Auftriebskraft kleiner sein muss als die Gewichtskraft des eingetauchten Körpers, damit ein Körper sinkt.<br>• geben an, dass bei gleicher Größe von Gewichtskraft und Auftriebskraft der eingetauchte Körper in der Flüssigkeit schwebt.<br>• leiten her, dass ein schwimmfähiger Körper so tief in eine Flüssigkeit eintaucht, bis die Auftriebskraft und die Gewichtskraft gleich groß sind.<br>• vergleichen den Erklärungsansatz Dichte mit dem Erklärungsansatz Kräfteverhältnisse.<br>• beschreiben den Zusammenhang der beiden Erklärungsansätze. |

### 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:[3]

- 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-

[3] 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[4]

| Nr. | Kompetenzen Elementarbereich | Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich | Zusätzliche Kompetenzen Klasse 6–8 |
|---|---|---|---|
| | Die Kinder … | Die Schülerinnen und Schüler … | Die Schülerinnen und Schüler … |
| | **Fragen stellen**<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. | | |
| **PK 1** | • formulieren Fragen zu einem naturwissenschaftlichen Thema, die einem naturwissenschaftlichen und/oder allgemeineren Kontext entspringen. | • formulieren spezifische Fragen zu einem naturwissenschaftlichen Thema, die in einem naturwissenschaftlichen Kontext relevant sind.<br>• leiten Fragen explizit aus Beobachtungen, Erfahrungen oder Vorwissen ab. | • formulieren Fragen, die sich mit naturwissenschaftlichen Verfahren untersuchen lassen.<br>• benennen Merkmale von Fragen, die sich mit naturwissenschaftlichen Verfahren untersuchen lassen, und unterscheiden diese von Fragen, die sich nicht naturwissenschaftlich prüfen lassen. |
| | **Vermutungen/Hypothesen bilden**<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. | | |
| **PK 2** | äußern Ideen und einfache Vermutungen über ein zu erwartendes Ereignis. | • formulieren Vermutungen zu Fragen oder Beobachtungen.<br>• unterscheiden zwischen Vermutung und einfachem Raten. | • geben selbstständig angemessene Begründungen für Vermutungen und Hypothesen an. |
| | **Begründen und Argumentieren**<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. | | |
| **PK 3** | • verwenden erste Ansätze von Begründungen, basierend auf Vorwissen, Erfahrungen oder Beobachtungen. | • begründen Vermutungen durch Vorwissen, Erfahrungen oder Beobachtungen.<br>• geben Belege für die Rechtfertigung von Aussagen an und unterscheiden zwischen belegten und nicht belegten Aussagen. | • verwenden geeignete Belege zur Begründung einer Aussage.<br>• erkennen zur Begründung einer Aussage ungeeignete Belege. |

[4] 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 … |
| | | • begründen Schlussfolgerungen.<br>• prüfen Begründungen und setzen ggf. Gegenargumente ein. | • widerlegen unzureichende Argumentationen durch Gegenargumente. |
| | **Eine Untersuchung planen**<br>Die sorgfältige Planung einer Untersuchung kann wesentlich dazu beitragen, deren Aussagekraft zu erhöhen.<br>Die Planung einer Untersuchung ist dabei eng mit der Fragestellung verknüpft. Nicht selten muss während der Planung der Untersuchung die Fragestellung präzisiert werden.<br>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.<br>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. | | |
| **PK 4** | • machen erste Vorschläge für einfache Untersuchungen. | • entwerfen einfache Versuche zur Beantwortung von Fragen und überlegen Arbeitsschritte zu deren Realisierung.<br>• beurteilen, ob ein Versuch zur Prüfung einer Vermutung bzw. Beantwortung einer Frage geeignet ist.<br>• entwerfen mithilfe der Lehrkraft kontrollierte Experimente zu einfachen Fragen.<br>• benennen und unterscheiden bei Untersuchungen vorkommende Forschungstätigkeiten.<br>• geben als eine Möglichkeit des Vorgehens bei Untersuchungen das Arbeiten in einem Forscherkreislauf an. | • erkennen Fehler im Zusammenhang mit der Variablenkontrolle.<br>• begründen die Notwendigkeit der Variablenkontrolle.<br>• entwerfen selbstständig kontrollierte Experimente zu einfachen Fragen. |
| | **Einen Versuch/ein Experiment aufbauen/durchführen**<br>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.<br>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) | | |
| **PK 5** | • führen einfache Versuche nach Anleitung durch. | • bauen einfache Versuche oder Experimente nach Plan auf.<br>• führen einfache Versuche oder Experimente durch. | • wählen Versuchsmaterial und Geräte sachgerecht aus.<br>• bauen einen geplanten Versuch bzw. ein geplantes Experiment sachgerecht auf.<br>• führen einen Versuch/ein Experiment sachgerecht durch. |

| Nr. | Kompetenzen Elementarbereich | Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich | Zusätzliche Kompetenzen Klasse 6–8 |
|---|---|---|---|
| | Die Kinder … | Die Schülerinnen und Schüler … | Die Schülerinnen und Schüler … |
| | **Beobachten**<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** | • beobachten einzelne Merkmale zielgerichtet über einen kürzeren Zeitraum und beschreiben diese.<br>• nennen den Beobachtungsfokus bei gezielten Beobachtungen. | • beobachten zielgerichtet, auch über einen längeren Zeitraum.<br>• trennen zu beobachtende Ereignisse von Nebenereignissen. | • unterscheiden bei Beobachtungen zwischen wahrnehmbaren Ereignissen und Deutungen.<br>• geben die Randbedingungen für die gemachte Beobachtung an.<br>• begründen die Notwendigkeit einer Dokumentation der Randbedingungen bei einer Beobachtung. |
| | **Messen**<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** | • vergleichen Größen qualitativ (größer/kleiner, leichter/schwerer). | • nutzen Messgeräte sachgerecht (Messgeräte richtig anlegen, richtig ablesen ...).<br>• beschreiben die Bedeutung des Abgelesenen.<br>• interpretieren die angegebenen Einheiten. | • messen sorgfältig.<br>• schätzen sorgfältiges Messen als ein wichtiges Verfahren zur Reduzierung von Messunsicherheiten ein. |
| | **Dokumentieren/Protokollieren/Daten aufbereiten**<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** | • fertigen Zeichnungen ihrer Beobachtungen an.<br>• ordnen Beobachtungen bildhaft in Tabellen. | • dokumentieren eine Untersuchung mittels Sprache und Zeichnung mit Unterstützung der Lehrkraft bzw. auf Arbeitsblättern mit vorgegebener Struktur.<br>• strukturieren die Darstellung einer Untersuchung und ihres Ergebnisses selbstständig.<br>• entwickeln und nutzen Symbole zur Dokumentation.<br>• geben Kriterien für eine gute Dokumentation an. | • notieren im Rahmen der Dokumentation alle relevanten Parameter und deren Manipulation in nachvollziehbarer Weise.<br>• wählen zielgerichtet angemessene Darstellungsformen aus. |

| Nr. | Kompetenzen Elementarbereich | Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich | Zusätzliche Kompetenzen Klasse 6–8 |
|---|---|---|---|
| | Die Kinder … | Die Schülerinnen und Schüler … | Die Schülerinnen und Schüler … |
| | **Vergleichen/Ordnen/Systematisieren**<br>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.<br>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.<br>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. | | |
| **PK 9** | • benennen selbstständig mögliche Ordnungskriterien für Alltagsgegenstände.<br>• vergleichen Gegenstände (Vollkörper) anhand eines vorgegebenen oder selbst entwickelten Kriteriums. | • benennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Beobachtungen, Ereignissen und Objekten.<br>• nehmen Ordnungen nach unterschiedlichen Kriterien vor. | • nehmen selbstständig Ordnungen vor und benennen die jeweiligen Ordnungskriterien.<br>• vergleichen unterschiedliche Ordnungen hinsichtlich ihrer Angemessenheit. |
| | **Interpretieren/Schlussfolgern/Generalisieren**<br>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.<br>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. | | |
| **PK 10** | • formulieren erste Generalisierungen im Sinne von einfachen Wenn-dann-Beziehungen aufgrund von Beobachtungen. | • unterscheiden zwischen Daten und Interpretation an gegebenen Beispielen.<br>• ziehen Schlussfolgerungen im Sinne der Bestätigung oder Falsifikation einer Vermutung bzw. der Beantwortung einer Frage.<br>• unterscheiden zwischen Ereignissen, die eine Annahme bestätigen bzw. widerlegen, und solchen, die irrelevant sind.<br>• leiten aus einer Regel bzw. einem Gesetz Vorhersagen ab.<br>• formulieren Generalisierungen im Sinne von Wenn-dann- oder Je-desto-Beziehungen aufgrund von Beobachtungen. | • trennen systematisch zwischen Beobachtung und Interpretation.<br>• unterscheiden zwischen vergleichsweise sicheren und vorläufigen Generalisierungen (die auf der Basis weniger Fallzahlen entstanden sind). |

| Nr. | Kompetenzen Elementarbereich | Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich | Zusätzliche Kompetenzen Klasse 6–8 |
|---|---|---|---|
| | Die Kinder … | Die Schülerinnen und Schüler … | Die Schülerinnen und Schüler … |
| | **Modellieren**<br>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.<br>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.<br>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. | | |
| **PK 11** | | • beschreiben bzw. entwerfen einfache Modelle und beschreiben ihre Vereinfachungen. | • treffen Vorhersagen auf der Grundlage von Modellen.<br>• erklären Beobachtungen durch Modelle.<br>• benennen Grenzen von Modellen. |
| | **Arbeitsprozesse und -ergebnisse bewerten**<br>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). | | |
| **PK 12** | | • erkennen grobe Fehler in naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen.<br>• bewerten die Qualität ihrer Arbeiten und der ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler. | • vergleichen alternative Vorgehensweisen.<br>• reflektieren das eigene Vorgehen und benennen Ansatzpunkte für Verbesserungen. |

# 4
# Das Thema Schwimmen und Sinken im Primarbereich

# 4 Das Thema Schwimmen und Sinken im Primarbereich

## 4.1 Zur Eignung dieses Themas für den Primarbereich

Das Thema Schwimmen und Sinken trifft im Grundschulalter auf großes Interesse. Kinder versuchen, selbstgebaute Boote zum Schwimmen zu bringen, wundern sich darüber, dass sogar schwer beladene Schiffe schwimmen können, und machen die Erfahrung, dass ihr eigener Körper im Wasser schwimmen und sinken kann.

