

NATURWISSENSCHAFTEN 5/6

UNTERRICHTEN TEIL 1

NATURWISSENSCHAFTEN 5/6
UNTERRICHTEN TEIL 1

Die Handreichung kann als PDF-Datei heruntergeladen werden.
Die Materialien für Schülerinnen und Schüler können als WORD-Dateien
gesondert aufgerufen und zur Anpassung bearbeitet werden.
Einige Lösungsvorschläge (Teil 1, Kapitel 4.1) sind ausschließlich *online* abrufbar.
<https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/nawi-5-6-unterrachten>



IMPRESSUM

Herausgeber

Landesinstitut für Schule und Medien Berlin-Brandenburg (LISUM)
14974 Ludwigsfelde-Struveshof

Tel.: 03378 209 – 0
Fax: 03378 209 – 149

www.lisum.berlin-brandenburg.de

Autorinnen und Autoren Ralf Böhlemann, Dr. Silja Haller, Prof. Dr. Hilde Köster, Uwe Kriesch,
Tobias Mehrtens, Dr. Pia K. Schmidt, Dr. Ilona Siehr, Dr. Birgit Wenzel

Redaktion Dr. Ilona Siehr und Dr. Birgit Wenzel unter Mitarbeit von Doreen Herrmann

Zeichnung, Cover Dr. Katja Friedrich

Layout Christa Penserot

Bildnachweise erfolgen bei den Beiträgen

Alle Verweise auf den **RLP 1–10** beziehen sich auf folgende Literatur:
Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Wissenschaft Berlin, Ministerium für Bildung, Jugend und Sport
des Landes Brandenburg, Hrsg., 2016. RAHMENLEHRPLAN Jahrgangsstufen 1–10. Berlin, Potsdam.
ISBN 978-3-944541-23-5

Die Angabe **RLP, S. NN** bezieht sich immer auf Teil C, Fach Naturwissenschaften 5/6

Links von der Redaktion geprüft: 06.12.2018

Druck Oktoberdruck Berlin

ISBN 978-3-944541-45-7

Landesinstitut für Schule und Medien Berlin-Brandenburg (LISUM), Ludwigsfelde 2018

Soweit nicht abweichend gekennzeichnet zur Nachnutzung freigegeben unter der Creative-Commons-Lizenz CC BY-ND 4.0,
verbindlicher Lizenztext zu finden unter: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

Erläuterungslinks weiterer genutzter CC-Lizenzen:
<https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/deed.de>
<http://www.gnu.org/licenses/lgpl-3.0.html>
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/deed.de>
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/de/>
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/deed.de>
<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/legalcode.de>

INHALT

Vorwort	5
Einführung	6
Teil 1	6
Teil 2	6
1 Das Fach Naturwissenschaften 5/6 – mehr als fachübergreifendes Unterrichten	7
In Wissenschaft und Hochschule bereits normaler Alltag.....	7
Vorteile und Mehrwert.....	7
Herausforderungen für Lehrkräfte und Schulen	8
Neuorientierung der universitären Lehrerbildung in Berlin und Brandenburg.....	9
Erfahrungen in anderen Bundesländern	9
Praxisbeispiel 1: Themenfeld <i>Pflanzen, Tiere, Lebensräume</i>	11
Praxisbeispiel 2: Themenfeld <i>Bewegung zu Wasser und in der Luft</i>	11
2 Naturwissenschaften 5/6 unterrichten – Übergang vom Sachunterricht zum Fachunterricht	13
Naturwissenschaften 5/6: Vom Sach- zum Fachunterricht.....	13
Naturwissenschaftliche Kompetenzen bilden	16
Vom Phänomen zur Fachmethode	17
3 Naturwissenschaftlichen Unterricht forschend und vielfältig gestalten	22
Unterricht in aktivierenden Lernumgebungen.....	22
Forschendes Lernen als Grundkonzept im NaWi-Unterricht – <i>Inquiry Based Science Learning</i> ...	23
Experimentieren als grundlegende Methode forschenden Lernens.....	25
Ein Beispiel für den Einstieg in das forschende Lernen zum Themenfeld <i>Stoffe im Alltag</i>	26
4 Modelle und Experimente im naturwissenschaftlichen Unterricht	31
Zur Bedeutung des Denkens in Modellen und des Experiments im Unterricht.....	31
Überblick über Modelle im Fach Naturwissenschaften 5/6	33
Handlungsmöglichkeiten im Umgang mit Modellen	34
4.1 Unterrichtsmaterialien zur Modellarbeit – Experimente und Anwendungen	34
Überblick Unterrichtsmaterialien	34

4.2	Zur Arbeit mit einem Teilchenmodell.....	47
	Kontinuumstheorie versus Diskontinuumstheorie.....	47
	Vermischung von Stoff- und Teilchenebene	48
	Kleinste Teilchen in Stoffportionen	48
	Entwicklung von Vorstellungen – Chancen durch den Umgang mit Modellen	49
4.3	Unterrichtsmaterialien zum Teilchenmodell – Experimente	50
	Überblick Unterrichtsmaterialien	50
	Lehrerinformationen zu den Experimenten und Vorschläge zur Nutzung von Modelldarstellungen.....	51
5	Naturwissenschaften 5/6 sprachsensibel unterrichten	61
	Leseverstehen naturwissenschaftlicher Sachtexte	63
	Materialien für den sprachsensiblen Fachunterricht	64
6	Verwendung von Operatoren in Aufgabenstellungen	75
	Operatorenwürfel zum Thema „Stoffe bestehen aus Teilchen“	76
	Operatorenwürfel zum Thema „Messen und Messwerte darstellen“	77
7	Stadt als naturwissenschaftliche Lernumgebung	79
7.1	Lehrerinformationen	79
	Stadt und Schulumgebung als Lebensraum für kleine Tiere	79
	Die urbane Fauna entdecken und erforschen	80
	Ameisen	80
	Asseln.....	82
7.2	Materialien für den Unterricht	86
8	Auf ein Wort – Experimente: Sicherheit geht vor.....	93
	Leitfaden RiSU.....	93
	Informationsmöglichkeiten für den Arbeitsschutz.....	94
	Keine Angst vor Erster Hilfe.....	96
9	Materialliste – Empfehlungen.....	97
	Materialliste Naturwissenschaften 5/6 – orientiert an den Experimentiervorschlägen im RLP	97
	Materialliste Naturwissenschaften 5/6 – Gesamtübersicht.....	100
10	Autorenverzeichnis, Teil 1	102

VORWORT

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

für Berlin ist mit dem Rahmenlehrplan 1–10 ein neuer Plan für das Fach Naturwissenschaften 5/6 gültig. Für Brandenburg geht mit diesem Rahmenlehrplan die Einführung eines neuen Faches einher.

Sie als Lehrkraft beschreiten mit diesem integrativ angelegten Fach neue, spannende Wege mit Ihren Schülerinnen und Schülern, knüpfen jedoch auch an Bekanntes und Vertrautes an.

Diese Handreichung möchte Sie bei der Vorbereitung und Gestaltung des Unterrichts im Fach Naturwissenschaften 5/6 unterstützen. Dazu bieten Artikel in zwei Bänden vielfältige Anregungen.

Beide Bände stellen wichtige (Fach-)Methoden und Arbeitsweisen für die Themenfelder, Themen und Inhalte des Faches vor und verdeutlichen die Kompetenzentwicklung der Lernenden.

Immer beinhalten die Vorschläge auch konkrete Materialien für den Unterricht. Diese können Sie *online* gesondert als WORD-Dateien herunterladen, um sie für Ihre Lerngruppen und deren Bedürfnisse zu bearbeiten und passfähig zu machen.

Das Experiment bzw. der Versuch ist für den naturwissenschaftlichen Unterricht besonders bedeutsam, er führt in naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten ein, weckt Interesse und Motivation bei den Lernenden und ermöglicht ihnen ein hohes Maß an Eigenaktivität und Verantwortlichkeit. Daher finden Sie schon in Teil 1 der Handreichung vielfältige Anregungen und Ermutigung, Experimente in Ihren Unterricht zu integrieren. Teil 2 ist noch einmal explizit den Experimenten für das Fach gewidmet und die Lehrerinformationen, Schülermaterialien und Lösungsvorschläge sollen auch fachfremd Unterrichtende darin unterstützen, sich auf die Herausforderung „Schülerexperiment“ einzulassen.

Lassen Sie sich durch die Vielfalt und manch neue und herausfordernde Idee inspirieren. Beim Erproben und Sammeln eigener Erfahrungen wünschen wir Ihnen mit Ihren Schülerinnen und Schülern Freude und viel Erfolg.

Susanne Wolter

Leiterin der Abteilung Unterrichtsentwicklung
Grundschule / Sonderpädagogische Förderung und Medien

EINFÜHRUNG

TEIL 1

Kapitel 1 zeigt das Potenzial auf, das mit dem integrativen naturwissenschaftlichen Unterricht verbunden ist und benennt zugleich die Herausforderungen für die Lehrkraft und das Fachkollegium.

Kapitel 2 beschäftigt sich mit dem Übergang vom Sach- zum Fachunterricht und mit den grundlegenden naturwissenschaftlichen Handlungskompetenzen und Fachmethoden des Faches, exemplarisch konkretisiert am Beispiel „Wasser“. Zudem wird jedes Themenfeld beispielhaft mit Phänomenen aus der Lebenswelt der Lernenden verknüpft und die damit verbundene Vorstellung einer basalen Fachmethode aufgezeigt.

In **Kapitel 3** wird beschrieben, wie mit einer konstruktiv-unterstützenden Lernumgebung ein aktiv-entdeckendes, handlungsorientiertes Lernen gelingen kann.

In **Kapitel 4** stehen das Denken in Modellen und das Experiment bzw. der Versuch im Vordergrund.¹ Das Kapitel behandelt den Einsatz von Modellen im Unterricht und beinhaltet Vorschläge für Experimente und Übungen zum Modell „Lichtstrahl“. Es schließen sich Informationen zum Teilchenmodell und den damit verbundenen typischen Fehlvorstellungen Lernender an. Die Anregungen für Experimente helfen, das Verständnis der Lernenden zu dieser Modellvorstellung zu unterstützen.

Kapitel 5 zeigt zunächst sprachliche Standardsituationen für den naturwissenschaftlichen Unterricht auf und beschreibt exemplarisch Schüleraktivitäten im Blick auf das Lesen von Texten. Materialien für den Unterricht greifen diese auf und setzen sie mit sprachsensiblen Aufgaben um. Das Kapitel bietet zudem Hinweise zum Leseverständnis und Beschreiben von Diagrammen.

In **Kapitel 6** steht das Verständnis von Operatoren in naturwissenschaftlichen Aufgaben im Fokus. Welcher Operator erfordert welche Tätigkeit? Zur Festigung stehen zu zwei Themen beispielhaft Würfel mit Aufgaben und Antwortkarten zur Verfügung.

Auch Städte sind artenreiche Lebensräume. **Kapitel 7** regt dazu an, auf dem Schulhof oder in der Fußgängerzone die urbane Fauna am Beispiel von Ameisen und Asseln zu entdecken und zu untersuchen. Schülermaterialien ergänzen das Angebot.

Mit dem Experimentieren sind immer auch Gefahren verbunden. **Kapitel 8** stellt die Richtlinie für Sicherheit im Unterricht vor und beinhaltet wertvolle Links, die konkret Hilfestellung bei der Erstellung von Gefährdungsbeurteilungen für den eigenen Unterricht geben.

Wer experimentiert, benötigt Material. **Kapitel 9** stellt Materiallisten für den experimentierfreudigen naturwissenschaftlichen Unterricht in der Doppeljahrgangsstufe 5/6 vor. Die Listen orientieren sich an den im RLP aufgeführten Experimenten.

TEIL 2

Der Teil 2 der Handreichung ist im Besonderen der wichtigen Methode „Experiment“ gewidmet. Orientiert an den Themenfeldern und Themen des RLP werden in der Regel geschlossene Experimente mit kompletten Schülermaterialien und Lösungsvorschlägen angeboten. Darüber hinaus gibt es Anregungen zur Öffnung der Experimente, didaktische Hinweise für die Lehrkräfte und einen tabellarischen Überblick, der auf die mit den Experimenten zusammenhängenden Basiskonzepte und die angestrebte Kompetenzentwicklung bei den Lernenden verweist.

¹ Die Begriffe „Experiment“ und „Versuch“ werden in dieser Handreichung synonym verwendet.

1 DAS FACH NATURWISSENSCHAFTEN 5/6 – MEHR ALS FACHÜBERGREIFENDES UNTERRICHTEN

Silja Haller

Um es sogleich auf den Punkt zu bringen: Nicht von fachübergreifendem oder fächerverbindendem Unterricht soll an dieser Stelle die Rede sein, sondern von den Besonderheiten und dem Potenzial des integrativen Schulfaches Naturwissenschaften 5/6. Für das Land Berlin geht es um die Weiterführung des Faches nach einem neuen Rahmenlehrplan, für Brandenburg um die Etablierung eines neuen Faches.

IN WISSENSCHAFT UND HOCHSCHULE BEREITS NORMALER ALLTAG

Bereits seit dem Jahr 2005 studiert man beispielsweise an der Universität Potsdam nicht mehr Biologie, sondern Biowissenschaften – eine Konsequenz der zunehmenden Erkenntnis (und Realität), dass die vormals eher getrennt betrachteten naturwissenschaftlichen Disziplinen sowohl inhaltlich als auch verfahrenstechnisch immer mehr zusammenwachsen und einander bedingen.

In den Biowissenschaften an der Universität Potsdam „werden Lebensvorgänge auf unterschiedlichen Ebenen analysiert. Da biowissenschaftliche Forschung auf fundierten Kenntnissen der Mathematik, Statistik, Physik und Chemie basiert, beinhaltet das Grundlagenstudium ebenso Lehrveranstaltungen in diesen Fächern. [...] Ein solches Verständnis bildet die Grundlage für medizinische und technologische Fortschritte. Zugleich ist dieses Wissen die Voraussetzung für einen verantwortungsvollen Umgang mit der Umwelt.“²

Dieser ganzheitliche Ansatz ist zugleich Ausgangspunkt weiterer Studiengänge: Geowissenschaften, Geoökologie und auch Ernährungswissenschaften – die Namen sind Programm.