Dass bereits Grundschulkinder ein altersgemäßes Verständnis zum Schwimmen und Sinken entwickeln können, zeigten wir in einem größeren Forschungsprojekt, das wir 2002 in sechs dritten Grundschulklassen durchführten (Stern et al. 2002). Der Unterricht erwies sich als nachhaltig: Noch nach einem Jahr konnten die Kinder die erworbenen Erkenntnisse auf neue Phänomene übertragen und beispielsweise erklären, wie U-Boote und die Schwimmblasen bei Fischen funktionieren (Hardy et al. 2006). Der Unterricht machte sowohl Mädchen als auch Jungen Spaß und vermittelte ihnen das Selbstvertrauen, auch schwierige Aufgaben lösen zu können (Blumberg et al. 2008).

Die im Forschungsprojekt gemachten Erfahrungen flossen in die Entwicklung der Spectra-Klassenkiste Schwimmen und Sinken ein.[1] Der entsprechende Unterricht wurde in vielen Grundschulen – auch über die Grenzen Deutschlands hinaus – erfolgreich durchgeführt.

Im Projekt MINTeinander gingen wir einen Schritt weiter. Wir untersuchten, wie der vorgeschlagene Unterricht aus der Klassenkiste Schwimmen und Sinken im Elementarbereich vorbereitet und im Sekundarbereich weitergeführt werden kann. Zudem erforschten wir, wie anzustrebende inhalts- und prozessbezogene Kompetenzen bei diesem Thema kontinuierlich vom Elementar- bis zum Sekundarbereich weiterentwickelt werden können. Aus diesen Untersuchungen ist das Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken hervorgegangen. In diesem werden, über das Spectra-Angebot hinausgehend, die Kompetenzen aufgelistet, an denen in den beschriebenen Unterrichtssequenzen gearbeitet wird (vgl. dazu Kap. 3 und 5).

Der Unterricht selbst orientiert sich an den im Spectra-Ordner beschriebenen Unterrichtssequenzen – eine Übersicht zum Unterricht findet sich im Spectra-Ordner auf den Seiten 31 bis 33. Er besteht aus insgesamt sechs Unterrichtseinheiten, die im Verlauf des 1. bis 4. Schuljahres durchgeführt werden können (Hinweise für Variationsmöglichkeiten sind im Spectra-Ordner zu finden).

Die Zeitangaben für die Unterrichtssequenzen sind Erfahrungswerte, die jedoch an die Voraussetzungen der jeweiligen Lerngruppe anzupassen sind. Sie beziehen sich zudem nur auf die beschriebenen Lernsequenzen; die Materialien sollten immer schon aufgebaut sein. Für Aufbau-, Umbau- oder Aufräumarbeiten mit den Kindern muss entsprechend mehr Zeit eingeplant werden.

Die vorgeschlagenen Unterrichtsbeschreibungen sind als Anregung und nicht als fertige Unterrichtsplanungen zu verstehen. Sie müssen auf die Voraussetzungen der Lerngruppe, insbesondere auch auf die bereits vorhandenen Vorerfahrungen der Kinder, abgestimmt werden.

Im Kapitel 3 des Spectra-Ordners finden Lehrkräfte die für den Unterricht notwendigen fachlichen Informationen – immer bezogen auf den Unterricht, auf entsprechende Versuche und auf das Lernen der Kinder.

## 4.2 Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zum Thema Schwimmen und Sinken

In unserem Forschungsprojekt haben wir untersucht, welche Vorstellungen zum Themenbereich Schwimmen und Sinken bei Grundschulkindern vor Eintritt in den Unterricht häufig vorhanden sind. Solche Vorstellungen werden auch als Präkonzepte bezeichnet (Möller 2010). Präkonzepte können Lernschwierigkeiten verursachen und das Erlernen angemessener Konzepte erschweren; sie können aber auch als Ansatzpunkte für die Weiterentwicklung von Vorstellungen genutzt werden. Lehrkräfte sollten sich über eventuell vorhandene Präkonzepte informieren, um Unterricht entsprechend planen und im Unterricht selbst zielgerichtet Hilfen zur Weiterentwicklung nicht angemessener Vorstellungen anbieten zu können (Möller 2010).

Im Spectra-Ordner (Kapitel 3) werden verbreitete Präkonzepte zum Thema Schwimmen und Sinken ausführlich dargestellt. Es wird auch aufgezeigt, wie der Unterricht auf entsprechende Präkonzepte reagieren kann, um den Kindern zu helfen, ihre Vor-

[1] Diese wird mittlerweile von der Westermann Lernspielverlage GmbH vertrieben.

stellungen zu verändern. Der Ordner enthält in Kapitel 5 auch Aufgaben für die Diagnose der Präkonzepte und der am Ende des Unterrichts (hoffentlich) veränderten Postkonzepte.

Einige weit verbreitete Vorstellungen seien hier zusammengefasst:

Fragt man Kinder, wie es kommt, dass ein eisernes, großes Schiff nicht untergeht, sind folgende Antworten zu erwarten:

- weil ein Kapitän das Schiff lenkt
- weil das Schiff einen Motor hat
- weil das Schiff vorne spitz ist
- weil Luft im Schiff ist
- weil das Schiff hohl ist

Während sich die Vorstellungen, dass es am Kapitän, am Motor oder an der spitzen Form liegt, relativ einfach erschüttern lassen[2] ist die Vorstellung „Es liegt an der Luft“ schwerer zu verändern. Zwar schwimmt ein Gegenstand mit viel Luft in seinem Inneren unter Umständen gut, weil er durch die Luft eine geringe mittlere spezifische Dichte hat. Allerdings gibt es auch Dinge, die nicht schwimmen, obschon Luft in ihnen enthalten ist. Dies trifft beispielsweise auf eine dickwandige Porzellandose mit Deckel zu. Weil es den Kindern helfen kann, eine solche Dose beim Sinken zu beobachten und so diese Luftvorstellung zu korrigieren, ist sie als Experimentiermaterial in der Klassenkiste Schwimmen und Sinken enthalten.

Kinder denken zudem oft, Gegenstände schwimmen *nur* dann, wenn Luft enthalten ist (Dinge, die keine Luft enthalten, schwimmen nicht). Solche Vorstellungen werden z. B. durch Erfahrungen mit Schwimmflügeln und Luftmatratzen gefestigt. Dass auch Dinge ohne Luft – wie ein großer, schwerer Wachsklotz – schwimmen können, ist für viele nicht glaubhaft. Um die Kinder vom Gegenteil zu überzeugen, ist ein solcher Wachsklotz in der Klassenkiste zu finden.

Die Vorstellung, dass Gegenstände, die Luft enthalten und hohl sind, schwimmen, gehört zu den ausbaufähigen Vorstellungen. Hohlkörper haben wegen ihres größeren Luftanteils im Inneren eine geringere mittlere spezifische Dichte. Formt man z. B. eine in Wasser sinkende Knetkugel zu einem hohlen Boot, so kann dieses schwimmen. Allerdings gilt auch hier: Nicht jeder hohle Gegenstand schwimmt; der Hohlraum muss groß genug sein, damit die mittlere Dichte des Gegenstands geringer ist als die einer gleich großen Menge Wasser. Durch geeignetes Experimentiermaterial können die Kinder dies erfahren.

Dass Vorstellungen auch sozial vermittelt sein können, wurde bei unseren Untersuchungen bestätigt: Bei der Aufgabe, ein Stück Knete zum Schwimmen zu bringen, formte eine Schülerin eine Kugel, in deren Inneren Luft eingeschlossen war – während die anderen Kinder bootähnliche Körper herstellten. Auf die Frage, warum sie eine Kugel forme, antwortete sie: „Meine Mutter hat gesagt, es liegt an der Luft. Und jetzt hab ich Luft in die Knete gemacht. Und meine Mutter lügt nicht!“

Wie hartnäckig manche Präkonzepte sein können, erfuhren wir durch einen anderen Schüler. Am Ende des Unterrichts reflektierte er seinen eigenen Lernweg: „Ich hab die ganze Zeit gedacht, es liegt am Lack, dass ein Schiff nicht untergeht. Wir haben nämlich früher Papierschiffe mit Wachs bemalt, und dann sind die geschwommen, obwohl es Papier war. Jetzt weiß ich aber: Es liegt am Wasser, das drückt das Schiff hoch.“

Manche Vorstellungen der Kinder sind für uns recht überraschend, z. B. dass ein Brett aus Holz mit Löchern untergeht, weil „das Wasser durch die Löcher dringt und dann das Brett nach unten drückt“. Im Klassenkistenmaterial befinden sich Knöpfe aus Metall und Holz mit Löchern und gelöcherte Brettchen aus Styropor und Holz. So können die Kinder beim Eintauchen dieser Gegenstände in Wasser erkennen, dass es bei einem Vollkörper nicht auf die Löcher ankommt, sondern auf das Material, aus dem der Vollkörper besteht.

Weit verbreitet ist die Vorstellung, dass leichte und/oder kleine Dinge schwimmen, große und/oder schwere aber untergehen. Selbst wenn Kinder mit verschiedenen Dingen experimentieren und feststellen konnten, dass ein kleines Stückchen Eisen untergeht, ein großer Holzklotz aber schwimmt (was sie durchaus in Erstaunen versetzt), lässt sie die Frage, was mit einem großen Baumstamm passiert, wenn wir ihn ins Wasser werfen, wieder zweifeln: Ein so riesiger schwerer Baumstamm muss doch untergehen! Hier kann man den Kindern Abbildungen von schwimmenden Baumstämmen zeigen, damit sie ihre Vorstellungen verändern.

Bei vielen Kindern ist die Vorstellung, dass Wasser alle Dinge nach unten zieht, stark verankert. Das eigene Erleben des Untergehens und auch die Warnungen, dass man im Wasser untergeht, tragen sicherlich zu dieser Vorstellung bei. Dass das Wasser Dinge nach oben drückt – z. B. einen im Schwimmbad eingetauchten Bottich – und Dinge im Wasser leichter werden, erfahren sie bewusst, wenn sie einen Tauchstein an einer Angel aus dem Wasser ziehen oder sich gegenseitig im Wasser und an Land hochheben. Erst nach solchen Erfahrungen im Schwimmbad und über Versuche im Klassenzimmer

[2] Auch Schiffe ohne Motor und ohne Kapitän am Steuer gehen nicht unter; auch Lastkähne, die vorne nicht spitz sind, schwimmen usw.

kann der folgende Zusammenhang erarbeitet werden: Das Wasser drückt alle eingetauchten Dinge nach oben – das Gewicht (der Dinge selbst) zieht die Dinge nach unten. Ist das Ziehen des Gewichts größer als das Drücken des Wassers, sinkt der Gegenstand; ist das Drücken des Wassers größer als das Ziehen des Gewichts, steigt der Gegenstand nach oben.

Im vorgeschlagenen Unterricht haben wir die gängigen Präkonzepte und Lernschwierigkeiten der Kinder berücksichtigt. Der Unterricht ist darauf ausgelegt, durch eigenes Tun sowie bewusste Erfahrungen und Beobachtungen nicht angemessene Vorstellungen zu erschüttern und adäquatere Vorstellungen aufzubauen. Mögliche Präkonzepte sind vor der jeweiligen Unterrichtssequenz im Spectra-Ordner noch einmal aufgelistet. Sie werden durch Vorschläge, wie man im Unterricht auf solche Vorstellungen reagieren kann, ergänzt.

# 5
# Überblick zum Unterricht im Primarbereich mit zugeordneten Kompetenzen

# 5 Überblick zum Unterricht im Primarbereich mit zugeordneten Kompetenzen

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über den im Spectra-Handbuch vorgeschlagenen Unterricht für die Klassenstufen 1/2 und 3/4 und verweist auf die entsprechenden Seitenzahlen im Spectra-Handbuch. Die den einzelnen Sequenzen zugeordneten Kompetenzen des Spiralcurriculums sowie das zugehörige Wissen sind jeweils angegeben.

Die Schwimmbadstunde kann sowohl in der Klassenstufe 1/2 als auch in der Klassenstufe 3/4 durchgeführt werden; der Unterricht aus der Klassenstufe 1/2 kann auch in das Spiralcurriculum für die Klassenstufe 3/4 eingegliedert werden; entsprechende Vorschläge dazu finden sich im Spectra-Handbuch.

## 5.1 Kompetenzen zum Unterricht im 1. und 2. Schuljahr

### 1. Unterrichtseinheit

**„Was schwimmt – was sinkt?“**

Schwimmen und Sinken von Vollkörpern (kann auch im 3. oder 4. Schuljahr durchgeführt werden)

| | | |
|---|---|---|
| ➔ Sequenz (s. S. 38 ff.)<br>Zeitrahmen: ca. 45 min | **„Was schwimmt – was sinkt?“**<br>*Erste Vermutungen*<br>➔ Die Kinder äußern, notieren und diskutieren ihre Vermutungen, welche Gegenstände (Vollkörper) ein Pirat für den Bau eines Floßes benutzen kann, also welche Gegenstände schwimmen. Anschließend überprüfen sie in Gruppen die Vermutungen durch Ausprobieren. Überraschende Beobachtungen werden am Ende ausgetauscht und diskutiert. | |
| | **Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)** | **Zugehöriges Wissen** |
| | Die Schülerinnen und Schüler … | |
| | • nennen Gegenbeispiele für die Vermutung, dass „große“ bzw. „schwere“ Gegenstände untergehen und „kleine“ bzw. „leichte“ Gegenstände schwimmen (IK 1). | Es gibt große, schwere Gegenstände, die im Wasser schwimmen, und es gibt kleine, leichte Gegenstände, die sinken. |
| | • beschreiben, dass es bei Gegenständen nicht auf Größe oder Gewicht eines Gegenstands ankommt, wenn es darum geht, ob dieser in Wasser schwimmt oder nicht (IK 1). | Ob ein Gegenstand im Wasser schwimmt, schwebt oder sinkt, hängt nicht von seiner Größe oder seinem Gewicht ab. |
| | **Prozessbezogene Kompetenzen (PK)** | **Zugehöriges Wissen** |
| | Die Schülerinnen und Schüler … | |
| | • formulieren Vermutungen zu Fragen oder Beobachtungen (PK 2). | Zu Fragen und Beobachtungen lassen sich Vermutungen formulieren. |
| | • führen einfache Versuche oder Experimente durch (PK 5). | Mithilfe von Versuchen und Experimenten werden Vermutungen überprüft. |
| | • ziehen Schlussfolgerungen im Sinne der Bestätigung oder Falsifikation einer Vermutung bzw. der Beantwortung einer Frage (PK 10). | Aufgrund der gewonnenen Daten lassen sich Vermutungen bestätigen oder widerlegen. |
| | • nehmen Ordnungen nach unterschiedlichen Kriterien vor (PK 9). | Das Ordnen von Gegenständen hilft, Eigenschaften zuzuordnen und Zusammenhänge zu erkennen. |

<table>
<tr><td>➔ Sequenz<br>(s. S. 42 ff.)<br><br>Zeitrahmen:<br>ca. 45 min</td><td colspan="2">„Warum schwimmt das eine Messer und das andere Messer schwimmt nicht?“<br>Erarbeitung des Materialkonzepts<br>➔ Die Ergebnisse der ersten Sequenz werden als Impuls aufgegriffen, um zu überlegen, welche Gegenstände eigentlich schwimmen, also welche Eigenschaft der Gegenstände wichtig ist, damit ein Gegenstand nicht sinkt. Das Materialkonzept wird formuliert und in arbeitsteiliger Gruppenarbeit geprüft. Das Ergebnis wird gemeinsam formuliert.</td></tr>
<tr><td></td><td>Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)</td><td>Zugehöriges Wissen</td></tr>
<tr><td></td><td>Die Schülerinnen und Schüler …<br><br>• geben das Material, woraus die Gegenstände gemacht sind, als die entscheidende Größe für das Schwimmen und Sinken von Gegenständen an (IK 1).<br><br>• benennen Materialien, die in Wasser sinken, und solche, die in Wasser schwimmen (IK 1).</td><td><br><br>Ob ein Gegenstand im Wasser schwimmt, schwebt oder sinkt, hängt nicht von seiner Größe oder seinem Gewicht, sondern vom Material ab, aus dem er besteht.<br><br>Es gibt Materialien, die schwimmen, und Materialien, die sinken.</td></tr>
<tr><td></td><td>Prozessbezogene Kompetenzen (PK)</td><td>Zugehöriges Wissen</td></tr>
<tr><td></td><td>Die Schülerinnen und Schüler …<br><br>• formulieren Vermutungen zu Fragen oder Beobachtungen (PK 2).<br><br>• führen einfache Versuche oder Experimente durch und beobachten zielgerichtet, auch über einen längeren Zeitraum (PK 5, PK 6).<br><br>• nehmen Ordnungen nach unterschiedlichen Kriterien vor (PK 9).<br><br>• ziehen Schlussfolgerungen im Sinne der Bestätigung oder Falsifikation einer Vermutung bzw. der Beantwortung einer Frage (PK 10).</td><td><br><br>Zu Fragen und Beobachtungen lassen sich Vermutungen formulieren.<br><br>Mithilfe von Versuchen und Experimenten werden Vermutungen überprüft; dabei ist genaues Beobachten wichtig.<br><br>Das Ordnen von Gegenständen hilft, Eigenschaften zuzuordnen und Zusammenhänge zu erkennen.<br><br>Aufgrund der gewonnenen Daten lassen sich Vermutungen bestätigen oder widerlegen.</td></tr>
<tr><td>➔ Sequenz<br>(s. S. 46 ff.)<br><br>Zeitrahmen:<br>ca. 30 min</td><td colspan="2">„Was schwimmt – was sinkt?“<br>Wiederholung und Festigung<br>➔ Die wichtigsten Aussagen aus dem vorangegangenen Unterricht werden noch einmal wiederholt und mit Belegen begründet. Sie können auch schriftlich fixiert werden. Einige Aussagen werden aufgrund von Beobachtungen im Demonstrationsversuch differenziert: Alles aus Holz schwimmt, außer Tropenholz. Alles aus Stein geht unter, außer Bimsstein.<br><br>Die Kinder bekommen den Auftrag, Materialien zu sammeln und mitzubringen, aus denen sie ein Floß bauen können.</td></tr>
<tr><td></td><td>Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)</td><td>Zugehöriges Wissen</td></tr>
<tr><td></td><td>Die Schülerinnen und Schüler …<br><br>• geben an, dass sich verschiedene Holz- und Kunststoffarten hinsichtlich ihres Schwimmverhaltens unterscheiden (Differenzierung) (IK 1).</td><td><br><br>Es gibt Materialien, die schwimmen, und Materialien, die sinken. Es gibt aber Ausnahmen. Tropenholz sinkt, Bimsstein schwimmt.</td></tr>
<tr><td></td><td>Prozessbezogene Kompetenzen (PK)</td><td>Zugehöriges Wissen</td></tr>
<tr><td></td><td>Die Schülerinnen und Schüler …<br><br>• führen einfache Versuche oder Experimente durch (Differenzierung) (PK 5).<br><br>• geben Belege für die Rechtfertigung von Aussagen an und unterscheiden zwischen belegten und nicht belegten Aussagen (PK 3).<br><br>• ziehen Schlussfolgerungen im Sinne der Bestätigung oder Falsifikation einer Vermutung bzw. der Beantwortung einer Frage (PK 10).</td><td><br><br>Mithilfe von Versuchen und Experimenten können Aussagen auf ihre Richtigkeit hin überprüft werden.<br><br>Sollen Aussagen belegt werden, muss ein begründeter Zusammenhang zwischen der beobachteten Tatsache und der behaupteten Aussage hergestellt werden.<br><br>Aufgrund der gewonnenen Daten lassen sich Vermutungen bestätigen oder widerlegen.</td></tr>
</table>