Im Grunde ist diese Multidisziplinarität gerade in den Naturwissenschaften nicht neu: Schon lange vor der Einführung der Biowissenschaften gehörten Lehrveranstaltungen der Nachbar- und Hilfswissenschaften zum Pflichtkanon der Studierenden und die Vertreterinnen und Vertreter der verschiedenen Disziplinen forschten gemeinsam in Arbeitsgruppen.

Vor diesem Hintergrund erschließt sich, dass das, was in Wissenschaft und Hochschule bereits etabliert ist und erfolgreich praktiziert wird, auch im Rahmen der Bildung der Lehrkräfte einen sinnvollen Platz hat.

VORTEILE UND MEHRWERT

Der Transfer eines ganzheitlichen Ansatzes auf die (Grund-)Schule mit seinen offensichtlichen Vorteilen wie auch Herausforderungen, ist mittlerweile viel- und auch kontrovers diskutiert.

Gerade in der betreffenden Doppeljahrgangsstufe 5/6 nimmt das Fach eine praktikable Mittlerfunktion zwischen dem Sachunterricht der Jahrgangsstufen 1–4 und dem naturwissenschaftlichen Fachunterricht der Sekundarstufe I ab Jahrgangsstufe 7 ein.

Das eigentliche Anliegen des Faches liegt in der kindgerechten Vermittlung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung und den allgemeinen Prinzipien naturwissenschaftlichen Arbeitens, die den drei etablierten Naturwissenschaften Biologie, Chemie und Physik gemeinsam sind – ausgehend vom Phänomen können sich die Lernenden der „Natur der Naturwissenschaften“ (Stäudel 2007) mit Herz und Verstand nähern, wobei der jeweils spezifische Blick der hereinspielenden naturwissenschaftlichen Disziplinen entsprechend zur Geltung kommt.

² <http://www.uni-potsdam.de/studium/studienangebot/bachelor/ein-fach-bachelor/biowissenschaften.html>

Weiterhin eignet sich das Fach explizit, Unterricht anhand von Alltagsthemen durchzuführen. Und da Alltagssituationen – auf den Bereich von Schule transferiert – nicht nur mit einem einzigen Fach zu greifen, sondern komplex sind, bietet sich gerade das *per se* mehrperspektivisch ausgerichtete Fach Naturwissenschaften 5/6 an, wobei die Aufmerksamkeit zunächst auf ein Alltagsphänomen gerichtet und dieses anschließend aus den verschiedenen naturwissenschaftlichen Blickwinkeln heraus betrachtet und erklärt werden soll. Hierbei lernen die Schülerinnen und Schüler, charakteristische Methoden anzuwenden, z. B. nach Anleitung zu experimentieren, Hypothesen abzuleiten und zu formulieren sowie eigenständig Experimente zu planen.

Einer der herausragenden Vorzüge, die das Fach Naturwissenschaften 5/6 bietet, besteht in der Möglichkeit, dass die Lernenden eine Sensibilität für die Komplexität von Naturphänomenen und die Ganzheitlichkeit der Welt überhaupt entwickeln können. Dies ist wiederum Voraussetzung für das Verstehen grundsätzlicher Zusammenhänge und Probleme.

Wie kann nun diese Phänomenorientierung unterrichtspraktisch gelingen? Phänomene, die hervorragende Möglichkeiten bieten, Erfahrungen und Lebensweltbezüge der Lernenden produktiv in den Unterricht einzubeziehen, können Ausgangspunkt des Lernens sein. Alltagsphänomene können die Schülerinnen und Schüler anregen, Fragen zu stellen, auf dieser Grundlage Hypothesen zu bilden sowie zu experimentieren – kurz: auf naturwissenschaftliche Entdeckungsreise zu gehen (vgl. Beispiel 1, S. 11). Aber nicht nur ein einzelner Eindruck, auch eine Bilderreihe kann Impulse zu einem ansprechenden Themeneinstieg liefern, z. B. in Verbindung mit einer auffordernden oder auch provozierenden Lehrerfrage. Gleichermaßen kann die Bilderreihe als stummer Impuls präsentiert werden (vgl. Beispiel 2, S. 12).

Neben der ganzheitlichen Vermittlung naturwissenschaftlicher Prinzipien und Arbeitsweisen verspricht auch die Wochenstundenzahl (drei in Brandenburg bzw. vier in Berlin) einen adäquaten fachlichen und pädagogischen Ertrag. Auch gerät das Mehr-Stunden-Fach bei den Lernenden und deren Eltern stärker ins Blickfeld als der vergleichsweise marginal erscheinende einstündige Fachunterricht.

Nicht zuletzt kommen die Basiscurricula „Sprach- und Medienbildung“ im Fach Naturwissenschaften besonders zur Geltung:

- Die Schülerinnen und Schüler erwerben bestimmte sprachliche Kompetenzen, die für das naturwissenschaftliche Arbeiten charakteristisch sind, z. B. das Beschreiben oder auch das Protokollieren, und eignen sich erste einschlägige Fachbegriffe an.
- Sie haben vielfältige Gelegenheiten, den gezielten Einsatz von Medien zu üben, z. B. im Rahmen von Präsentationen oder bei Rechercheaufgaben.

HERAUSFORDERUNGEN FÜR LEHRKRÄFTE UND SCHULEN

Das integrative Fach ist auch mit Herausforderungen verbunden, die wohlgedacht und gut organisiert angegangen werden müssen. Zuvorderst sollte die Notwendigkeit des fachfremden Unterrichts berücksichtigt werden. Eine gut strukturierte Zusammenarbeit der Fächerkollegien, z. B. in Form regelmäßiger Zusammenkünfte zum gemeinsamen Planen von Unterricht, wie auch die individuelle fachliche Fortbildung befördern das Gelingen (Fruböse 2011) und die fachlich-methodische Anschlussfähigkeit an den Biologie-, Chemie- und Physikunterricht der Sekundarstufe I.³

³ Brandenburg hat seit dem Schuljahr 2016/2017 für Kolleginnen und Kollegen, die das Fach unterrichten (Grundschulen und Gymnasien mit Leistungs- und Begabungsklassen in 5/6) eine 14-modulige Fortbildung eingerichtet (je Schule für mindestens eine Lehrkraft). In Berlin wird fortlaufend eine ganzjährige Weiterbildung angeboten.

NEUORIENTIERUNG DER UNIVERSITÄREN LEHRERAUSBILDUNG IN BERLIN UND BRANDENBURG

Auswirkungen hat das integrative Schulfach (insbesondere mit seiner Einführung in Brandenburg) nicht nur für die Organisation innerhalb der Schule, sondern auch auf die universitäre Ausbildung der Lehrkräfte.

In Berlin wird Naturwissenschaften 5/6 bereits seit 2004/2005 unterrichtet. An der Freien Universität wird seit dem Beginn des Wintersemesters 2011/2012 das Studienfach „Integrierte Naturwissenschaften“ mit dem Berufsziel des Erwerbes der Lehrbefähigung für das Lehramt an Grundschulen angeboten.⁴ Die ersten Studierenden mit diesem Fach haben den Vorbereitungsdienst abgeschlossen und sind nun in Grundschulen tätig. Nach Änderung des Lehrkräftebildungsgesetzes 2014 wählen an der Freien Universität Berlin und an der Humboldt-Universität⁵ zu Berlin die Studierenden des Sachunterrichts den Schwerpunkt „Naturwissenschaften“ oder „Gesellschaftswissenschaften“, der den Besuch fachlich bezogener und fachdidaktischer Module in den natur- bzw. gesellschaftswissenschaftlichen Fächern beinhaltet. Studierende mit Sachunterricht als vertieftem Fach wählen darüber hinaus eine fachwissenschaftliche Vertiefung bzw. Erweiterung in den Natur- bzw. Gesellschaftswissenschaften.

Die Universität Potsdam bietet für Lehramtsstudierende für die Primarstufe das Fach Sachunterricht an. Ist das Erstfach Mathematik, sind die Bezugsfächer im Masterstudium Naturwissenschaften und Wirtschaft-Arbeit-Technik (WAT).⁶ Nach Auskunft der Universität Potsdam werden für die Studierenden spezielle Lehrveranstaltungen angeboten (Fachdidaktik und Fachwissenschaft aus einer Hand), die auf die Anforderungen der 5./6. Jahrgangsstufe ausgerichtet sind, aber auch die Anschlussfähigkeit an den Sachunterricht ab Jahrgangsstufe 7 gewährleisten. Zur Betonung der Praxisorientierung der neuen Ausbildungsfächer müssen die Studierenden (zusätzlich zum fachdidaktischen Unterrichtspraktikum im Sachunterricht und in einem weiteren Hauptfach) auch in diesen Fächern ein breites Unterrichtspraktikum absolvieren.

ERFAHRUNGEN IN ANDEREN BUNDESLÄNDERN

Neben Berlin haben auch andere Bundesländer mit dem Fach Naturwissenschaften erste Erfahrungen gesammelt: In Rheinland-Pfalz wurde es im Schuljahr 2008/2009 eingeführt, wobei der erhöhte Stundenansatz von sieben Wochenstunden „eine kontinuierliche und gründliche Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Themen und Denkweisen“⁷ ermöglichen soll. Derzeit werden diese Erfahrungen wissenschaftlich aufgearbeitet, eine endgültige Bilanz steht noch aus.⁸ Auch in Baden-Württemberg und Bayern gibt es für die Schülerinnen und Schüler der Orientierungsstufe Lerninhalte zu Naturphänomenen und Technik bzw. zu Natur und Technik (letzteres bis einschließlich Klasse 7). In Berlin und Brandenburg findet man das Fach Naturwissenschaften zudem im Wahlpflichtbereich der Jahrgangsstufen 7–10.

⁴ <https://www.fu-berlin.de/sites/mint-lehrerbildung/projekt/tp3/index.html>

⁵ <https://www.hu-berlin.de/de/studium/beratung/merk/labapdf>

⁶ <https://www.uni-potsdam.de/de/studium/studienangebot/lehramt.html#c217219>

⁷ Siehe <https://naturwissenschaften.bildung-rp.de/faecher/fach-naturwissenschaften/unterricht-naturwissenschaften-56/unterrichtsorganisation.html>

⁸ Siehe die seit April 2015 laufende Studie „Einstellungen und Erfahrungen von Lehrkräften zum integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht in Rheinland-Pfalz“; nähere Informationen unter <https://www.uni-trier.de/index.php?id=57429>

LITERATUR, BILDNACHWEISE UND LINKS

Literatur

Fruböse, Christian et al. (2011): Unterricht im integrierten Fach Naturwissenschaften. Erfahrungen aus gymnasialer Sicht. In: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht (MNU), H. 7, S. 433–439

Stäudel, Lutz (2007): Fächergrenzen erfahrbar machen. Erläuterungen zu Modul 6. Internetveröffentlichung für SINUS Transfer Bayreuth. Verfügbar unter: http://www.staedel.de/schriften_LS/253%20SINUS%20Modul%206.pdf

Bildnachweise

Rotkehlchen: <https://pixabay.com/de/robin-kleiner-vogel-winter-schnee-613667>

Möwe: <https://pixabay.com/de/vogel-m%C3%B6we-fliegen-flug-himmel-1326452>

Fisch: Fjed, Hans-Petter, 2006. Cod, Gadus morhua, cc by sa 2.5. Verfügbar unter: https://de.wikipedia.org/wiki/Kabeljau#/media/File:Gadus_morhua_Cod-2b-Atlanterhavsparken-Norway.JPG

Flugzeug: <https://pixabay.com/de/flugzeug-4-turbinen-riese-fliegen-1214408>

Fisch, Aufbau: Gille, Uwe, 2006. Anatomie des Knochenfisches, cc by 2.5. Verfügbar unter: <https://de.wikipedia.org/wiki/Schwimmlase#/media/File:Fish-anatomy.svg>

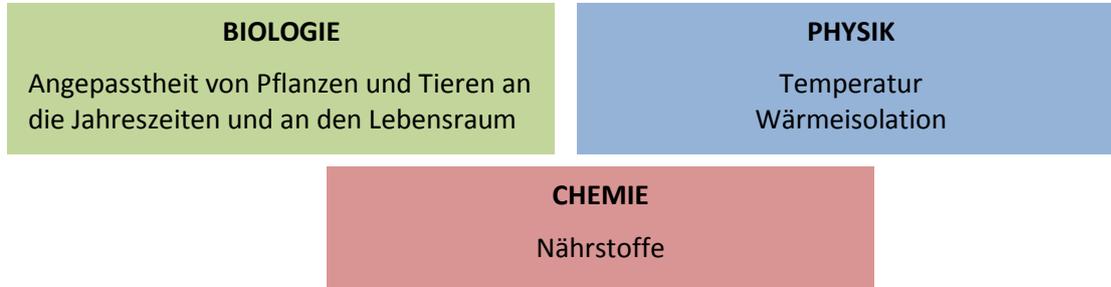
Links

Bildungsserver Rheinland-Pfalz, Materialien für den Unterricht. Verfügbar unter: <https://naturwissenschaften.bildung-rp.de/faecher/fach-naturwissenschaften/unterricht-naturwissenschaften-56/materialien-zur-unterrichtspraxis/themenfelder.html>

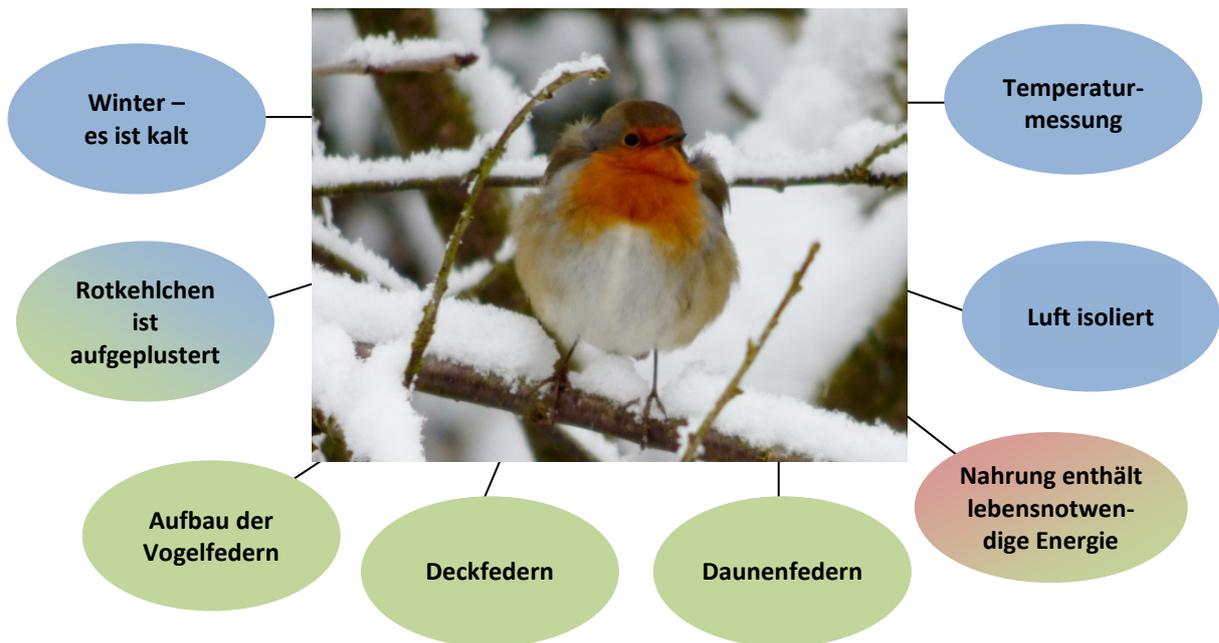
PRAXISBEISPIEL 1: THEMENFELD *PFLANZEN, TIERE, LEBENSÄRUME*

Das Praxisbeispiel zeigt, wie mit einem Bildimpuls zum Einstieg Fragen der Lernenden provoziert werden und in welchen fachlichen Richtungen diese zu Beobachtungen, Entdeckungen und Experimenten anregen können.⁹

Thema: Wechselwirkungen von Organismen in ihren Lebensräumen



Schülerinnen und Schüler fragen:
Friert der Vogel? / Warum erfrieren Vögel nicht im Winter?