| | | |
|---|---|---|
| ➔ Sequenz (s. S. 49 ff.)<br>Zeitrahmen: mind. 90 min | **Wir bauen ein Floß aus verschiedenen Materialien**<br>*Anwendung des erworbenen Wissens*<br>➔ Die Kinder bauen aus den mitgebrachten Materialien Flöße. Sie begründen, warum sich die Materialien dafür eignen. Anschließend wird die Tauglichkeit der Flöße diskutiert und erprobt. | |
| | **Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)** | **Zugehöriges Wissen** |
| | Die Schülerinnen und Schüler …<br>• benennen Materialien, die in Wasser sinken, und solche, die in Wasser schwimmen (IK 1). | Für den Bau eines Floßes sollten Materialien verwendet werden, die schwimmen. |
| | **Prozessbezogene Kompetenzen (PK)** | **Zugehöriges Wissen** |
| | Die Schülerinnen und Schüler …<br>• leiten aus einer Regel bzw. einem Gesetz Vorhersagen ab (PK 10).<br>• bewerten die Qualität ihrer Arbeiten und der ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler (PK 12). | Das Anwenden von Regeln ermöglicht eine begründete Vorhersage.<br>Forscherinnen und Forscher bemühen sich darum, die Qualität der eigenen Arbeit und der Arbeiten von anderen möglichst objektiv einzuschätzen. |

## 2. Unterrichtseinheit

**„Was passiert mit dem Wasser, wenn ich etwas eintauche?“**

Verdrängung von Wasser (kann auch im 3. oder 4. Schuljahr durchgeführt werden)

| | | |
|---|---|---|
| ➔ Sequenz (s. S. 52 ff.)<br>Zeitrahmen: ca. 30 min | **„Was passiert mit dem Wasser, wenn ich etwas eintauche?“**<br>*Verdrängung von Wasser*<br>➔ Die Sequenz beginnt mit einem stummen Impuls. Alltagserfahrungen zur Verdrängung werden aufgegriffen bzw. thematisiert (z. B. Badewanne). Die Kinder formulieren Vermutungen zur Erklärung des Phänomens (Woran liegt es, dass das Wasser steigt? Woran liegt es, dass es bei manchen eingetauchten Gegenständen höher steigt als bei anderen?). Viele Kinder vermuten, dass es daran liegt, wie schwer ein Gegenstand ist (schwere Gegenstände verdrängen mehr Wasser). Ein erstes mögliches Experiment wird vorgestellt; die Kinder vermuten, was passieren wird. | |
| | **Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)** | **Zugehöriges Wissen** |
| | Die Schülerinnen und Schüler …<br>• geben an, dass Gegenstände Wasser verdrängen, wenn sie eingetaucht werden (IK 2). | Wenn ein Gegenstand in eine Flüssigkeit eingetaucht wird, verdrängt er diese und der Flüssigkeitsspiegel steigt entsprechend an. |
| | **Prozessbezogene Kompetenzen (PK)** | **Zugehöriges Wissen** |
| | Die Schülerinnen und Schüler …<br>• formulieren Vermutungen zu Fragen oder Beobachtungen (PK 2).<br>• begründen Vermutungen durch Vorwissen, Erfahrungen oder Beobachtungen (PK 3). | Zu Fragen und Beobachtungen lassen sich Vermutungen formulieren.<br>Vermutungen können mit vorangehenden Erfahrungen und Wissen begründet werden. |
| ➔ Sequenz (s. S. 55 ff.)<br>Zeitrahmen: ca. 60 min | **„Warum steigt das Wasser bei verschiedenen Gegenständen unterschiedlich hoch?“**<br>*Versuche zur Verdrängung*<br>➔ Die Sequenz beginnt mit der Wiederholung des in der letzten Stunde durchgeführten Versuchs mit den gleich großen, aber unterschiedlich schweren Würfeln. Für die weiteren Vermutungen aus der letzten Sequenz werden Experimente gemeinsam entwickelt bzw. vorgestellt und durchgeführt. Das Ergebnis wird mit den Kindern formuliert. | |

| | Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK) | Zugehöriges Wissen |
|---|---|---|
| | Die Schülerinnen und Schüler … | |
| | • vergleichen Gegenstände gleicher Größe, aber unterschiedlichen Gewichts miteinander und geben an, dass die Menge des verdrängten Wassers nicht vom Gewicht eines Gegenstands abhängt (IK 2). | Gegenstände gleicher Größe verdrängen alle gleich viel Wasser, egal wie schwer sie sind. |
| | • vergleichen Gegenstände unterschiedlicher Größe, aber gleichen Gewichts miteinander und geben an, dass die Menge des verdrängten Wassers unterschiedlich ist (IK 2). | Ein großer Gegenstand verdrängt mehr Wasser als ein kleiner, auch wenn beide gleich schwer sind. |
| | • beschreiben, dass die Menge des verdrängten Wassers davon abhängig ist, wie viel Platz ein Gegenstand im Wasser einnimmt (IK 2). | Die Menge der verdrängten Flüssigkeit entspricht exakt dem Volumen des eingetauchten Teils des Gegenstands. |
| | **Prozessbezogene Kompetenzen (PK)** | **Zugehöriges Wissen** |
| | Die Schülerinnen und Schüler … | |
| | • entwerfen einfache Versuche zur Beantwortung von Fragen und überlegen Arbeitsschritte zu deren Realisierung (PK 4). | Versuche müssen so geplant werden, dass eine Beantwortung der Anfangsfrage möglich ist. |
| | • führen einfache Versuche oder Experimente durch und beobachten zielgerichtet, auch über einen längeren Zeitraum (PK 5, PK 6). | Mithilfe von Versuchen und Experimenten werden Vermutungen überprüft; dabei ist genaues Beobachten wichtig. |
| | • trennen zu beobachtende Ereignisse von Nebenereignissen (PK 6). | Es gibt Beobachtungen, die für die Beantwortung der Frage relevant und solche, die irrelevant sind. |
| | • ziehen Schlussfolgerungen im Sinne der Bestätigung oder Falsifikation einer Vermutung bzw. der Beantwortung einer Frage (PK 10). | Aufgrund der gewonnenen Daten lassen sich Vermutungen bestätigen oder widerlegen. |
| | • formulieren eine Generalisierung im Sinne von Wenn-dann- oder Je-desto-Beziehungen aufgrund von Beobachtungen (PK 10). | Um eine Regel formulieren zu können, müssen viele gleiche Beobachtungen vorliegen. |

## Schwimmbadstunde

**„Was macht das Wasser mit den Gegenständen?“**

Auftriebserfahrungen im Schwimmbad (kann im 1. bis 4. Schuljahr durchgeführt werden)

| | | |
|---|---|---|
| ➔ Sequenz (s. S. 123 ff.)<br>Zeitrahmen: ca. 60 min | **„Was macht das Wasser mit den Gegenständen?“**<br>*Auftriebserfahrungen im Schwimmbad*<br>➔ Im Schwimmbad sind verschiedene Stationen aufgebaut, an denen die Kinder Gegenstände unterschiedlicher Größe ins Wasser eintauchen oder sehr schwere Gegenstände im Wasser und außerhalb des Wassers heben sollen. (Diese Sequenz sollte möglichst vor oder nach der 3. Unterrichtseinheit im 3. oder 4. Schuljahr durchgeführt werden, kann aber auch schon in Klasse 1 oder 2 stattfinden.) Die Beobachtungen im Schwimmbad richten sich auf die Fragen: Was macht das Wasser mit den Gegenständen oder mit euch? Was passiert mit den Gegenständen, wenn sie ins Wasser eingetaucht werden? | |
| | **Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)** | **Zugehöriges Wissen** |
| | Die Schülerinnen und Schüler … | |
| | • geben an, dass eingetauchte Gegenstände nach oben gedrückt werden bzw. im Wasser scheinbar leichter werden (IK 4). | Werden Gegenstände ins Wasser eingetaucht, werden sie vom verdrängten Wasser nach oben gedrückt. |

| | | |
|---|---|---|
| | • formulieren, dass die nach oben gerichtete Auftriebskraft umso größer ist, je mehr Wasser vom eingetauchten Gegenstand verdrängt wird (IK 4). | Je mehr Wasser der Gegenstand verdrängt, desto mehr wird er vom Wasser wieder nach oben gedrückt. |
| | • beschreiben den Zusammenhang: Je mehr Platz der eingetauchte Gegenstand im Wasser einnimmt, umso mehr Wasser wird verdrängt und umso stärker drückt das Wasser den Gegenstand nach oben (IK 4). | Je größer ein Gegenstand ist, desto mehr Wasser verdrängt er und umso stärker drückt das verdrängte Wasser den Gegenstand nach oben. |
| | **Prozessbezogene Kompetenzen (PK)** | **Zugehöriges Wissen** |
| | Die Schülerinnen und Schüler … | |
| | • führen einfache Versuche oder Experimente durch (PK 5). | Mithilfe von Versuchen und Experimenten können offene Fragen beantwortet bzw. Erkenntnisse überprüft werden. |
| | • benennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Beobachtungen, Ereignissen und Objekten (PK 9). | Die Ergebnisse verschiedener Versuche sind miteinander zu vergleichen. |
| | • ziehen Schlussfolgerungen im Sinne der Bestätigung oder Falsifikation einer Vermutung bzw. der Beantwortung einer Frage (PK 10). | Aufgrund der gewonnenen Daten lassen sich Vermutungen bestätigen oder widerlegen. |