⁹ Siehe auch Teil 1, Kapitel 5: Wie schützen sich Tiere vor der Kälte?

PRAXISBEISPIEL 2: THEMENFELD *BEWEGUNG ZU WASSER UND IN DER LUFT*

Das Praxisbeispiel zeigt, wie mittels Bildmaterial und einer möglichen Lehrerfrage zum Einstieg Assoziationen und Fragen der Lernenden provoziert werden und in welchen fachlichen Richtungen diese zu Beobachtungen, Entdeckungen und Experimenten anregen können.

BIOLOGIE

Angepasstheit der Gestalt und Lebensweise an den jeweiligen Lebensraum

PHYSIK

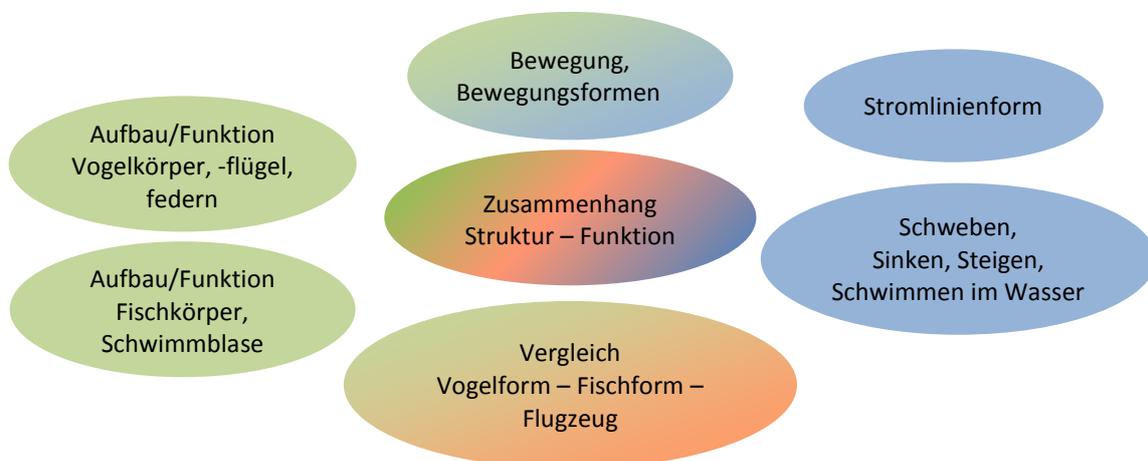
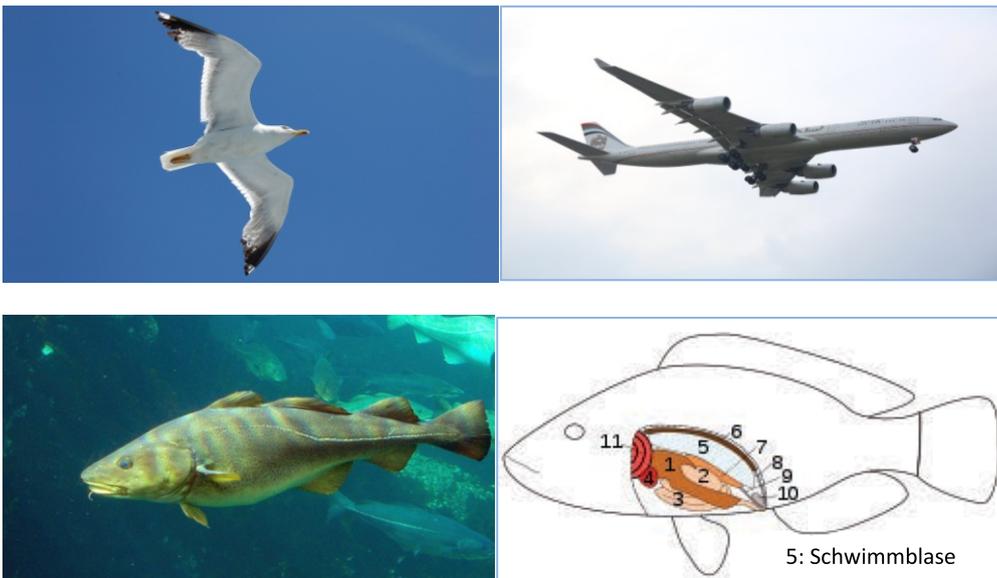
Schweben, Sinken, Steigen, Schwimmen im Wasser

TECHNIK

Bionik – Vergleich Flugzeug und Vogelform

Lehrkraft fragt:

Was haben diese Bilder miteinander zu tun?



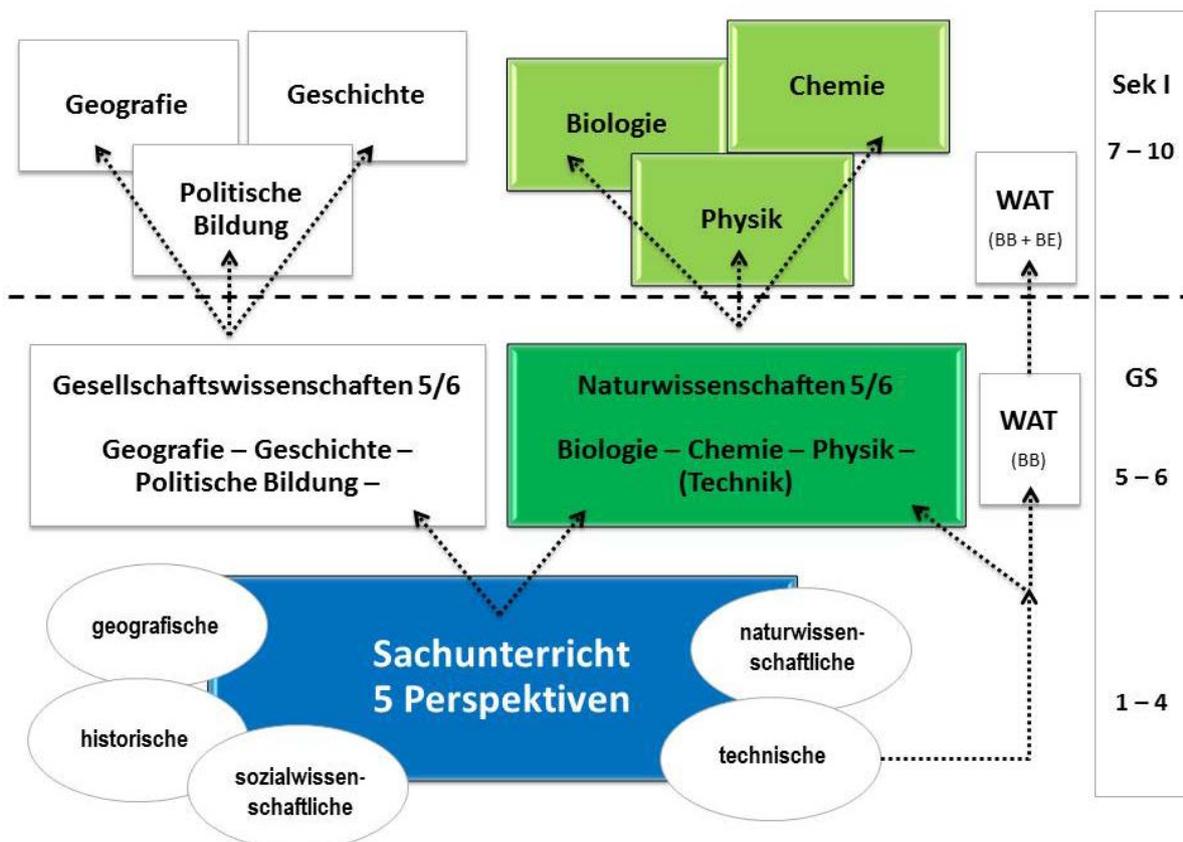
2 NATURWISSENSCHAFTEN 5/6 UNTERRICHTEN – ÜBERGANG VOM SACHUNTERRICHT ZUM FACHUNTERRICHT

Pia K. Schmidt, Ilona Siehr, Birgit Wenzel

In der naturwissenschaftlichen Bildung an Schulen nimmt das Fach Naturwissenschaften 5/6 eine besondere Stellung ein. Es bildet die Brücke vom Sachunterricht in den Jahrgangsstufen 1–4 zum naturwissenschaftlichen Fachunterricht in Biologie, Chemie und Physik ab Jahrgangsstufe 7.

Während in den Sachunterricht an der Grundschule sowohl naturwissenschaftliche als auch gesellschaftswissenschaftliche Fragestellungen einfließen, wird im Fachunterricht der Sekundarstufen in der Regel die Perspektive jeweils nur einer der drei Naturwissenschaften eingenommen und die jeweiligen Konzepte und Begriffssysteme werden aufgebaut. In der Doppeljahrgangsstufe 5/6 werden die Naturwissenschaften integrativ unterrichtet. Anschließend an das Vorgehen des Sachunterrichts sollen ausgehend von einem komplexen Phänomen die Sichtweisen der Fächer Biologie, Chemie und Physik angebahnt werden, allerdings ohne sie separat zu unterrichten. Durch unterschiedliche Fragen an ein Naturphänomen entdecken die Lernenden unterschiedliche Aspekte und lernen damit die drei Perspektiven von Biologie, Chemie und Physik kennen.

NATURWISSENSCHAFTEN 5/6: VOM SACH- ZUM FACHUNTERRICHT



Im Folgenden soll am Beispiel des Unterrichtsinhalts „Wasser“ die besondere Aufgabe des Faches Naturwissenschaften 5/6 beim Übergang von der Grundschule zur Oberschule dargestellt werden. Im Rahmenlehrplan für den Sachunterricht und den Fachunterricht Chemie findet sich jeweils ein Themenfeld *Wasser*. Im Sachunterricht heißt das Themenfeld *Wasser*; im Fach Chemie heißt es *Wasser – eine Verbindung*. In Naturwissenschaften 5/6 beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler in mehreren Themenfeldern und Zusammenhängen mit dem Thema Wasser.

Im Sachunterricht nähern sich die Schülerinnen und Schüler mit verschiedenen Fragen dem Phänomen Wasser. Zu ihnen gehören u. a.: *Was und wie ist Wasser?* (Stoffeigenschaften), *Wo kommt Wasser vor?* (Quellen, Flüsse, Meere), *Wer lebt im und am Wasser?* (Lebensraum). Die Vielzahl von Fragen beleuchtet das Thema aus naturwissenschaftlicher und gesellschaftswissenschaftlicher Sicht. Zu diesen Themen/Fragen können die unten angegebenen Kompetenzen entwickelt werden.

Im Chemieunterricht der Sekundarstufe I gehen die Lernenden den Fragen genauer nach, was und wie die Teilchen des Wassers sind. Sie erklären u. a. die Eigenschaften von Wasser anhand des Molekülbaus. Experimentelle Beobachtungen und Untersuchungen werden mithilfe von Modellen interpretiert. Dabei werden Fachbegriffe genutzt (z. B. polare Elektronenpaarbildung, Dipol) und Bezüge zu den Basiskonzepten (z. B. Stoff-Teilchen-Konzept) erarbeitet.

Der Blick des Sachunterrichts ist also breit und mehrperspektivisch und bedient sich der Alltagssprache, verwendet jedoch auch schon erste Fachbegriffe. Der Fachunterricht Chemie hingegen besitzt fachliche Tiefe, d. h. es wird zunehmend die Fachsprache verwendet, die Erkenntnisgewinnung erfolgt im Sinne der experimentellen Methode und Modelle und deren Grenzen spielen für die Erklärung naturwissenschaftlicher Phänomene eine immer größere Rolle.

Das Fach Naturwissenschaften 5/6 bietet den Lernenden die Möglichkeit, in der Erarbeitung der Themenfelder kontextbezogen ihr Fachwortvokabular zu erweitern und Wissen auch mit Blick auf abstraktere naturwissenschaftliche Zusammenhänge (z. B. zum Konzept der Erhaltung) aufzubauen.

Martin Wagenschein nutzt für eine integrative Lehr-Lern-Situation ein Bild: „Es ist, wie wenn man ein Relief, von verschiedenen Orten her, mit diesem oder jenem Scheinwerfer beleuchtet. Es ist jedesmal dasselbe und sieht doch ganz anders aus. Jedesmal treten andere typische Strukturen hervor, jedesmal fällt etwas anderes ‚auf‘, wird in den Schatten gestellt.“ (Wagenschein 1976, S. 24)

WASSER

im Sachunterricht
1–4

Themenfeld
WASSER

Themen / Inhalte
(Auswahl):

*Was und wie ist
Wasser?*
(Stoffeigenschaften)

*Wo kommt Wasser
vor?*
(Quellen, Flüsse,
Meere)

*Kein Leben, kein
Alltag ohne Wasser?*
(alle Lebewesen
brauchen Wasser)

*Wer lebt im und am
Wasser?*
(Lebensraum)

*Was kann Wasser
bewirken?*
(Schwimmen und
Sinken, nutzbare
Energie)

Kompetenzerwerb
(Auswahl):

Erkennen:
Sachbezogen
Fragen stellen und
Vermutungen
äußern

Experimente planen,
durchführen, auswer-
ten

Beobachtungen,
Erprobungen und
Versuche festhalten
und beschreiben

Informationen nach
Kriterien vergleichen
und ordnen

Kommunizieren:
Sachverhalte,
Abläufe und Beobach-
tungen wiedergeben

in Naturwissenschaften
5/6

Kompetenzerwerb am Beispiel WASSER
in verschiedenen Themenfeldern

Mit Fachwissen umgehen:

Aggregatzustände (fest, flüssig, gasförmig) von-
einander unterscheiden und das Teilchenmodell
nutzen, um diese zu beschreiben

Erkenntnisse gewinnen:

Hypothesengeleitet Versuche mit Wasser
durchführen (sieden, kondensieren),
beobachten, vergleichen und ordnen (Messwer-
te erfassen und protokollieren). Modelle (Teil-
chenmodell) zur Erklärung nutzen und prüfen

Kommunizieren:

Versuche zum Thema *Wasser* in Protokollform
dokumentieren, Messwerte in Tabellen und
Diagrammen darstellen, Diagramme unter
Einbindung von Fachbegriffen beschreiben

Bewerten:

Handlungsoptionen im Umgang mit Wasser
diskutieren und reflektieren sowie begründend
verantwortungsbewusst handeln

in der Chemie
7–10

Themenfeld
**WASSER – eine
Verbindung**

Themen / Inhalte :

*Wasser – ein
Element oder eine
Verbindung?*
(Bildung und Zerle-
gung von Wasser)

*Elektronenpaarbin-
dung – polar oder
unpolar?*
(Elektronegativität,
polare Elektronen-
paarbindung,
Dipol)

*Der Bau des Wasser-
Moleküls*

*Wasser – ein ganz
besonderer Stoff*
(Wasser als
Lösungsmittel, Was-
serstoffbrücken-
bindung, Anomalie
des Wassers)

Kompetenzerwerb
(Auswahl):

*Mit Fachwissen um-
gehen:*
zwischenmolekulare
Wechselwirkungen
auf Teilchenebene
erklären

die Umkehrbarkeit
chemischer Reaktio-
nen beschreiben

*Erkenntnisse
gewinnen:*
mit Modellen natur-
wissenschaftliche
Zusammenhänge
erklären

Kommunizieren:
Untersuchungen
selbstständig proto-
kollieren

Bewerten:
Schlussfolgerungen
auf der Grundlage
von naturwissen-
schaftlichen Informa-
tionen ziehen

NATURWISSENSCHAFTLICHE KOMPETENZEN BILDEN

Im RLP werden die Kompetenzbereiche „Mit Fachwissen umgehen“, „Erkenntnisse gewinnen“, „Kommunizieren“ und „Bewerten“ ausgewiesen. Am Inhalt „Wasser“ wird im Folgenden genauer verdeutlicht, wie sie ausgebildet werden können:

Mit Fachwissen umgehen

„Die Basiskonzepte selbst sollen nicht ein eigenes Unterrichtsthema sein, sondern bilden den Hintergrund der im Fach Naturwissenschaften zu behandelnden Themen. Neu gewonnene Informationen werden in das bestehende Wissensgefüge integriert. Die Schülerinnen und Schüler ordnen ihre Kenntnisse dem sich entwickelnden Verständnis der Basiskonzepte zu, sie übertragen ihre Kenntnisse auf neue Problemstellungen und wenden sie für sachbezogenes Handeln und Problemlösen an.“ (RLP, S. 5)

Wasser ist ein wichtiger Bestandteil der Erdatmosphäre (System-Konzept) und wird – beeinflusst durch die Wirkung der Wärmestrahlung der Sonne (Konzept der Wechselwirkung) – in einem Kreislauf beständig verdampft und kondensiert. Es wechselt seinen Aggregatzustand, bleibt aber, ob sichtbar oder nicht, stets als der Stoff „Wasser“ erhalten (Konzept der Erhaltung). Die Wärme der Sonne, eine Energieform, kann auf das Wasser übertragen werden. Der daraus resultierende Temperaturanstieg des Wassers kann auf der Teilchenebene als Bewegungsenergie verstanden werden (Konzept der Energie). Die Schülerinnen und Schüler beschreiben die Umwandlung von Eis in Wasser und weiter zu Wasserdampf auf der Stoffebene und auf der Teilchenebene mithilfe von Fachwörtern. So wird der Gedanke, dass Materie aus Teilchen besteht, angebahnt.

Erkenntnisse gewinnen

„In einem problemorientierten Unterricht nehmen die Schülerinnen und Schüler Phänomene wahr, entwickeln naturwissenschaftliche Fragestellungen und beobachten Abläufe und Vorgänge aus der naturwissenschaftlichen Perspektive. Sie nutzen naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden wie das Vergleichen, Ordnen und Experimentieren sowie naturwissenschaftliche Arbeitsweisen wie das Recherchieren, Protokollieren und Auswerten. Sie wenden Denk- und Argumentationsweisen wie das Bilden von Hypothesen und das Herstellen von Wenn-dann-Beziehungen an, sie nutzen und erstellen einfache Modelle.“ (RLP, S. 7)

In der Sekundarstufe I behandeln die Lernenden die Reaktion der Bildung von Wasser aus seinen Elementen. Als Voraussetzung sammeln sie in Naturwissenschaften 5/6 experimentelle Erfahrungen beim Erhitzen von Wasser bis zum Sieden und Kondensieren von Wasser an kalten Glasplatten. Dazu gehören auch Erfahrungen im Umgang mit Glasgeräten aus dem Labor und das Erkennen der damit verbundenen Gefahren sowie ein angemessener Umgang mit den Materialien. Mit dem Ziel, Beobachtungen in Wissen zu überführen, können die Lernenden das Teilchenmodell auf Prozesse wie das Verdampfen oder Lösen übertragen und eigene Darstellungsformen finden, vergleichen, testen und korrigieren. So wird das Modell – in gleicher Weise wie das Experiment – als Werkzeug zur Erkenntnisgewinnung eingeführt.

Kommunizieren

„Die Fähigkeit zu adressatengerechter und sachbezogener Kommunikation ist ein wesentlicher Bestandteil naturwissenschaftlicher Grundbildung. Zur Beschreibung von Phänomenen aus Natur und Technik verknüpfen die Schülerinnen und Schüler Alltagsprache und Fachsprache. Sie sind in der Lage, Sachtexte und grafische Darstellungen, Modelle und Medien für die Informationsgewinnung zu nutzen sowie selbst in einfacher Form herzustellen.“ (RLP, S. 7)

Bezogen auf das Thema „Wasser“ wenden die Lernenden sachgerecht zusätzlich zu den aus dem Sachunterricht bekannten Begriffen „fest“, „flüssig“ und „gasförmig“ (Aggregatzustände) weitere, differenzierende Begriffe, wie z. B. „Lösung“ und „Lösungsmittel“ an. Kern des schriftlichen Sprachgebrauchs ist das Protokoll, in dem z. B. Temperatur-Messwerte des Wassers dargestellt werden.

Damit wird der Umgang mit den fachlich relevanten, abstrakteren Darstellungen wie Tabellen, Diagrammen oder Schaubildern geübt.

Bewerten

„Schülerinnen und Schüler sind fähig, Informationen zu bewerten. Sie können naturwissenschaftliche Erklärungen nachvollziehen und reflektieren sowie ggf. die Untersuchungsmethoden und Schlussfolgerungen begründet hinterfragen. Durch diese Auseinandersetzung lernen die Schülerinnen und Schüler, Verantwortung für die Gesunderhaltung des eigenen Körpers und für die Natur zu übernehmen.“ (RLP, S. 7)

Der handelnde Umgang mit Fachwissen und dessen kritische Reflexion prägen den naturwissenschaftlichen Unterricht. Nur, wenn die Lernenden neue Entwicklungen in Forschung und Technologie bewerten können, ist es ihnen möglich, für sich selbst und ihre Umwelt verantwortungsbewusst zu handeln.

Mit Blick auf das Thema „Wasser“ können z. B. folgende Fragen eine Rolle spielen: Wie viel Wasser verbrauche ich / verbrauchen wir als Familie / wir in Deutschland (im Vergleich zu anderen Ländern)? Was kostet Trinkwasser in unserer Stadt? Was heißt eigentlich „Wasserverbrauch“? Sollten wir Trinkwasser sparen? Kann ich Wasser aus der Leitung trinken? Was bedeutet der Wasserverbrauch von z. B. der Produktion unserer Kleidung in Ländern, in denen Wasserknappheit herrscht? Welche Schlussfolgerungen ziehen wir daraus?

VOM PHÄNOMEN ZUR FACHMETHODE

Mit seinem berühmten Ausspruch „Rettet die Phänomene“ unterstreicht Martin Wagenschein die Notwendigkeit eines unmittelbaren Umgangs mit den Phänomenen der Natur als Grundlage naturwissenschaftlicher Bildung. So schreibt er wie folgt:

„Physik ist eine bezaubernde Wissenschaft, solange sie spüren lässt, wie sie auf Natur-Phänomene sich gründet, um auf diesem Fundament ihr begriffliches Gebäude zu errichten [...] Was nicht auf den Phänomenen steht, wird nicht verstanden und deshalb schnell vergessen.“ (Wagenschein 1989, S. 109)

Der Sachunterricht nimmt Phänomene zum Ausgangspunkt des Lernens, sie werden aus möglichst vielfältigen Perspektiven betrachtet und handelnd untersucht.

Im Fach Naturwissenschaften 5/6 wird die Betrachtung der Phänomene fokussierter und die Schülerinnen und Schüler lernen die Werkzeuge der Naturwissenschaften, d. h. ihre grundlegenden Fachmethoden, vor allem das Experiment und die Nutzung von Modellen, vertiefend kennen. Ausgehend von Phänomenen können die Lernenden so in einem Prozess aus Fragestellung, Vermutung, Planung und Durchführung eines Experiments sowie der Interpretation der experimentellen Beobachtung Erkenntnisse gewinnen und sich die Welt aus naturwissenschaftlicher Sicht erschließen. Ein geeignetes Material, diesen Prozess mit den Lernenden systematisch zu entwickeln, bietet die Forschertreppe.¹⁰ Mit ihr können die Stufen des naturwissenschaftlichen Erkenntnisganges von den Lernenden auf ein konkretes Beispiel angewendet und verbalisiert werden. Dazu wird ein Sprachgerüst angeboten (Scaffolding), das ein Erlernen und Anwenden von fachspezifischen Satzmustern erheblich erleichtert.

Im Folgenden wird für die verschiedenen Themenfelder exemplarisch aufgezeigt, wie von Phänomenen ausgehend unterschiedliche Fachmethoden, wie sie der RLP in den Themenfeldern benennt, vertieft oder auch neu kennengelernt zur Erschließung des Phänomens genutzt werden können.

¹⁰ https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/faecher/naturwissenschaften/mint/iMINT-Akademie/Science4Life_Academy/Forschertreppe.pdf

Im Themenfeld *Von den Sinnen zum Messen* wird verdeutlicht, dass wir für unterschiedliche Sinnesreize unterschiedliche Sinne nutzen¹¹ und unsere Sinne subjektiv sind. Von dem Phänomen des subjektiven Temperaturempfindens aus erfahren die Lernenden, dass sie für eine objektivierte Beobachtung der Natur Messgeräte benötigen. Es wird die Messgröße Temperatur bestehend aus Messwert und Maßeinheit eingeführt. Temperaturwerte beziehen sich auf Fixpunkte (0 °C und 100 °C). Aus der gefühlten und ungenauen Aussage „heiß“ und „kalt“ wird eine objektive, vergleichbare Messgröße.¹²



- ➔ Fachmethoden: Beobachten, Sinnesreize den Sinnen zuordnen, Messergebnisse mit Maßzahl und Einheit erfassen, Eigenbau z. B. eines Thermometers

Im Themenfeld *Stoffe im Alltag* wird in die Begriffswelt der Stoffklassen und Gefahrensymbole eingeführt. Die Gegenstände, die uns umgeben, können aus Naturstoffen oder Kunststoffen gefertigt sein. Während Tische und Stühle oft aus Holz gefertigt sind, werden zum Bau von Autos und Flugzeugen Kunststoffe genutzt. In Küche und Bad begegnen uns ebenfalls verschiedene Stoffe. Sie können essbar oder giftig, fest oder flüchtig sein. Nach welchen Kriterien kann man Stoffe unterscheiden? Welche Funktion können Stoffe haben? Welche Gefahren gibt es im Umgang mit bestimmten Stoffen? Welche Sicherheitsregeln sind zu beachten? Diese Fragen bilden die Grundlage sicheren Arbeitens, nicht nur in den Fachräumen der Schule.¹³ Weitere Fragen sind: Wie können Stoffe voneinander getrennt werden?¹⁴ Wonach trennen wir den Müll?