## 5.2 Kompetenzen zum Unterricht im 3. und 4. Schuljahr

### 1. Unterrichtseinheit

**„Wie kommt es, dass ein riesiges, schweres Schiff aus Metall im Wasser nicht untergeht?“**
Vorwissen aktivieren

| | | |
|---|---|---|
| ➔ Sequenz (s. S. 67 ff.)<br>Zeitrahmen: ca. 65 min | **„Wie kommt es, dass ein riesiges, schweres Schiff aus Metall im Wasser nicht untergeht?“**<br>*Erste Vermutungen*<br>➔ Die Schülerinnen und Schüler sollen sich eigene Vorerfahrungen und Vorwissen bewusst machen, indem sie erste Vermutungen zum Schwimmen von Schiffen formulieren und evtl. auch schon Versuche entwickeln, mit denen sie die Vermutungen überprüfen können. Anhand widerlegter Erklärungen soll sich die Formulierung neuer Vermutungen entzünden. | |
| | **Prozessbezogene Kompetenzen (PK)** | **Zugehöriges Wissen** |
| | Die Schülerinnen und Schüler … | |
| | • formulieren Vermutungen zu Fragen oder Beobachtungen (PK 2). | Zu Fragen und Beobachtungen lassen sich Vermutungen formulieren. |
| | • begründen Vermutungen durch Vorwissen, Erfahrungen oder Beobachtungen (PK 3). | Vermutungen können mit vorangehenden Erfahrungen und Wissen begründet werden. |
| | • ziehen Schlussfolgerungen im Sinne der Bestätigung oder Falsifikation einer Vermutung bzw. der Beantwortung einer Frage (PK 10). | Aufgrund der gewonnenen Daten lassen sich Vermutungen bestätigen oder widerlegen. |
| | • entwerfen einfache Versuche zur Beantwortung von Fragen und überlegen Arbeitsschritte zu deren Realisierung (PK 4). | Versuche müssen so geplant werden, dass eine Beantwortung der Anfangsfrage möglich ist. |
| | • führen einfache Versuche oder Experimente durch (PK 5). | Mithilfe von Versuchen und Experimenten werden Vermutungen überprüft. |
| | • ziehen Schlussfolgerungen im Sinne der Bestätigung oder Falsifikation einer Vermutung bzw. der Beantwortung einer Frage (PK 10). | Aufgrund der gewonnenen Daten lassen sich Vermutungen bestätigen oder widerlegen. |

### 2. Unterrichtseinheit

**„Was passiert mit dem Wasser, wenn ich etwas eintauche?“**
Verdrängung von Wasser

| | | |
|---|---|---|
| ➔ Sequenz (s. S. 71 ff.)<br>Zeitrahmen: ca. 90 min | **„Was passiert mit dem Wasser, wenn man ein Schiff ins Wasser setzt?“**<br>*Verdrängung von Wasser*<br>➔ Im Mittelpunkt dieser Sequenz steht die Frage, was mit dem Wasser passiert, wenn man einen Gegenstand eintaucht, und wodurch das Steigen des Wassers bedingt ist. Die Vermutungen der Kinder „das Wasser steigt umso höher, je schwerer ein Gegenstand ist“ bzw. „je größer ein Gegenstand ist“ oder „je größer und schwerer ein Gegenstand ist“, werden formuliert und überprüft. Dazu stehen Experimente an Stationen zur Verfügung. Mithilfe dieser Experimente können folgende Erkenntnisse gewonnen werden: „Je größer ein Gegenstand ist, desto mehr Wasser kann er verdrängen.“ „Die Gegenstände brauchen Platz im Wasser und deshalb drängen sie das Wasser weg.“ „Ein Gegenstand kann genauso viel Wasser verdrängen, wie er selbst groß ist.“<br>Falls das Thema bereits in Klasse 1 oder 2 bearbeitet wurde, kann daran angeknüpft werden. | |
| | **Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)** | **Zugehöriges Wissen** |
| | Die Schülerinnen und Schüler … | |
| | • vergleichen Gegenstände gleicher Größe, aber unterschiedlichen Gewichts miteinander und geben an, dass die Menge des verdrängten Wassers nicht vom Gewicht eines Gegenstands abhängt (IK 2). | Gleich große Gegenstände verdrängen gleich viel Wasser. Ihr Gewicht spielt keine Rolle. |

| | | |
|---|---|---|
| | • vergleichen Gegenstände unterschiedlicher Größe, aber gleichen Gewichts miteinander und geben an, dass die Menge des verdrängten Wassers unterschiedlich ist (IK 2). | Ein großer Gegenstand verdrängt mehr Wasser als ein kleiner, auch wenn beide gleich schwer sind. |
| | • beschreiben, dass die Menge des verdrängten Wassers davon abhängig ist, wie viel Platz ein Gegenstand im Wasser einnimmt (IK 2). | Wie viel Wasser ein Gegenstand verdrängt, hängt davon ab, wie viel Platz er im Wasser einnimmt. |
| | • 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 (IK 2). | Metall kann schwimmen, wenn es bei gleichem Gewicht möglichst viel Wasser verdrängt. |
| | **Prozessbezogene Kompetenzen (PK)** | **Zugehöriges Wissen** |
| | Die Schülerinnen und Schüler … | |
| | • formulieren Vermutungen zu Fragen oder Beobachtungen (PK 2). | Zu Fragen und Beobachtungen lassen sich Vermutungen formulieren. |
| | • entwerfen mithilfe der Lehrkraft kontrollierte Experimente zu einfachen Fragen (PK 4). | Bei der Planung und Durchführung eines Experiments muss darauf geachtet werden, dass relevante Randbedingungen konstant bleiben. |
| | • bauen einfache Versuche oder Experimente nach Plan auf (PK 5). | Die Durchführung eines Versuchs oder eines Experiments erfordert, dass ein Plan möglichst präzise und sorgfältig ausgeführt wird. |
| | • führen einfache Versuche oder Experimente durch und beobachten zielgerichtet, auch über einen längeren Zeitraum (PK 5, PK 6). | Mithilfe von Versuchen und Experimenten werden Vermutungen überprüft; dabei ist genaues Beobachten wichtig. |
| | • dokumentieren eine Untersuchung mittels Sprache und Zeichnung mit Unterstützung der Lehrkraft bzw. auf Arbeitsblättern mit vorgegebener Struktur (PK 8). | Das Dokumentieren ist wichtig, um Beobachtungen festhalten, mitteilen und vergleichen zu können. |
| | • benennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Beobachtungen, Ereignissen und Objekten (PK 9). | Die Ergebnisse verschiedener Versuche sind miteinander zu vergleichen. |
| | • formulieren Generalisierungen im Sinne von Wenn-dann- oder Je-desto-Beziehungen aufgrund von Beobachtungen (PK 10). | Um eine Regel formulieren zu können, müssen viele gleiche Beobachtungen vorliegen. |