- ➔ Fachmethoden: Kriteriengeleitete Untersuchungen, Untersuchungen protokollieren, Versuchsaufbau skizzieren, sorgfältiges und sicherheitsbewusstes Arbeiten

Im Themenfeld *Sonne als Energiequelle* bietet es sich z. B. an, von einer Erfahrung auszugehen: Ein Sonnenschirm muss in seiner Ausrichtung im Tagesverlauf mehrfach dem Sonnenstand angepasst werden, sein Schatten wandert. Hier können Beobachtungen durchgeführt werden, bei denen Daten über mehrere Stunden gesammelt werden. Diese Erkenntnisse können zum Bau einer Sonnenuhr genutzt werden. Dazu werden zuerst die Schattenlängen und Winkeländerungen im Sonnenlicht dokumentiert. Diese werden in Tabellen zusammengetragen, in Diagrammen veranschaulicht und ausgewertet.¹⁵ Fachmethoden: Experimentieren, Messwerte über einen längeren Zeitraum aufnehmen



¹¹ Siehe Teil 2, Experiment 1: Beobachten mit allen Sinnen

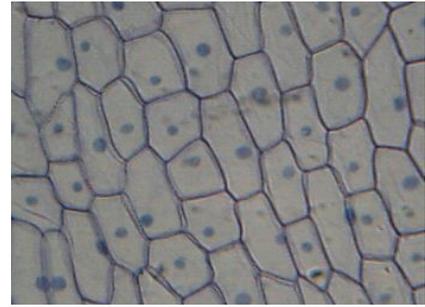
¹² Siehe Teil 2, Experiment 2: Vom Schätzen zum Messen

¹³ Siehe Teil 1, Kapitel 8: Auf ein Wort – Experimente: Sicherheit geht vor

¹⁴ Siehe Teil 1, Kapitel 5: Farbstoffe, und Teil 2, Experiment 3: Papierchromatografie, Lehrerinformationen

¹⁵ Siehe Teil 1, Kapitel 4.1: Wann ist die Mitte eines Tages?

Die Grenzen unseres menschlichen Sehens erfassen wir täglich. Für genauere Untersuchungen benötigen wir Geräte. So wird im Themenfeld *Die Welt des Großen und Kleinen* deutlich, dass das Teleskop und das Mikroskop es uns ermöglichen, über unsere Sinnesgrenzen hinaus die Natur zu beobachten. Mit dem Teleskop gelingt ein scharfer Blick sogar bis ins Weltall. Mit dem Mikroskop können wir kleinste Ausschnitte, wie z. B. die Zellen der Zwiebelhaut in ihrem Aufbau erkennen.¹⁶



- ➔ Fachmethoden: Arbeit mit Modellen, mikroskopische Bilder zeichnen

Im Themenfeld *Pflanzen, Tiere, Lebensräume* besteht die Möglichkeit, hypothesengeleitetes Experimentieren über längere Zeiträume einzuführen. Hier kann man von dem Phänomen ausgehen, dass sich Pflanzen, die an unterschiedlichen Standorten verschiedenen Bedingungen ausgesetzt sind, sehr unterschiedlich entwickeln. Welche Einflussgrößen wirken auf das Pflanzenwachstum? In welcher Weise und mit welcher Dauer muss ein Experiment geplant und durchgeführt werden, um beispielsweise die Hypothese, eine Pflanze benötige Sonnenlicht zum Wachsen, zu bestätigen?¹⁷



- ➔ Fachmethode: Beobachten und Erklären, Beobachten und Messen über einen längeren Zeitraum

Im Rahmen des Themenfeldes *Bewegung zu Wasser, zu Lande und in der Luft* kann an Beobachtungen des Alltags angeknüpft werden: Fahrzeuge oder Boote sind unterschiedlich gebaut und bewegen sich, je nach Form und Bauweise, unterschiedlich schnell. Angetrieben durch einen Gummimotor, Fallgewichte oder einen Luftballon können selbstgebaute Fahrzeuge um die Wette fahren. Wollen wir die Schnelligkeit der Fahrzeuge vergleichen, reicht es nicht, allein die Fahrzeit oder die Fahrstrecke zu protokollieren. Erst die abgeleitete Größe „Geschwindigkeit“, der Quotient aus Weg und Zeit, liefert eine Aussage über die Schnelligkeit eines Gefährts.¹⁸



- ➔ Fachmethoden: Weg- und Zeitmessungen einer gleichförmigen Bewegung erfassen und protokollieren, Weg-Zeit-Diagramm zeichnen

¹⁶ Siehe auch Teil 2, Experiment 9: Vergrößern und Verkleinern mit Sammellinsen

¹⁷ Siehe Teil 2, Experiment 5: Die tolle Knolle

¹⁸ Siehe Teil 2, Experiment 6: Bewegung einer Luftblase

Im Themenfeld *Körper und Gesundheit* wird nicht nur die gesunde Ernährung und der Energiebedarf bzw. Energieumsatz des menschlichen Körpers thematisiert,¹⁹ sondern auch der Aufbau der Knochen, Gelenke und Muskeln des Menschen. Ausgehend von dem Phänomen der unterschiedlichen Bewegungsmöglichkeiten und Einschränkungen der eigenen Körpergelenke können ihr Bau und ihre Funktion über die Körpererfahrung hinaus mithilfe von Modellen erschlossen werden. Hier ergibt sich die Möglichkeit, Modelle zu bauen, zu vergleichen, zu prüfen und zu verbessern.



- ➔ Fachmethode: Modelle anwenden, eigene Modelle entwickeln, Modellkritik, Nachweisreaktionen planen

Das Themenfeld *Technik* knüpft an Erfahrungen mit unterschiedlichen Geräten und Maschinen im Alltag an. Woher kommt z. B. die warme Luft beim Föhn? Der Aufbau und die Funktion von einfachen Geräten und Maschinen werden untersucht und in Skizzen oder Diagrammen dokumentiert. Hier kann auf anschauliche Weise die Symbolsprache, z. B. beim Zeichnen eines Stromkreises, eingeführt werden.²⁰



- ➔ Fachmethode: elektrische Geräte zerlegen, charakteristische Bestandteile identifizieren, Schaltpläne zeichnen

¹⁹ Siehe Teil 2, Experiment 7: Nachweis von Stärke in Lebensmitteln

²⁰ Siehe Teil 2, Experiment 8: Elektrische Leiter und Nichtleiter

LITERATUR UND BILDNACHWEISE

Literatur

Duit, Reinders, Gropengießer, Harald, Stäudel, Lutz (Hrsg.) (2007): Naturwissenschaftliches Arbeiten.
In: Unterricht und Material, 2. Ausgabe, S. 5–10

Wagenschein, Martin (1976): Physik als Naturaspekt. In: Wagenschein, Martin (Hrsg.):
Die pädagogische Dimension der Physik, Braunschweig: Westermann, S. 21–35

Wagenschein, Martin (1989): Erinnerungen für Morgen, 2. Aufl. Weinheim, Basel: Beltz

Bildnachweise

Füße im Meer: <https://pixabay.com/de/wasser-f%C3%BC%C3%9Fe-abendlicht-1615343>

Holz: <https://pxhere.com/de/photo/1168653>

Kunststoff: <https://pxhere.com/de/photo/638964>

Metall: <https://pixabay.com/de/m%C3%BCll-wiederverwertung-metall-393829>

Flaschen: <https://pxhere.com/de/photo/1159349>

Sonnenuhr: Birgit Wenzel, LISUM

Zwiebel unter dem Mikroskop: kolling, 2006. Mikrotomschnitt einer Zwiebel, cc by sa 3.0.
Verfügbar unter: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/3/3f/Zwiebel_100x.jpg

Kresse: <https://pixabay.com/de/appetit-bl%C3%BCte-kalorien-gastronomie-1239265>

Auto mit Luftballonantrieb: Doreen Herrmann, LISUM

Gelenk/Apfel: <https://pixabay.com/de/apfel-hand-knochen-schneewittchen-3483512>

Föhn: Knarfzlapf, 2009. Haartrockner, cc by sa 3.0. Verfügbar unter:
https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Haartrockner_Seite_und_Front.jpg

3 NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHT FORSCHEND UND VIELFÄLTIG GESTALTEN

Hilde Köster, Tobias Mehrrens

Schülerinnen und Schüler, die im Alltag, in der Kita oder im Sachunterricht bereits umfangreiche Erfahrungen mit naturwissenschaftsbezogenen Phänomenen sammeln konnten – und das ist immer häufiger der Fall – kommen mit sehr guten Voraussetzungen in den Naturwissenschaftsunterricht. Sie haben bereits vielfach Gelegenheit zum ‚Forschen‘ und Entdecken gehabt, sind eigenen Fragen explorierend und experimentierend nachgegangen und konnten grundlegendes Wissen über die Natur und über Methoden zur Klärung von Fragen an die Natur gewinnen. Von diesen Kompetenzen ausgehend, kann der naturwissenschaftliche Unterricht so gestaltet werden, dass das selbstständige, individualisierte und kreative Lernen gefördert wird, so wie es sich auch die Kultusministerkonferenz vorstellt: „MINT-Bildung (Mathematik-Informatik-Naturwissenschaft-Technik) wird außer im Fach Mathematik vor allem im Sachunterricht, im Werken, in der Medienbildung und in der sechsjährigen Grundschule im Fach Naturwissenschaften erworben. Ziel des in der Regel fachübergreifend angelegten Unterrichts ist die selbstverantwortliche Weiterentwicklung naturwissenschaftlicher Präkonzepte sowie der Aufbau tragfähiger Lernmotivation. Ausgehend von den Fragen der Kinder steht das aktiv-entdeckende, handlungsorientierte Lernen im Vordergrund, das ihre natürliche Neugier nutzt. Indem die Schülerinnen und Schüler subjektiv bedeutsame Problemstellungen bearbeiten und Lösungen in ihrer eigenen Sprache präsentieren, kann anwendungsorientiertes, anschlussfähiges und integriertes Wissen aufgebaut werden.“ (KMK 2015, S. 17)

UNTERRICHT IN AKTIVIERENDEN LERNUMGEBUNGEN

Unterrichtsformen, die, wie von der KMK gefordert, von den *Fragen der Lernenden ausgehen*, erfordern eine Unterrichtsorganisation, die ein weites Spektrum an inhaltlichen und methodischen Zugängen eröffnet, denn es kann im Vorfeld nur begrenzt antizipiert werden, welchen Fragen die Lernenden nachgehen wollen und welche Ideen sie für ihre Forschungen und Experimente entwickeln. Soll dabei das *aktiv-entdeckende, handlungsorientierte Lernen im Vordergrund* stehen, kann der Unterricht nur dann gelingen, wenn die Voraussetzungen dafür vorliegen. Als wesentlicher Faktor für das Gelingen wird eine konstruktiv-unterstützende Lernumgebung angesehen (Baumert/Kunter 2006, S. 488), die auch den grundlegenden psychologischen Bedürfnissen nach Kompetenz, Selbstbestimmung und sozialer Eingebundenheit (Deci/Ryan 1993) entgegenkommt und einen authentischen Bezug zu ‚echten‘ naturwissenschaftlichen Untersuchungsverfahren aufweist (Höttecke 2013). Eine solche Lernumgebung muss vorbereitet werden, schafft aber für die Phase des Lernens erstaunlich große Freiräume für die intensive individuelle Begleitung der Lernaktivitäten der Schülerinnen und Schüler sowie auch für Diskussionen, sokratische Gespräche, unterstützende Freihand- oder Demonstrationsversuche, Kurzvorträge, Filmbeiträge o. Ä. Selbstständiges Lernen in aktivierenden Lernumgebungen ist Grundschulkindern aus der Kita und den ersten vier Schuljahren oft schon vertraut.

Das Einrichten einer naturwissenschaftlichen Lernumgebung kann zu einem interessanten Projekt werden, wenn – gemeinsam mit den Lernenden – ein Klassen- oder Naturwissenschaftsraum in Hinblick auf forschendes Lernen eingerichtet oder (um-)gestaltet wird. Benötigt werden Materialien und Medien, die sich aus dem Haushalt mitbringen lassen (z. B. Flüssigkeiten und Granulate, Kerzen, Feuerzeuge, Alufolie, Joghurtbecher, Flaschen etc.), in der Schule bereits vorhanden sind oder auch angeschafft werden können (z. B. Experimentierkoffer mit vielfältig nutzbaren Materialien und Medien, Mikroskope, Labormaterialien, siehe Abbildung). Die im Weiteren beschriebenen Methoden

erfordern übrigens nicht die Anschaffung von Klassensätzen, sodass sich der finanzielle Aufwand in Grenzen hält.²¹

Im Rahmen des Konzepts „Freies Explorieren und Experimentieren“ (FEE, Köster 2006a) ist es bereits vielfach gelungen, Lernende reichhaltige Lernumgebungen weitgehend selbsttätig gestalten zu lassen. Umfangreiche Beispiele für offene Lernumgebungen halten auch die Angebote der iMINT-Akademie bereit.²² Die Schülerinnen und Schüler richten sich Experimentierecken im Klassenraum ein, indem sie Ideen, vielfältige Materialien und Literatur in die Schule mitbringen. Dies gelingt auch dann, wenn ein Thema (z. B. Energie) oder eine problemorientierte Frage (z. B. „Was fliegt wie?“, Köster/Buchien 2013) vorgegeben wird. Eine Variante dieses Vorgehens liegt in der Bereitstellung einer Lernumgebung durch die Lehrkraft: Je nachdem, welches Themengebiet erarbeitet werden soll, werden Materialien und Medien im Vorfeld zusammen- und im Unterricht zur Verfügung gestellt.



Experimentieren mit bewährten Experimentiermaterialien

FORSCHENDES LERNEN ALS GRUNDKONZEPT IM NAWI-UNTERRICHT – INQUIRY BASED SCIENCE LEARNING

Das *Inquiry Based Science Learning* (IBSL) gilt als Konzept des Forschenden Lernens, das den obengenannten Anforderungen besonders gut entgegenkommt (Köster/Galow 2014; Höttecke 2013; Labudde/Börlin 2013). IBSL basiert auf konstruktiv-unterstützenden Lernumgebungen sowie individuellen Lernpotenzialen. Auch „außerhalb der Wissenschaft auffindbare universelle menschliche Grundfähigkeiten“ (Reitinger 2013, S. 14) gehören dazu. Soll der Unterricht themenbezogen organisiert oder das IBSL zunächst eher angeleitet erprobt werden, so eignet sich das „5 E-Modell“ von Bybee (1997): *Engage – Explore – Explain – Elaborate – Evaluate* (Labudde/Börlin 2013, S. 183):

- **Engage (Motivieren):** In dieser Phase benennt die Lehrkraft ein Phänomen oder Problem, das bei den Schülerinnen und Schüler Interesse wecken und Fragen erzeugen soll.
- **Explore (Erforschen):** Die Lernenden erkunden das Phänomen oder Problem und gewinnen so erste Eindrücke.
- **Explain (Erklären):** Es finden systematische Untersuchungen statt – Experimente werden erdacht und durchgeführt und Recherchen angestellt. Die Lehrkraft unterstützt durch konstruktive Gespräche, Reflexionsfragen, Informationen oder Hinweise zu geeigneten Materialien bzw. Geräten.
- **Elaborate (Durchdenken):** Es wird ein Transfer auf ähnliche Phänomene oder Problemstellungen geleistet.
- **Evaluate (Bewerten):** Die Lernenden überprüfen erworbenes Wissen und Können.

²¹ Siehe Teil 1, Kapitel 9: Materialliste – Empfehlungen

²² Siehe <https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/unterricht/faecher/mathematik-naturwissenschaften/mint/i-mint-akademie/unterrichtsmaterialien-zum-download>

Die Umsetzung kann aber in einer gut ausgestatteten Lernumgebung, wie sie beispielsweise eine Lernwerkstatt oder ein ausgestatteter Klassen- oder Naturwissenschaftsraum darstellt, auch sehr offen erfolgen, indem die Schülerinnen und Schüler dazu aufgefordert werden, eigene Fragen an die Natur zu formulieren und diesen nachzugehen. Höttecke (2010) fasst die zentralen Merkmale dieser Form des IBSL wie folgt prägnant zusammen: „Die Lernenden gehen von (selbst) gestellten naturwissenschaftlichen Fragen oder Problemen aus. Sie explorieren Probleme oder Phänomenbereiche, entwickeln und planen auf dieser Basis eigene Untersuchungen, führen Beobachtungen und Experimente durch, stellen Messergebnisse sachgerecht dar, analysieren und diskutieren sie und erschließen weitere Informationsquellen. Sie erklären Phänomene und lösen Probleme im Lichte bereits bekannten Wissens und selbst generierter Evidenz. Sie treffen begründete Vorhersagen und kommunizieren über ihre oft unterschiedlichen Vorgehensweisen und Resultate. Sie generieren und präzisieren neue Fragen oder Probleme, die weiteres forschend-entdeckendes Lernen motivieren.“ (Höttecke (2010), S. 5)

Dabei finden alle im RLP für den Unterricht in Naturwissenschaften 5/6 geforderten Aktivitäten statt. Die Passung mit den für Naturwissenschaften 5/6 formulierten Zielen des Unterrichts ist also in diesem Konzept hoch: „Ausgehend von den Erfahrungen und Vorstellungen, die die Schülerinnen und Schüler in ihrem Alltag und im Sachunterricht gewonnen haben, werden im naturwissenschaftlichen Unterricht weitergehende naturwissenschaftliche Sicht- und Arbeitsweisen entwickelt. Die Schülerinnen und Schüler erwerben so eine Grundlage für die Arbeit im Fachunterricht in den folgenden Jahrgangsstufen. Durch eigenes Erleben und Handeln, beim genauen Beobachten und Beschreiben, beim eigenständigen Fragen, Untersuchen, Experimentieren und Auswerten, beim Präsentieren und Austauschen der Ergebnisse werden für Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufen 5 und 6 altersgemäß naturwissenschaftliche Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten erfahrbar“ (RLP, S. 3).



Gemeinsam eigenen Fragen und Ideen nachgehen

Graduelle Einführung forschenden Lernens

Selbst, wenn sich Lernende und Lehrkräfte erst an diese Unterrichtsform gewöhnen müssen, lohnt es sich, das forschende Lernen im Sinne des IBSL in den Unterricht zu integrieren. Der Einbezug forschenden Lernens kann graduell erfolgen, indem mit offeneren Aufgabenstellungen begonnen wird und den Lernenden nach und nach Möglichkeiten für mehr selbstbestimmtes Lernen und mehr Mitgestaltung des Unterrichts eingeräumt werden (Banchi/Bell 2008). Eine graduelle Öffnung ermöglicht allen Beteiligten eine bedachtsame Umgewöhnung an ein System, in dem die Lernenden mehr Verantwortung für ihr eigenes Lernen übernehmen und Lehrende eher lernbegleitend tätig werden.

Eine zunächst partielle Öffnung (Köster 2010) ermöglicht darüber hinaus die Erprobung unterrichtsmethodischer Varianten und gibt Zeit, gewohnte Rollenbilder, Kommunikationsformen, Einstellungen und Haltungen zu reflektieren und die Lernenden aus einer neuen Perspektive zu beobachten. Banchi/Bell (2008) definieren vier *Inquiry-Level* (Ebenen forschenden Lernens):

- **Confirmation inquiry (bestätigendes Erforschen):** Frage, Methode und Ergebnis werden von der Lehrkraft vorgegeben. Aktivitäten auf diesem Level können zur Unterstützung einer bereits gestellten Frage, zur Ausübung spezifischer Fertigkeiten (z. B. Sammeln von Daten) oder zur Einführung in die Durchführung von Untersuchungen dienen.

- **Structured inquiry (strukturiertes Erforschen):** Forschungsfrage und Methode werden vorgegeben.
- **Guided inquiry (begleitetes Erforschen):** Forschungsfrage wird vorgegeben. Die Lernenden sollten zuvor vielfältige Möglichkeiten zum Lernen und Durchführen von Datensammlungen und Planen von Experimenten haben.
- **Open inquiry (offenes Erforschen):** Lernende verfolgen eigene Fragestellungen mittels selbst ausgewählter Methoden. Dieses Level kommt dem ‚Arbeiten wie echte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler‘ am nächsten.



Konzentriertes Arbeiten an eigenen Projekten

Im Rahmen der Untersuchungen zum Freien Explorieren und Experimentieren (FEE, Köster/Galow 2014) konnte in Lernsituationen, die dem *Open Inquiry* entsprechen (siehe Abbildung), ein hohes Maß an Engagiertheit festgestellt werden (Köster/Waldenmaier/Schiemann 2011). Engagiertheit äußert sich u. a. in Verhaltensweisen wie umfangreiche, freiwillige Eigenaktivität, Konzentration, Ausdauer und Freude bei der Arbeit und ist nach Vandebussche/Laevens (2009, S. 14) ein „Zustand, in dem Kinder (und Erwachsene) sich befinden, wenn sie auf eine sehr intensive Art und Weise mit etwas beschäftigt sind, hoch konzentriert und zeitvergessen.“ Engagiertheit zeichnet sich durch intrinsische Motivation und Interesse aus und weist Merkmale des Flow-Erlebens auf. Csikszentmihalyi (1999, S. 61) geht davon aus, dass Menschen Flow erleben, wenn sie eine Sache ‚um ihrer selbst willen‘ ausführen, Handlung und Bewusstsein verschmelzen und die Konzentration so hoch ist, dass der Handelnde selbst- und auch zeitvergessen in der Tätigkeit aufgeht. Flow-Erleben wird von Krapp (1996) als für das Lernen und die Leistung „in höchstem Maße förderlich“ (Krapp 1996, S. 54; vgl. Schiefele/Köller 2010) eingestuft, weshalb auch davon ausgegangen werden kann, dass Engagiertheit ebenfalls einen positiven Effekt auf Lernen und Leistung hat.

EXPERIMENTIEREN ALS GRUNDLEGENDE METHODE FORSCHENDEN LERNENS

Das Experimentieren als zentrale Methode im naturwissenschaftlichen Unterricht ist auf naturwissenschaftliche Grundbildung, Interessenförderung, die Steigerung kognitiver, methodischer, fachlicher, epistemischer und wissenschaftstheoretischer Kompetenzen gerichtet sowie auch auf den Erwerb von Wissen bzw. umfassender Erfahrungen, Fertigkeiten und Fähigkeiten. Außerdem sollte – auch mit Blick auf naturwissenschaftliche und technische Berufsfelder – eine solide Basis für intuitives Handeln, Kreativität und Improvisationstalent geschaffen werden. Eine im Grundschulunterricht noch weitgehend unberücksichtigte Art des Wissens, das implizite Wissen (Neuweg 1999), wird zur Erreichung dieser Ziele zukünftig eine größere Rolle spielen. Vielfältige handlungspraktische Umgangserfahrungen mit Phänomenen, aber auch mit unterschiedlichen Materialien, Werkzeugen und Medien stellen die Basis für implizites Wissen dar.

Für das schulische Experimentieren, das sich naturgemäß sowohl bezüglich der Zielsetzung als auch der zu erreichenden Ergebnisse vom wissenschaftlichen Experimentieren unterscheidet, sind didaktische Varianten entwickelt worden, denen unterschiedliche Vermittlungsansätze zugrunde liegen. Hier sollen nur einige zentrale aufgeführt werden, die je nach Unterrichtsziel ausgewählt werden können:

- **Demonstrationsexperimente**, die die Lehrkraft vorführt, sollen den Lernenden ermöglichen, bedeutende Experimentieranordnungen und deren Ergebnisse kennenzulernen, wissenschaftliche Experimente nachzustellen und zu dokumentieren.
- **Freihandexperimente** dienen zur Präsentation interessanter, nachdenkenswürdiger und diskussionswerter Phänomene, um Staunen hervorzurufen oder einen kognitiven Konflikt, der das weitere Experimentieren und das eigene Denken anregt.
- **Schülerexperimente** sollen neben Kenntnissen über ein Themenfeld, einen Inhalt oder ein Phänomen ein methodisches Handlungsrepertoire aufbauen, mithilfe dessen die Lernenden befähigt werden, auf neue Fragen wissenschaftsorientiert zu reagieren, aber auch experimentell gewonnene Erkenntnisse zu bewerten. Schülerexperimente können wiederum in unterschiedlichen Varianten realisiert werden:
 - Das **Laborieren** gibt eine Anleitung für ein durchzuführendes Experiment vor, das zu einem (der Lehrkraft bekannten) Ergebnis führt. Das Laborieren zielt darauf, das systematische Experimentieren selbst oder bestimmte Phänomene kennenzulernen und so einen Fundus an Erfahrungen und Wissen zu erwerben (Wiebel 2000).
 - Beim **offenen Experimentieren** sind die Schülerinnen und Schüler dazu aufgefordert, ein durch die Lehrkraft vorgestelltes Ausgangsphänomen zu beobachten und zu erforschen. Sie entwickeln eigene Fragestellungen und Ideen für Experimente und werden durch die kundige Lehrkraft dabei unterstützt (Braun/Backhaus 2010).
 - Das **freie Experimentieren** geht von Ideen oder Fragen der Lernenden selbst aus, denen sie mithilfe bekannter oder selbst erdachter Experimente nachgehen (Köster/Hellmich/Nordmeier 2010). Ziel dieser Methode ist die Förderung von Eigeninitiative sowie die Ermöglichung einer breiten und vielfältigen interessegeleiteten Erfahrungsgewinnung, die sich sowohl auf Phänomene, Materialien und Experimentier-Gerätschaften als auch auf die Entwicklung von Problemlöse- und methodischen Kompetenzen bezieht.

EIN BEISPIEL FÜR DEN EINSTIEG IN DAS FORSCHENDE LERNEN ZUM THEMENFELD STOFFE IM ALLTAG

„Was kannst du alles herausfinden über ...?“

Diese Frage führt zu unterschiedlichsten Forschungsaktivitäten der Schülerinnen und Schüler, die, wenn es sich um dieselbe ‚Sache‘ handelt, am Unterrichtsende auch zu gemeinsamen Ergebnissen bzw. Erkenntnissen zusammengefasst werden können: Die Lernenden werden dazu aufgefordert, so viel wie möglich über einen Stoff in Erfahrung zu bringen. Je nachdem, was sie untersuchen sollen, wird ihnen eine Lernumgebung zur Verfügung gestellt, die die intendierten ‚Forschungsaktivitäten‘ ermöglicht. So können sie z. B. Flüssigkeiten erforschen. Dafür benötigen sie verschiedene Flüssigkeiten wie Süß-, Salz- und Sprudelwasser, verschiedene Öle, Milch, Parfüms, Honig, Flüssigseife, Spülmittel etc. Für die Dokumentation der Aktivitäten bietet es sich an, Fotos zu machen. Um möglichst weitgehende Untersuchungen durchführen zu können, sollten außerdem Experimentiergerätschaften wie z. B. Wasser- und Reagenzglasergläser, Petrischalen und Pipetten zur Verfügung stehen. Vor dem Unterricht sollten Sicherheitsregeln und Gefahrensymbole thematisiert werden.²³

²³ Siehe Teil 1, Kapitel 8: Auf ein Wort – Experimente: Sicherheit geht vor

Zur Untersuchung der im RLP explizit benannten Stoffeigenschaften²⁴ sind beispielsweise folgende Materialien nützlich:

- **Brennbarkeit** (Achtung: Experimente zur Brennbarkeit sind immer unter Aufsicht durchzuführen; Fett- und Ölbrände sind unbedingt zu vermeiden!)
Feuerfeste Unterlage, Streichholzschachtel mit drei Streichhölzern, Schutzbrillen, Tiegelzangen
- **Schmelz- und Siedetemperaturen**
Heizplatte und/oder Wasserkocher, Thermometer, Bechergläser
- **Löslichkeit**
Bechergläser, Löffel oder Löffelspatel zum Umrühren, Salz, Zucker, Tee etc.

Jedes der Themenfelder des RLP eröffnet Gelegenheiten für die Schülerinnen und Schüler, auf diese Weise weitgehend eigenständig naturwissenschaftliche Kompetenzen zu erwerben, Wissen zu grundlegenden Phänomenen zu erlangen und zentrale Methoden der *Erkenntnisgewinnung* kennenzulernen (u. a. Vergleichen, Ordnen, Vermutungen anstellen, Experimentieren, Recherchieren, Protokollieren, Auswerten und Modelle nutzen bzw. selbst erstellen, siehe RLP, S. 7). Im Rahmen des forschenden Lernens können die Lernenden zur Beschreibung, Dokumentation und Präsentation der beobachteten Phänomene und Prozesse bzw. zur Recherche über diese angeregt werden und damit ihre Kompetenzen bezüglich der *Kommunikation* über naturwissenschaftliche Inhalte ausbauen. Entsteht hierbei das Bedürfnis nach korrekten Beschreibungsmöglichkeiten, werden treffende Fachbegriffe als hilfreich empfunden. Die Lehrkraft übernimmt hier eine unterstützende Funktion bei der Erweiterung des naturwissenschaftsbezogenen Sprachwortschatzes. Zur Erprobung der Fachsprache und auch zur Schulung der *Bewertungskompetenz* eignen sich gemeinsame Gespräche über die gewonnenen Forschungsergebnisse (siehe RLP, S. 4–7).