## 3. Unterrichtseinheit

**„Warum schwimmt ein Schiff?“**

Auftrieb

<table>
<tr><td>➔ Sequenz<br>(s. S. 84 ff.)<br><br>Zeitrahmen:<br>ca. 60 min</td><td colspan="2">„Was macht das Wasser mit dem Schiff, wenn man es eintaucht?“<br>Erarbeitung des Auftriebkonzepts<br>➔ Die Kinder arbeiten an Stationen, die das Phänomen des Auftriebs deutlich machen. Viele der Schwimmbadstationen finden sich hier mit entsprechend „kleineren“ Materialien wieder. Im Klassenraum schreiben die Kinder ihre Beobachtungen auf. Sie entdecken den Zusammenhang zwischen den Phänomenen des Auftriebs und der Verdrängung, weil in den Wasserbecken nicht nur das „Drücken des Wassers“ gespürt, sondern gleichzeitig das Ansteigen der Wasseroberfläche beobachtet werden kann. Mithilfe dieser Erfahrungen können die Erkenntnisse vertieft werden: Der Gegenstand verdrängt das Wasser und das Wasser übt einen Gegendruck aus.</td></tr>
<tr><td></td><td>Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)</td><td>Zugehöriges Wissen</td></tr>
<tr><td></td><td>Die Schülerinnen und Schüler …</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>• beschreiben, dass das Wasser von allen Seiten auf eingetauchte Gegenstände drückt (IK 3).</td><td>Wird ein Gegenstand ins Wasser eingetaucht, drückt das Wasser von allen Seiten auf ihn ein.</td></tr>
<tr><td></td><td>• geben an, dass eingetauchte Gegenstände nach oben gedrückt werden bzw. im Wasser scheinbar leichter werden (IK 4).</td><td>Werden Gegenstände ins Wasser eingetaucht, werden sie vom verdrängten Wasser nach oben gedrückt.</td></tr>
<tr><td></td><td>• formulieren, dass die nach oben gerichtete Auftriebskraft umso größer ist, je mehr Wasser vom eingetauchten Gegenstand verdrängt wird (IK 4).</td><td>Je mehr Wasser der Gegenstand verdrängt, desto mehr wird er vom Wasser wieder nach oben gedrückt.</td></tr>
<tr><td></td><td>• beschreiben den Zusammenhang: Je mehr Platz der eingetauchte Gegenstand im Wasser einnimmt, umso mehr Wasser wird verdrängt, umso stärker drückt das Wasser den Gegenstand nach oben (IK 4).</td><td>Je größer ein Gegenstand ist, desto mehr Wasser verdrängt er und umso stärker drückt das verdrängte Wasser den Gegenstand nach oben.</td></tr>
<tr><td></td><td>Prozessbezogene Kompetenzen (PK)</td><td>Zugehöriges Wissen</td></tr>
<tr><td></td><td>Die Schülerinnen und Schüler …</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>• bauen einfache Versuche oder Experimente nach Plan auf (PK 5).</td><td>Die Durchführung eines Versuchs oder eines Experiments erfordert, dass ein Plan möglichst präzise und sorgfältig ausgeführt wird.</td></tr>
<tr><td></td><td>• führen einfache Versuche oder Experimente durch und beobachten zielgerichtet, auch über einen längeren Zeitraum (PK 5, PK 6).</td><td>Mithilfe von Versuchen und Experimenten werden Vermutungen überprüft; dabei ist genaues Beobachten wichtig.</td></tr>
<tr><td></td><td>• dokumentieren eine Untersuchung mittels Sprache und Zeichnung mit Unterstützung der Lehrkraft bzw. auf Arbeitsblättern mit vorgegebener Struktur (PK 8).</td><td>Das Dokumentieren ist wichtig, um Beobachtungen festhalten, mitteilen und vergleichen zu können.</td></tr>
<tr><td></td><td>• benennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Beobachtungen, Ereignissen und Objekten (PK 9).</td><td>Die Ergebnisse verschiedener Versuche sind miteinander zu vergleichen.</td></tr>
<tr><td></td><td>• formulieren Generalisierungen im Sinne von Wenn-dann- oder Je-desto-Beziehungen aufgrund von Beobachtungen (PK 10).</td><td>Um eine Regel formulieren zu können, müssen viele gleiche Beobachtungen vorliegen.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>➔ Sequenz<br>(s. S. 95 ff.)<br><br>Zeitrahmen:<br>ca. 45 min</td><td colspan="2">Bau von Knetbooten<br>Zusammenführung der Konzepte „Wasser drückt“ und „Wasser wird verdrängt“<br>➔ Die Kinder kneten Schiffe. Dabei gewinnen sie die Erkenntnis, dass das Wasser umso stärker drückt, je mehr Wasser vom Boot verdrängt wird. Der Zusammenhang zwischen Verdrängung, Auftrieb und der Zuladefähigkeit von Schiffen wird hergestellt.</td></tr>
<tr><td></td><td>Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)</td><td>Zugehöriges Wissen</td></tr>
<tr><td></td><td>Die Schülerinnen und Schüler …<br><br>• beschreiben den Zusammenhang: Je mehr Platz der eingetauchte Gegenstand im Wasser einnimmt, umso mehr Wasser wird verdrängt, umso stärker drückt das Wasser den Gegenstand nach oben (IK 4).<br><br>• geben an, wie ein Schiff (Knetboot) geformt sein sollte, damit es möglichst viel tragen kann (IK 5).</td><td><br><br>Je größer ein Gegenstand ist, desto mehr Wasser verdrängt er und umso stärker drückt das verdrängte Wasser den Gegenstand nach oben.<br><br>Je mehr Wasser von der Schiffsform verdrängt wird, desto stärker darf es beladen werden.</td></tr>
<tr><td></td><td>Prozessbezogene Kompetenzen (PK)</td><td>Zugehöriges Wissen</td></tr>
<tr><td></td><td>Die Schülerinnen und Schüler …<br><br>• benennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Beobachtungen, Ereignissen und Objekten (PK 9).<br><br>• formulieren Generalisierungen im Sinne von Wenn-dann- oder Je-desto-Beziehungen aufgrund von Beobachtungen (PK 10).</td><td><br><br>Die Ergebnisse verschiedener Versuche sind miteinander zu vergleichen.<br><br>Um eine Regel formulieren zu können, müssen viele gleiche Beobachtungen vorliegen.</td></tr>
<tr><td>➔ Sequenz<br>(s. S. 98 ff.)<br><br>Zeitrahmen:<br>ca. 60 min</td><td colspan="2">„Gegenspiel“<br>Zusammenhang zwischen „Gewicht zieht“ und „Wasser drückt“<br>➔ Zunächst werden an den eindrucksvollsten Versuchen noch einmal die bisherigen Erkenntnisse wiederholt. Das folgende „Gegenspiel“ verbindet alle bisher genannten Vorstellungen (Auftrieb, Verdrängung) zu einer umfassenden Erklärung, warum ein schweres Schiff aus Metall schwimmt.</td></tr>
<tr><td></td><td>Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)</td><td>Zugehöriges Wissen</td></tr>
<tr><td></td><td>Die Schülerinnen und Schüler …<br><br>• beschreiben den Zusammenhang: Je mehr Platz der eingetauchte Gegenstand (das Schiff) im Wasser einnimmt, umso mehr Wasser wird verdrängt, umso stärker drückt das Wasser den Gegenstand (das Schiff) nach oben (IK 4).<br><br>• beschreiben, dass bei allen eingetauchten Gegenständen das Wasser die Gegenstände nach oben drückt und die Schwerkraft die Gegenstände nach unten „zieht“ (IK 5).<br><br>• beschreiben, dass manche der eingetauchten Gegenstände im Wasser sinken, andere aufsteigen (IK 5).<br><br>• 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 (IK 5).<br><br>• 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 (IK 5).</td><td><br><br>Je größer ein Gegenstand ist, desto mehr Wasser verdrängt er und umso stärker drückt das verdrängte Wasser den Gegenstand nach oben.<br><br>Gegenstände werden von der Schwerkraft nach unten gezogen. Das Wasser drückt eingetauchte Gegenstände nach oben.<br><br>Es gibt Gegenstände, die wieder auftauchen, wenn sie ins Wasser gedrückt werden. Andere sinken.<br><br>Der eingetauchte Topf braucht im Wasser viel Platz. Er verdrängt viel Wasser. Das Wasser drängt den Topf nach oben. Die Auftriebskraft ist stärker als die Gewichtskraft, deshalb schwimmt der Topf.<br><br>Die nach unten „ziehende“ Gewichtskraft des Steins ist größer als die Kraft des nach oben drückenden Wassers. Deshalb sinkt der Stein.</td></tr>
</table>

| | | |
|---|---|---|
| | • schließen aufgrund des Steigens bzw. Sinkens verschiedener eingetauchter Gegenstände auf das Verhältnis der wirkenden Kräfte (IK 5). | Je größer ein Gegenstand ist, desto mehr Wasser verdrängt er und umso stärker drückt das verdrängte Wasser den Gegenstand nach oben.<br>- Wenn das Gewicht des Gegenstands größer ist als das Drücken des Wassers, sinkt der Gegenstand. Die Gewichtskraft „gewinnt".<br>- Wenn das Gewicht des Gegenstands kleiner ist als das Nach-oben-Drücken des Wassers, steigt der Gegenstand nach oben. Das Wasser „gewinnt".<br>- Wenn das Gewicht des Gegenstands genauso groß ist wie das Drücken des Wassers, schwebt der Gegenstand im Wasser. Dann sind beide Kräfte (vom Betrag her) gleich groß. |
| | **Prozessbezogene Kompetenzen (PK)** | **Zugehöriges Wissen** |
| | Die Schülerinnen und Schüler … | |
| | • begründen Schlussfolgerungen (PK 3). | Schlussfolgerungen können mit vorangehenden Erfahrungen und Wissen begründet werden. |
| | • beschreiben bzw. entwerfen einfache Modelle und beschreiben ihre Vereinfachungen (PK 11). | Mithilfe von Modellen können Phänomene erklärt und vorhergesagt werden. |

## 4. Unterrichtseinheit

**„Warum sinkt Eisen, warum schwimmt Wachs?"**
Dichte

| | | |
|---|---|---|
| ➔ Sequenz (s. S. 103 ff.)<br>Zeitrahmen: ca. 45–90 min | **„Was schwimmt – was sinkt?"**<br>*Wiederholung und Vertiefung des Materialkonzepts*<br>➔ Diese Stunde greift das Materialkonzept auf, das bereits in Klasse 1/2 bearbeitet wurde: Alle bzw. fast alle Gegenstände (Vollkörper) aus Holz, Styropor ... schwimmen, solche aus Metall, Stein … gehen unter. Falls dieses noch nicht erarbeitet wurde, sollen die Kinder zunächst verschiedene Gegenstände auf ihr Schwimmverhalten hin untersuchen, anschließend Vermutungen in Form von All-Aussagen formulieren und diese dann überprüfen (vgl. Klasse 1/2). | |
| | **Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)** | **Zugehöriges Wissen** |
| | Die Schülerinnen und Schüler … | |
| | • geben das Material, woraus die Gegenstände gemacht sind, als die entscheidende Größe für das Schwimmen und Sinken von Gegenständen an (IK 1). | Ob ein Gegenstand im Wasser schwimmt, schwebt oder sinkt, hängt nicht von seiner Form, seiner Größe oder seinem Gewicht ab, sondern vom Material, aus dem er besteht. |
| | • benennen Materialien, die in Wasser sinken, und solche, die in Wasser schwimmen (IK 1). | Es gibt Materialien, die schwimmen, und Materialien, die sinken. |
| | • geben an, dass sich verschiedene Holz- und Kunststoffarten hinsichtlich ihres Schwimmverhaltens unterscheiden (Differenzierung) (IK 1). | Tropenholz sinkt, Bimsstein schwimmt. |

| | Prozessbezogene Kompetenzen (PK) | Zugehöriges Wissen |
|---|---|---|
| | Die Schülerinnen und Schüler … | |
| | • formulieren Vermutungen zu Fragen oder Beobachtungen (PK 2). | Zu Fragen und Beobachtungen lassen sich Vermutungen formulieren. |
| | • begründen Vermutungen durch Vorwissen, Erfahrungen oder Beobachtungen (PK 3). | Vermutungen können mit vorangehenden Erfahrungen und Wissen begründet werden. |
| | • führen einfache Versuche oder Experimente durch (PK 5). | Mithilfe von Versuchen und Experimenten werden Vermutungen überprüft. |
| | • trennen zu beobachtende Ereignisse von Nebenereignissen (PK 6). | Es gibt Beobachtungen, die für die Beantwortung der Frage relevant und solche, die irrelevant sind. |
| | • nehmen Ordnungen nach unterschiedlichen Kriterien vor (PK 9). | Das Ordnen von Gegenständen hilft, Eigenschaften zuzuordnen und Zusammenhänge zu erkennen. |
| | • ziehen Schlussfolgerungen im Sinne der Bestätigung oder Falsifikation einer Vermutung bzw. der Beantwortung einer Frage (PK 10). | Aufgrund der gewonnenen Daten lassen sich Vermutungen bestätigen oder widerlegen. |
| ➔ Sequenz (s. S. 108 ff.)<br>Zeitrahmen: ca. 60 min + 15 min Freiarbeit | **„Warum sinkt Eisen, warum schwimmt Wachs?“**<br>*Anbahnung des Dichtekonzepts*<br>➔ Mithilfe eines Impulses wird die Aufmerksamkeit der Kinder auf die beiden Größen Gewicht und Volumen gelenkt. Diese Größen werden dann für verschiedene Materialien verglichen, indem immer eine Größe für alle Materialien konstant gehalten wird und nur die andere Größe variiert. So werden sieben Würfel aus verschiedenen Materialien, die genau gleich groß sind, gewogen und nach ihrem Gewicht sortiert. Hier können die Kinder selbst (mithilfe von Visualisierungen und von Frageimpulsen der Lehrkraft) entdecken, dass Gegenstände, die leichter sind als genauso viel Wasser, schwimmen. Diese Erkenntnis wird in Knobelaufgaben angewendet. | |
| | **Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)** | **Zugehöriges Wissen** |
| | Die Schülerinnen und Schüler … | |
| | • beschreiben, dass sich Würfel aus unterschiedlichen Materialien, aber gleicher Größe (Einheitswürfel) in ihrem Gewicht unterscheiden (IK 1). | Gleichgroße Würfel können unterschiedlich schwer sein. Das hängt vom Material ab, aus dem sie bestehen. Sie können schwerer oder leichter sein als eine gleichgroße Menge Wasser (Wasserwürfel). |
| | • vergleichen das Gewicht von Einheitswürfeln mit dem Gewicht einer gleich großen Menge Wasser (Wasserwürfel) (IK 1). | |
| | • geben an, dass Materialien, die leichter sind als die gleiche Menge Wasser, schwimmen, und Materialien, die schwerer sind als die gleiche Menge Wasser, untergehen (IK 1). | Materialien, die leichter sind als genauso viel Wasser, schwimmen. Materialien die schwerer sind als genauso viel Wasser, sinken. |
| | • machen Vorhersagen zum Schwimmverhalten von Gegenständen, die aus unterschiedlichen Materialien bestehen (IK 1). | Das Anwenden von Regeln ermöglicht eine begründete Vorhersage. |
| | **Prozessbezogene Kompetenzen (PK)** | **Zugehöriges Wissen** |
| | Die Schülerinnen und Schüler … | |
| | • formulieren Vermutungen zu Fragen oder Beobachtungen (PK 2). | Zu Fragen und Beobachtungen lassen sich Vermutungen formulieren. |
| | • führen einfache Versuche oder Experimente durch (PK 5). | Mithilfe von Versuchen und Experimenten werden Vermutungen überprüft. |
| | • nutzen Messgeräte sachgerecht (Messgeräte richtig anlegen, richtig ablesen ...) (PK 7). | Die Waage muss waagrecht stehen. Die Würfel müssen einzeln daraufgelegt werden. Das Gewicht kann erst abgelesen werden, wenn die Anzeige sich längere Zeit nicht mehr ändert. |

| | | |
|---|---|---|
| | • beschreiben die Bedeutung des Abgelesenen (PK 7). | Die Waage zeigt an, wie schwer der Würfel ist. |
| | • interpretieren die angegebenen Einheiten (PK 7). | Je höher die angezeigte Zahl, desto schwerer ist der Würfel. |
| | • nehmen Ordnungen nach unterschiedlichen Kriterien vor (PK 9). | Das Ordnen von Gegenständen hilft, Eigenschaften zuzuordnen und Zusammenhänge zu erkennen. |
| | • formulieren Generalisierungen im Sinne von Wenn-dann- oder Je-desto-Beziehungen aufgrund von Beobachtungen (PK 10). | Um eine Regel formulieren zu können, müssen viele gleiche Beobachtungen vorliegen. |
| ➔ Sequenz (s. S. 114 ff.)<br>Zeitrahmen: ca. 90 min | **„Warum sinkt Eisen, warum schwimmt Wachs?“**<br>*Veranschaulichung unterschiedlicher „Dichten“*<br>➔ Die Ergebnisse aus der Freiarbeit werden zusammengetragen und visualisiert. Mithilfe von Veranschaulichungen (Repräsentationen), welche die Kinder selbst entwickeln, können sie das Verhältnis von Volumen und Gewicht (Masse) besser verstehen und bei verschiedenen Materialien vergleichen. | |
| | **Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)** | **Zugehöriges Wissen** |
| | Die Schülerinnen und Schüler … | |
| | • veranschaulichen die unterschiedliche Dichte von Materialien durch selbst gewählte Repräsentationen, indem sie Volumen und Gewicht (Masse) als relevante Größen identifizieren und darstellen (IK 1). | Sachverhalte (hier die Dichte) können mithilfe von zeichnerischen oder gegenständlichen Repräsentationen veranschaulicht werden. |
| | **Prozessbezogene Kompetenzen (PK)** | **Zugehöriges Wissen** |
| | Die Schülerinnen und Schüler … | |
| | • entwickeln und nutzen Symbole zur Dokumentation (PK 8). | Symbole ermöglichen eine vereinfachte Darstellung von Sachverhalten. |
| | • benennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Beobachtungen, Ereignissen und Objekten (PK 9). | Die Ergebnisse verschiedener Versuche sind miteinander zu vergleichen. |
| | • beschreiben bzw. entwerfen einfache Modelle und beschreiben ihre Vereinfachungen (PK 11). | Mithilfe von Modellen können Phänomene erklärt und vorhergesagt werden. |
| | • leiten aus einer Regel bzw. einem Gesetz Vorhersagen ab (PK 10). | Das Anwenden von Regeln ermöglicht eine begründete Vorhersage. |
| ➔ Sequenz (s. S. 120 ff.)<br>Zeitrahmen: ca. 45 min | **„Wie kommt es, dass ein Schiff schwimmt, aber ein Metallklotz nicht?“**<br>*Zusammenführung der bisher erarbeiteten Konzepte*<br>➔ Zunächst werden an den eindrucksvollsten Versuchen noch einmal die bisherigen Erkenntnisse wiederholt. Das noch einmal aufgegriffene „Gegenspiel“ verbindet alle bisher genannten Vorstellungen (Auftrieb, Dichte, Verdrängung) zu einer umfassenden Erklärung, warum auch ein schweres Schiff aus Eisen schwimmt. Die Kinder beantworten die Frage zunächst in Einzelarbeit, dann im gemeinsamen Klassengespräch. Anschließend können die Kinder Anwendungs- und Transferaufgaben durchführen. | |
| | **Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)** | **Zugehöriges Wissen** |
| | Die Schülerinnen und Schüler … | |
| | • beschreiben, dass bei allen eingetauchten Gegenständen das Wasser die Gegenstände nach oben drückt und die Gewichtskraft die Gegenstände nach unten „zieht“ (IK 5). | Werden Gegenstände in Wasser eingetaucht, wirken zwei Kräfte. Die Gewichtskraft „zieht“ nach unten, das Wasser drückt nach oben. |
| | • beschreiben, dass manche der eingetauchten Gegenstände im Wasser sinken, andere aufsteigen (IK 5). | Es gibt Gegenstände, die wieder auftauchen, wenn sie ins Wasser gedrückt werden. Andere sinken. |

| | | |
|---|---|---|
| | • 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 (IK 5). | Der eingetauchte Topf braucht im Wasser viel Platz. Er verdrängt viel Wasser. Das Wasser drängt den Topf nach oben. Die Auftriebskraft ist stärker als die Gewichtskraft, deshalb schwimmt der Topf. |
| | • 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 (IK 5). | Die Gewichtskraft des Steins ist größer als die Kraft des nach oben drängenden Wasser. |
| | • schließen aufgrund des Steigens bzw. Sinkens verschiedener eingetauchter Gegenstände auf das Verhältnis der wirkenden Kräfte (IK 5). | Je größer ein Gegenstand ist, desto mehr Wasser verdrängt er und umso stärker drückt das verdrängte Wasser den Gegenstand nach oben. Das Verhältnis zwischen dem drückenden Wasser (Auftriebskraft) und der Gewichtskraft des Gegenstands entscheidet darüber, ob ein Gegenstand schwimmt, schwebt oder sinkt. |
| | • beschreiben, dass ein Schiff schwimmt, wenn das verdrängte Wasser so schwer ist wie das Schiff (IK 5). | Wenn die Gewichtskraft des verdrängten Wassers genauso groß ist wie die Gewichtskraft des Schiffs, befindet sich das Schiff im Kräftegleichgewicht, es schwimmt. |
| | **Prozessbezogene Kompetenzen (PK)** | **Zugehöriges Wissen** |
| | Die Schülerinnen und Schüler … | |
| | • begründen Schlussfolgerungen (PK 3). | Schlussfolgerungen können mit vorangehenden Erfahrungen und Wissen begründet werden. |
| | • prüfen Begründungen und setzen ggf. Gegenargumente ein (PK 3). | Bei Begründungen muss genau überprüft werden, ob es Gegenargumente gibt. |
| | • formulieren Generalisierungen im Sinne von Wenn-dann- oder Je-desto-Beziehungen aufgrund von Beobachtungen (PK 10). | Um eine Regel formulieren zu können, müssen viele gleiche Beobachtungen vorliegen. |
| | • beschreiben bzw. entwerfen einfache Modelle und beschreiben ihre Vereinfachungen (PK 11). | Mithilfe von Modellen können Phänomene erklärt und vorhergesagt werden. |

# 6
# Anhang

# 6 Anhang

## 6.1 Literatur

### Verwendete Literatur

**Duit, R. (2003):** *Naturwissenschaftliches Arbeiten.* Unterricht Physik, 14 (74), S. 4–8.

**Duit, R. (2007):** *Schülervorstellungen und Lernen von Physik – Stand der Dinge und Ausblick.* In: M. Hopf; R. Müller & R. Wodzinski (Hrsg.), Schülervorstellungen in der Physik (S. 276–272). Köln: Aulis.