Im Hinblick auf die im RLP Naturwissenschaften 5/6 aufgeführten Kompetenzen bietet das Beispiel vor allem ausgeprägte Möglichkeiten zum

- exemplarisch vertieften fachlichen Lernen an ausgewählten Inhalten (> *Mit Fachwissen umgehen*): Dichteunterschiede durch Schichtung von verschiedenen Flüssigkeiten, Einlegen z. B. eines Eies oder einer Bohne in die Flüssigkeiten bzw. unter Einsatz eines Aräometers erkennen; Löslichkeit und Grenzen von Löslichkeit untersuchen; Fließeigenschaften vergleichen etc.
- Erlernen und Anwenden naturwissenschaftlicher Methoden (> *Erkenntnisse gewinnen*) wie z. B. Beobachten, Beschreiben, Vergleichen, Ordnen/Strukturieren, Messen, Zeichnen, Generieren von Hypothesen, Planen und Durchführen von Untersuchungen und Experimentieren sowie auch die Arbeit mit Modellen (siehe RLP, S. 3).
- Dokumentieren von Prozessen und Ergebnissen und Kommunizieren über das Gelernte u. a. durch Beschreiben, Protokollieren, Präsentieren und Argumentieren (> *Kommunizieren*): z. B.: Vorstellen der eigenen Forschungsfragen („Wann wird Schokolade flüssig?“, „Wie viel Salz kann man in Wasser lösen?“, „Woraus besteht Brause?“) und Experimente im Plenum.

²⁴ Hinweis: Umfangreiche unterrichtspraktische Anregungen zu diesem Themenfeld finden Sie bei den Materialien der iMINT-Akademie mit dem Titel „Stoffeigenschaften – Eine Forschungsreise“. Für eine inklusive Lernumgebung wird gezeigt, wie offenes Experimentieren unter Beachtung inklusiver und sprachförderlicher Aspekte konkret im Unterricht funktioniert. Das umfassende Material beinhaltet drei offene Lernumgebungen zum Themenfeld *Stoffe im Alltag*. Ausführliche Beschreibungen erleichtern die Unterrichtsvorbereitung und vielfältige Arbeitsmaterialien stehen als Kopiervorlage im OER-Format zur Verfügung: <https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/unterricht/faecher/mathematik-naturwissenschaften/mint/i-mint-akademie/unterrichtsmaterialien-zum-download>. Hier finden Sie zudem ein weiteres Angebot zum Themenfeld *Von den Sinnen zum Messen*.

- Üben, Informationen, Darstellungen und Handlungsoptionen kriteriengeleitet auszuwählen und zu beurteilen, Entscheidungen zu treffen und Schlussfolgerungen zu ziehen (> *Bewerten*): z. B. Informationen zu Aggregatzuständen auswerten.
- Integrieren biologischer, chemischer, physikalischer und technischer Sichtweisen sowie zum Reflektieren auch über die Fächer hinaus und das eigene Lernen betreffend: z. B. über Gefahren von Ölbränden nachdenken; Bedeutung von Löslichkeit und Filtrationsmöglichkeiten für die Wasserversorgung erkennen.

Zur Umsetzung des forschenden Lernens eignen sich auch ‚Forschungsobjekte‘, die die Schülerinnen und Schüler gut zu kennen meinen, wie Kerzen, über die sich ausgesprochen viel Interessantes herausfinden lässt (Köster 2006b),²⁵ Seifenblasen, Magnete, Batterien, Gartenerde, Holz, Papier, Eier (Lück/Gaymann 2005) und Weiteres aus der Lebenswelt.

Der festgesetzte zeitliche Rahmen kann eine Unterrichtsstunde, aber auch mehrere Tage oder gar Wochen betragen, wenn die Lernenden ihrer – evtl. auch selbst gewählten – Aufgabe beispielsweise in Freiarbeitsphasen oder neben anderem Unterricht nachgehen. Handelt es sich um ein längerfristiges Projekt, können die Lernenden sich die Hilfsmittel auch weitgehend selbst beschaffen und Recherchen zu Hause im Internet oder mithilfe von Büchern durchführen.

LITERATUR, BILDNACHWEISE UND LINKS

Literatur

Banchi, Heather, Bell, Randy (2008): The Many Levels of Inquiry. In: Science and Children, 46. Jg., H. 2, S. 26-29

Baumert, Jürgen, Kunter, Mareike (2006): Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 9. Jg., H. 4, S. 469–520

Braun, Thomas, Backhaus, Udo (2010): Offene Experimente in der Lehramtsausbildung. Physikalische Phänomene für eine naturwissenschaftliche Experimentierweise. In: Köster, Hilde, Hellmich, Frank, Nordmeier, Volkhard (2010): Handbuch Experimentieren, Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren, S. 191-203. Verfügbar unter: http://duepublico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-22413/Braun_Thomas_Diss.pdf

Csikszentmihalyi, Mihaly (1999): Das Flow-Erlebnis. Jenseits von Angst und Langeweile: im Tun aufgehen, Stuttgart: Klett-Cotta

Deci, Edward L., Ryan, Richard M. (1993): Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. In: Zeitschrift für Pädagogik, H. 39, S. 223–238

Höttecke, Dietmar (2010): Forschend-entdeckender Physikunterricht. Ein Überblick zu Hintergründen, Chancen und Umsetzungsmöglichkeiten entsprechender Unterrichtskonzeptionen. In: Unterricht Physik, Nr. 119, S. 4–12

Höttecke, Dietmar (2013): Forschend-entdeckenden Unterricht authentisch gestalten. Ein Problemabriss. In: Bernholt, Sascha (Hrsg.): Inquiry-based Learning – Forschendes Lernen, Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDGP), Jahrestagung in Hannover 2012, Bd. 33, Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik, S. 32–42

²⁵ Diese Art des forschenden und entdeckenden Lernens über Phänomene oder Gegenstände findet sich bereits bei Michael Faraday. In eben dieser Weise arbeitete Faraday, um so viel wie möglich über die Kerze herauszufinden. In einer Vorlesung für Jugendliche präsentierte er im Winter 1860/61 seine Ergebnisse und veröffentlichte diese später unter dem Titel „Lectures on the Chemical History of a Candle“ (im Deutschen als „Naturgeschichte einer Kerze“ veröffentlicht, Faraday 1980: <http://www.franzbecker.de/langfassung/710.pdf>).

- Köster, Hilde (2006a): Freies Explorieren und Experimentieren – eine Untersuchung zur selbstbestimmten Gewinnung von Erfahrungen mit physikalischen Phänomenen im Sachunterricht, Berlin
- Köster, Hilde (2006b): Was kann man alles über die Kerze herausfinden? Projektorientierter Unterricht zu einem faszinierenden naturwissenschaftlich-technischen Thema. In: Die Grundschulzeitschrift, H. 199/200, S. 20–22
- Köster, Hilde (2010): Planung offenen Unterrichts – Vorschläge zur graduellen Einführung individualisierten Lernens im Sachunterricht. In: Tänzer, Sandra, Lauterbach, Roland (Hrsg.): Sachunterricht begründet planen: Bedingungen, Entscheidungen, Modelle, Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 249–262
- Köster, Hilde, Hellmich, Frank, Nordmeier, Volkhard (2010): Handbuch Experimentieren, Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren
- Köster, Hilde, Buchien, Franziska (2013): „Wie fliegt ein Ball im Luftstrom?“ Von ‚äußeren‘ und ‚inneren‘ Lernergebnissen. In: Die Grundschulzeitschrift, H. 264, S. 46–48
- Köster, Hilde, Galow, Phillip (2014): Forschendes Lernen initiieren. Hintergründe und Modelle offenen Experimentierens. In: Naturwissenschaften im Unterricht. Physik, H. 144, S. 24–26
- Köster, Hilde, Waldenmaier, Christine, Schiemann, Nicole (2011): Zur Engagiertheit von Kindern im naturwissenschaftsbezogenen Grundschulunterricht. Didaktik der Physik. Frühjahrstagung Münster. Verfügbar unter: <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/319>
- Krapp, Andreas (1996): Psychologische Bedingungen naturwissenschaftlichen Lernens: Untersuchungsansätze und Befunde zu Motivation und Interesse. In: Reinders, Duit, Rhöneck, Christoph von (Hrsg.): Lernen in den Naturwissenschaften. IPN Leibniz-Institut f. d. Pädagogik d. Naturwissenschaften an d. Universität Kiel, S. 37–67
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2015): Empfehlungen zur Arbeit in der Grundschule, Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 02.07.1970 i. d. F. vom 11.06.2015. Verfügbar unter: http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/1970/1970_07_02_Empfehlungen_Grundschule.pdf
- Labudde, Peter, Börlin, Johannes (2013): Inquiry-Based Learning: Versuch einer Einordnung zwischen Bildungsstandards, Forschungsfeldern und PROFILES. In: Bernholt, Sascha (Hrsg.): Inquiry-based Learning – Forschendes Lernen, Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDGP), Jahrestagung in Hannover 2012, Bd. 33, Kiel, S. 183–185
- Lück, Gisela, Gaymann, Peter (2005): Eiweisheiten: Experimente rund ums Ei. Freiburg: HERDER spectrum
- Neuweg, Georg Hans (1999): Könnerschaft und implizites Wissen. Zur lehr-lerntheoretischen Bedeutung der Erkenntnis- und Wissenstheorie Michael Polanyis (Internationale Hochschulschriften), Münster: Waxmann
- Reitinger, Johannes (2013): Forschendes Lernen. Theorie, Evaluation und Praxis in naturwissenschaftlichen Lernarrangements, Immenhausen: Prolog
- Schiefele, Ulrich, Köller, Olaf (2010): Intrinsische und extrinsische Motivation. In: Rost, Detlef H. et al. (Hrsg.): Handwörterbuch Pädagogische Psychologie, Weinheim: Beltz, S. 336–344
- Vandenbussche, Els, Laevers, Ferre (Hrsg.) (2009): Beobachtung und Begleitung von Kindern. Arbeitsbuch zur Leuvenner Engagiertheitskala, Bd. 4, Erkelenz
- Wiebel, Klaus Hartmut (2000): Laborieren als Weg zum Experimentieren im Sachunterricht. In: Die Grundschulzeitschrift, H. 139, Themenheft „Experimentieren“, S. 44–47

Bildnachweise

Experimentieren mit bewährten Experimentiermaterialien: Foto Hilde Köster

Gemeinsam eigenen Fragen und Ideen nachgehen: Foto Hilde Köster

Konzentriertes Arbeiten an eigenen Projekten: Foto Hilde Köster

Links

iMINT-Akademie der Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie in Kooperation mit der Siemens Stiftung (2017) (Hrsg.): Inklusive Lernumgebung für den MINT-Unterricht. „Stoffeigenschaften – Eine Forschungsreise“. Sammlung digitaler Materialien für die Jahrgangsstufen 5 und 6. Verfügbar unter:

<https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/unterricht/faecher/mathematik-naturwissenschaften/mint/i-mint-akademie/unterrichtsmaterialien-zum-download>

iMINT-Akademie der Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie in Kooperation mit der Siemens Stiftung (2017) (Hrsg.): Inklusive Lernumgebung für den MINT-Unterricht. „Von den Sinnen zum Messen“. Sammlung digitaler Materialien für die Jahrgangsstufen 5 und 6. Verfügbar unter:

<https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/unterricht/faecher/mathematik-naturwissenschaften/mint/i-mint-akademie/unterrichtsmaterialien-zum-download>

4 MODELLE UND EXPERIMENTE IM NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHT

Ralf Böhlemann

Lernende, die mit dem Unterricht im Fach Naturwissenschaften in der Jahrgangsstufe 5 beginnen, haben bereits vielschichtige Vorstellungen über eine ganze Reihe von naturwissenschaftlichen Phänomenen. Einige dieser Phänomene sind sehr eindrucksvoll und entwickeln häufig Neugier und Interesse bei den Schülerinnen und Schülern. Guter naturwissenschaftlicher Unterricht muss beides aufgreifen und in den Lernprozess einbeziehen.

Weiterhin sollten im Unterricht die bei den Lernenden vorhandenen Interessen und Erfahrungen im Umgang mit der von Menschen geschaffenen Technik berücksichtigt werden.

Auf dem manchmal steinig erscheinenden Weg des Lernens kommt es darauf an, die Neugier und das Interesse der Lernenden immer wieder zu entfachen und zu erhalten. Das wird umso besser gelingen, je stärker die Lehrkraft ihr unterrichtliches Vorgehen durchgängig so gestaltet, dass die Schülerinnen und Schüler durch den naturwissenschaftlichen Unterricht eingeladen, ermutigt und inspiriert werden, sich die Welt aus naturwissenschaftlicher Sicht zu erschließen.

Misserfolge im Lernen werden selten allein durch ihre Feststellung verschwinden. Stattdessen sollte die Lehrkraft auf die individuellen Lernsituationen der Schülerinnen und Schüler eingehen und ihnen Wege und Möglichkeiten aufzeigen, ihre Prozesse der Wissensaneignung zu optimieren.

ZUR BEDEUTUNG DES DENKENS IN MODELLEN UND DES EXPERIMENTS IM UNTERRICHT

Ziel der naturwissenschaftlichen Grundbildung des Unterrichts in der Grundschule ist es, ein erstes Verständnis für Konzepte, Erklärungsmodelle und Methoden der Naturwissenschaften zu entwickeln. Hierbei spielen das *Denken in Modellen* und das *Experiment* eine besondere Rolle.

Modelle sind idealisierte, abstrahierte, generalisierte Gegenstände oder theoretische Konstrukte. Sie dienen der Vereinfachung, Erforschung und Veranschaulichung der realen Welt und bilden bestimmte Teilbereiche von dieser realen Welt unter zielgerichtet ausgewählten Aspekten ab.