**Grygier, P.; Gunther, J. & Kircher, E. (2007):** *Über Naturwissenschaften lernen: Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Grundschule.* Baltmannsweiler: Schneider.

**Jonen, A. & Möller, K. (2005):** *Klassenkisten für den Sachunterricht. Ein Projekt des Seminars für Didaktik des Sachunterrichts im Rahmen von KiNT: „Kinder lernen Naturwissenschaft und Technik". Schwimmen und Sinken.* Essen: Spectra-Verlag.

**Kleickmann, T. (2012):** *Kognitiv aktivieren und inhaltlich strukturieren im naturwissen-schaftlichen Sachunterricht. Handreichung des Programms SINUS an Grundschulen.* http://www.sinus-an-grundschulen.de/filead min/uploads/Material_aus_SGS/Handreichung_Kleickmann.pdf [01.07.2013].

**Mayer, J. (2007):** *Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen.* In: D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), Theorien in der biologiedidaktischen Forschung (S. 177–186). Berlin: Springer.

**Möller, K. (2010):** *Lernen von Naturwissenschaft heißt: Konzepte verändern.* In: P. Labudde (Hrsg.), Fachdidaktik Naturwissenschaft. 1.–9. Schuljahr (S. 57–72). Stuttgart: Haupt.

**Möller, K.; Bohrmann, M.; Hirschmann, A.; Wilke, T. & Wyssen, H.-P. (2013):** *Spiralcurriculum Magnetismus: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen. Band 2: Primarbereich.* In der Reihe: K. Möller (Hrsg.), Spiralcurriculum Magnetismus: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen. Ein Curriculum vom Kindergarten bis zur 7. Klasse. Seelze: Friedrich.

**Möller, K.; Kleickmann, T. & Sodian, B. (2011):** *Naturwissenschaftlich-technischer Lernbereich.* In: W. Einsiedler; M. Götz; A. Hartinger; F. Heinzel; J. Kahlert & U. Sandfuchs (Hrsg.), Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik (3. vollst. überarb. Aufl., S. 509–517). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

**Sodian, B.; Bullock, M. & Koerber, S. (2008):** *Wissenschaftliches Denken und Argumentieren. Was muss Hänschen lernen, damit aus Hans etwas wird?* In: W. Schneider (Hrsg.), Entwicklung von der Kindheit bis zum Erwachsenenalter. Befunde der Münchner Längsschnittstudie LOGIK (S. 67–84). Weinheim: Beltz.

**Wagenschein, M. (1999):** *Verstehen lehren: genetisch-sokratisch-exemplarisch.* Weinheim: Beltz.

**Wodzinski, R. (2006):** *Lernschwierigkeiten erkennen – verständnisvolles Lernen fördern. Naturwissenschaftsmodul G 4. Sinus Transfer Grundschule.* http://sinus-transfer-grundschule.de/fileadmin/MaterialienIPN/G4_ueberarb_Internet.pdf [29.05.2015].

**Wong, S. L. & Hodson, D. (2009):** *From the horse's mouth: What scientists say about scientific investigation and scientific knowledge.* Science Education, 93 (1), S. 109–130.

### Literaturempfehlungen

Forschungen zum Thema Schwimmen und Sinken in der Primarstufe

**Blumberg, E.; Hardy, I. & Möller, K. (2008):** *Anspruchsvolles naturwissenschaftsbezogenes Lernen im Sachunterricht der Grundschule – auch für Mädchen?* Zeitschrift für Grundschulforschung, 1 (2), S. 59–72.

**Blumberg, E.; Möller, K.; Jonen, A. & Hardy, I. (2003):** *Multikriteriale Zielerreichung im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht der Grundschule.* In: D. Cech und H. Schwier (Hrsg.), Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht (S. 77–92). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

**Hardy, I.; Jonen, A.; Möller, K. & Stern, E. (2006):** *Effects of Instructional Support within Constructivist Learning Environments for Elementary School Students' Understanding of „Floating and Sinking".* Journal of Educational Psychology, 98 (2), S. 307–326.

**Stern, E.; Möller, K.; Hardy, I. & Jonen, A. (2002):** *Warum schwimmt ein Baumstamm? Kinder im Grundschulalter sind durchaus in der Lage, physikalische Konzepte wie Dichte und Auftrieb zu begreifen.* Physik Journal, 1 (3), S. 63–67.

Zu konstruktivistischen Ansätzen zum Lernen und Lehren …

*… in der Grundschule*

**Stern, E. & Möller, K. (2004):** *Der Erwerb anschlussfähigen Wissens als Ziel des Grundschulunterrichts.* In: D. Lenzen; J. Baumert; R. Watermann & U. Trautwein (Hrsg.), PISA und die Konsequenzen für die erziehungswissenschaftliche Forschung. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft (3. Beiheft), S. 25–36.

*… im Sachunterricht*

**Adamina, M. & Müller, H. (2014):** *Lernwelten Natur – Mensch – Mitwelt* (Grundlagenband zur Reihe: Lern- und Lehrmaterialien zum Fach Natur – Mensch – Mitwelt). 7. Auflage. Bern: Schulverlag plus AG.

**Ewerhardy, A.; Kleickmann, T. & Möller, K. (2012):** *Fördert ein konstruktivistisch orientierter naturwissenschaftlicher Sachunterricht mit strukturierenden Anteilen das konzeptuelle Verständnis bei den Lernenden?* Zeitschrift für Grundschulforschung. Bildung im Elementar- und Primarbereich, 5 (1), S. 76–88.

**Ramseger, J. (2013):** *Naturwissenschaftlich Denken und Argumentieren.* Die Grundschulzeitschrift, 27 (264), S. 28–53.

Sachinformationen zum Thema Schwimmen und Sinken

**Stiegler, L.; Heepmann, B.; Muckenfuß, H. & Schröder, W. (1995):** *Physik für die Sekundarstufe I.* Band 1 und 2. Berlin: Cornelsen.

Zum Thema Übergang Grundschule–Sekundarstufe

**Möller, K. (2014):** *Vom naturwissenschaftlichen Sachunterricht zum Fachunterricht – Der Übergang von der Grundschule in die weiterführende Schule.* Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 20, S. 33–43.

## 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.

### Band 2: Primarbereich

Das Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken für die Primarstufe enthält 16 Sequenzen für die Klassenstufen 1/2 und 3/4. Die Kinder untersuchen das Schwimmverhalten von Vollkörpern, beobachten die Verdrängung des Wassers durch eingetauchte Gegenstände, spüren den Auftrieb in Versuchen sowie im Schwimmbad und erklären das Schwimmen von Schiffen auf Grundlage dieser Vorerfahrungen. Sie experimentieren und beobachten, ziehen Schlussfolgerungen, wenden ihr erworbenes Wissen auf alltägliche Phänomene zum Schwimmen und Sinken an und erlernen so naturwissenschaftliches Arbeiten und Denken.

Das Handbuch zum Curriculum Schwimmen und Sinken enthält neben den detailliert beschriebenen Unterrichtssequenzen Hintergrundinformationen für die Lehrkräfte sowie Arbeitsblätter für die Hand der Kinder, Versuchsbeschreibungen und Anregungen zur Diagnose der erworbenen Kompetenzen. Es ist so gestaltet, dass auch Lehrkräfte ohne Vorwissen den Unterricht kompetent durchführen können.

In den vier auf den vorgeschlagenen Unterricht abgestimmten Materialkisten befinden sich – bis auf einige Kleinteile – die erforderlichen Experimentiermaterialien für 32 Kinder.

Das Materialpaket für den Primarbereich (Handbuch plus Materialkisten) ist über die Westermann Lernspielverlage GmbH (www.spectra-verlag.de oder service@spectra-verlag.de) erhältlich.

Das vorliegende Ergänzungs-Handbuch für die Primarstufe enthält neben einer Einführung in das Spiralcurriculum ein Kapitel zum Lernen in den Naturwissenschaften, eine bildungsstufenübergreifende Übersicht über die angestrebten inhaltlichen und prozessbezogenen Kompetenzen sowie die Zuordnung der angestrebten Kompetenzen zu den Unterrichtssequenzen des Curriculums Schwimmen und Sinken. Es ist erhältlich über die Caritas-Werkstatt Lünen (www.caritas-coesfeld.de/schwimmen-sinken oder schwimmen-sinken@caritas-coesfeld.de). Eine digitale Version ist frei erhältlich unter: www.telekom-stiftung.de/minteinander

Autorin und Autor des Ergänzungs-Handbuchs zum Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken:
Kornelia Möller und Hans-Peter Wyssen


Herausgeberin:

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

**Hans-Peter Wyssen**
ist Redakteur der schweizerischen Fachzeitschrift „4 bis 8" (Kindergarten und Unterstufe) und Lehrbeauftragter an der PH Bern.