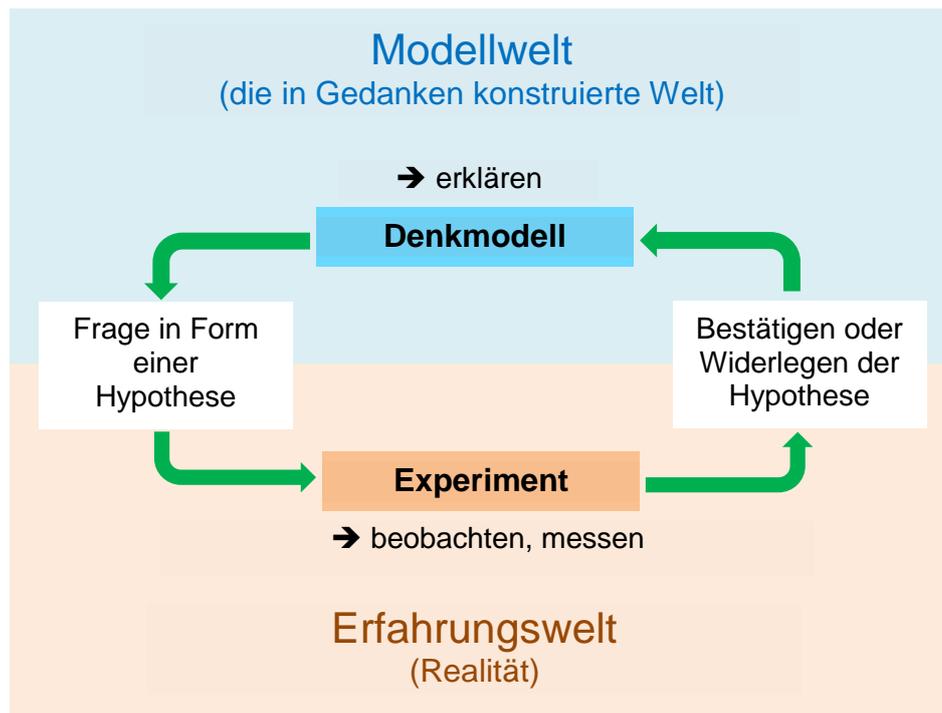
Dieser Begriff des Modells ist in seiner Komplexität und Vielschichtigkeit in der Doppeljahrgangsstufe 5/6 erst in Ansätzen vermittelbar. Es ist jedoch das Ziel des Unterrichts, einfache Vorstellungen vom Modellbegriff zu entwickeln, die in den nachfolgenden Jahrgangsstufen aufgegriffen, vertieft und erweitert werden können.

Modelle können nach sehr unterschiedlichen Kriterien klassifiziert werden. Eine mögliche grundlegende Klassifizierung kann die Einteilung in gegenständliche Modelle (materielle Modelle) und Denkmodelle (ideelle Modelle, Gedankenmodelle) sein.

Zur Erfahrungswelt gehören alle Wahrnehmungen, die wir durch Beobachtungen und Messungen erfassen können. Die Modellwelt beinhaltet Zusammenhänge und Phänomene, die wir nicht unmittelbar beobachten oder messen können. Sie umfasst die gedanklich konstruierte Welt.

Denkmodelle werden geschaffen, um z. B. physikalische Phänomene erklären zu können. Diese Erklärungen erfolgen auf der Grundlage von naturwissenschaftlichen Theorien. Neue naturwissenschaftliche Erkenntnisse entstehen im Wechselspiel zwischen Theorie und Experiment.

Die Bedeutung von Denkmodellen im Erkenntnisprozess und den Zusammenhang zwischen Denkmodell und Experiment verdeutlicht in vereinfachter Form folgende Abbildung:



Das Experiment (lat. *experimentum*, steht für „Versuch, Probe, Beweis, Prüfung“) oder im übertragenen Sinne das Nachprüfen von Sachverhalten ist in seinem Kern eine universelle Strategie, die in vielen lebensweltlichen Zusammenhängen verwendet werden kann. Im naturwissenschaftlichen Unterricht erweitern die Schülerinnen und Schüler durch diese Methode der Erkenntnisgewinnung ihre Kompetenzen, indem das alltägliche Ausprobieren systematisiert und zur bewussten, übertragbaren Handlungsstrategie wird.

Mit Denkmodellen arbeiten die Schülerinnen und Schüler der Grundschule beispielsweise bereits dann, wenn sie selbst Phänomene erklären wollen. Sie nutzen ihre ganz individuellen und häufig sehr unterschiedlichen Modellvorstellungen jedoch zumeist unbewusst als Werkzeug im naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess.

Auch gegenständliche Modelle sind den Lernenden aus ihrer Erfahrungswelt bekannt, wie z. B. Automodelle, Globus, Modelleisenbahn, Puppenhäuser oder eine Landkarte, die eine symbolische Darstellung eines Teils der Wirklichkeit darstellt. Anhand gegenständlicher Modelle lassen sich bereits in der Grundschule wesentliche Eigenschaften eines Modells behandeln. Zu Beginn des Arbeitens mit Modellen lässt sich häufig feststellen, dass die Lernenden unklare Vorstellungen vom Modellbegriff besitzen. Der Modellbegriff kann für sie viele Bedeutungen haben und es ist dann mitunter nicht klar, was für ein Modell gerade gemeint ist. Das zeigt sich an den folgenden Beispielen: Modell in der Modellwelt, Architekturmodell, Modell als Vorbild in der Kunst, Modelleisenbahn, mathematisches Modell, Teilchenmodell. Ein zweites Problem besteht im oftmals fehlenden Verständnis für die Unterscheidung zwischen Modellwelt und Erfahrungswelt. Dies erkennt man zumeist daran, dass ein sprachliches Durcheinander beim Beschreiben von Realität und Modell besteht. Beispielsweise werden Teilchen unbewusst Eigenschaften zugewiesen, die sich gar nicht besitzen, z. B. Größe, Farbe.

Bei der Auseinandersetzung mit Modellen im Unterricht ist es unerlässlich, eine Sprache zu finden, die dem Stand der Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler entspricht. Dabei ist es von Anfang an wichtig, einerseits auf eine bewusste Trennung von Modellwelt und Erfahrungswelt zu achten und andererseits den hypothetischen Charakter der konstruierten Modelle zu verdeutlichen.

Im Unterricht soll die Konstruktion und Anwendung von Modellen anhand konkreter naturwissenschaftlicher Fragestellungen und an für die Schülerinnen und Schüler überschaubaren Ausschnitten der Wirklichkeit erfolgen.

ÜBERBLICK ÜBER MODELLE IM FACH NATURWISSENSCHAFTEN 5/6

Die folgende Tabelle verdeutlicht die Bezüge zwischen den Themen des RLP Naturwissenschaften 5/6 und den Modellen, die sie beinhalten.

Themenfeld/Thema	Bezüge zu Modellen
3.2 Stoffe im Alltag	
<i>Eigenschaften von Körpern und Stoffen</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teilchenmodell Erklärung der Aggregatzustände
<i>Reinstoffe, Stoffgemische und Trennverfahren</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teilchenmodell Erklärung von Stoffgemischen und Trennverfahren
3.3 Die Sonne als Energiequelle	
<i>Eigenschaften des Lichts</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modell Lichtstrahl Erklärung der geradlinigen Lichtausbreitung
<i>Einfluss der Sonne auf die Erde</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modellversuche zum Treibhauseffekt z. B. Temperaturanstieg in einer luftgefüllten Flasche durch Bestrahlung mit einem Heizstrahler
3.4 Welt des Großen – Welt des Kleinen	
<i>Erde als ein Planet im Sonnensystem</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Globus, Tellurium als Modelle zur Veranschaulichung
<i>Optische Geräte</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modell Lichtstrahl ▪ Modell einer Pflanzenzelle Herstellen nach Betrachtung durch ein Mikroskop
3.5 Pflanzen, Tiere, Lebensräume	
<i>Wechselwirkungen von Organismen in ihren Lebensräumen</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modell einer Flugfrucht Bau eines Modells
3.6 Bewegung zu Wasser, zu Lande und in der Luft	
<i>Beschreibung von Bewegungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modell von Muskeln, Sehnen, Knochen Zusammenspiel der einzelnen Elemente
<i>Beschreibung von Bewegungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gleichung: $v = \frac{s}{t}$ (mathematisches Modell) Geschwindigkeit bei geradlinig gleichförmigen Bewegungen berechnen
3.8 Sexualerziehung	
<i>Der Körper verändert sich – Wachstum und Pubertät</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lebens- und Familienmodelle Der Modellbegriff wird hier im übertragenen Sinn im Blick auf Formen des Zusammenlebens gebraucht
3.9 Technik	
<i>Geräte und Maschinen im Alltag</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Funktionsmodelle z. B. Fahrrad

Ausgehend von den Aussagen zum Modellbegriff gibt es für den Unterricht vielfältige Möglichkeiten handelnd mit Modellen umzugehen. Dabei soll der Modellbegriff nicht isoliert betrachtet werden. Vielmehr ist das Arbeiten mit Modellen in geeignete Kontexte einzubinden.

HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN IM UMGANG MIT MODELLEN

- (A) Gegenständliche Modelle basteln
- (B) Den Aufbau oder die Funktion eines Objekts oder eines Phänomens veranschaulichen
- (C) Das Original und das Modell vergleichen
- (D) Gemeinsam ein Denkmodell entwickeln
- (E) Ein Phänomen durch Verwenden eines Modells erklären
- (F) Mithilfe eines Modells eine Vorhersage aufstellen
- (G) Die Grenzen eines Modells erkunden, d. h. ein Modell auf seine Anwendbarkeit für einen bestimmten Zweck prüfen

Zu diesen Handlungsmöglichkeiten sind im Folgenden Themen bzw. Aufgabenvorschläge aufgelistet.

4.1 UNTERRICHTSMATERIALIEN ZUR MODELLARBEIT – EXPERIMENTE UND ANWENDUNGEN

Ralf Böhlemann

Exemplarisch werden mehrere Aufgabenvorschläge (in der Tabelle eingefärbt) im Anschluss als Materialien zur Verfügung gestellt.²⁶

ÜBERBLICK UNTERRICHTSMATERIALIEN

Handlungsmöglichkeiten mit Modellen	Aufgabenvorschläge / Themenfelder
(A), (B), (C)	Modell zum Aufbau einer Zelle Themenfeld: <i>Welt des Großen – Welt des Kleinen</i>
(A), (B), (C)	Modell für die menschliche Atmung Themenfeld: <i>Körper und Gesundheit</i> und/oder <i>Pflanzen, Tiere, Lebensräume</i>
(A), (B), (C)	Bau gegenständlicher Modelle und Vergleich Original–Modell (Brausetablettenrakete) ²⁷ Themenfeld: <i>Stoffe im Alltag</i>
(B), (E)	Material 1: Wann ist die Mitte eines Tages? Themenfeld: <i>Die Sonne als Energiequelle</i>
(B)	Material 2: Licht wird zurückgeworfen Themenfeld: <i>Die Sonne als Energiequelle</i>

²⁶ Lösungsblätter zu einigen Materialien finden Sie *online* unter <https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/nawi-5-6-unterrichten>.

²⁷ Z. B. <https://www.mint-siwi.de/wp-content/uploads/2017/11/Die-Brauserakete.pdf>

Handlungsmöglichkeiten mit Modellen	Aufgabenvorschläge / Themenfelder
(B), (E)	Material 3: Wie funktioniert ein Solarturmkraftwerk? Themenfeld: <i>Die Sonne als Energiequelle</i>
(B), (E)	Material 4: Reflexion in Blackboxen Themenfeld: <i>Die Sonne als Energiequelle</i>
(B), (G)	Entstehung von Schatten Themenfeld: <i>Die Sonne als Energiequelle</i>
(B), (G)	Entstehen eines Regenbogens Themenfeld: <i>Die Sonne als Energiequelle</i>
(C), (E), (G)	Material 5: Wo erwärmt sich Luft schneller, über dem Meer oder über dem Land? Themenfeld: <i>Die Sonne als Energiequelle</i>

Hinweis: Für die Nutzung der Materialien 2–4 ist eine Verzahnung mit dem Mathematikunterricht erforderlich. Um erfolgreich zu sein, müssen die Schülerinnen und Schüler die Winkelmessung und das Zeichnen von Winkeln beherrschen.

BILDNACHWEISE UND LINKS

Bildnachweise

Schattenstab: Foto des Autors

Sonnenuhr in Montepescali: Foto des Autors

Solarturmkraftwerke: Koza1983, 2007. PS20 and PS10 in Andalusia, Spain, cc by 3.0.

Verfügbar unter: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/22/PS20andPS10.jpg>

Flaschen unter der Lampe: Foto des Autors

Materialien zum Modell Lichtstrahl: Autor

Zeichnungen: Autor

Links

Praxishandbuch zur Bionik. Verfügbar unter:

https://www.bwstiftung.de/uploads/tx_news/BWS_IdeenkastenBionik_web.pdf

Die Brauserakete. Verfügbar unter::

<https://www.mint-siwi.de/wp-content/uploads/2017/11/Die-Brauserakete.pdf>

[https://www.kinderuni-rostock.de/files/kinderuni_themes/downloads/2005-05-30_Brausepulver\(Chemie\).pdf](https://www.kinderuni-rostock.de/files/kinderuni_themes/downloads/2005-05-30_Brausepulver(Chemie).pdf)

Wann ist die Mitte eines Tages?

Seit der Erfindung von mechanischen und elektronischen Uhren können wir die Zeit recht genau ablesen. Vorher nutzten die Menschen zur Zeitbestimmung die Position der Sonne oder bestimmter Sterne.

Wie man die Mitte eines Tages mithilfe des Sonnenstandes bestimmen kann, zeigt die folgende Aufgabe. Hierfür nutzen wir folgende Grundlagen:

1. Wir verwenden das Modell „Lichtstrahl“. Wir können damit den Weg veranschaulichen, den das Licht zurücklegt.
2. Wird ein Körper von einer Lichtquelle beleuchtet, so entsteht ein Schatten. Nach dem Modell „Lichtstrahl“ breitet sich Licht geradlinig aus, daher ist auch der Schatten geradlinig begrenzt.
3. Außerdem benutzen wir folgende Aussage:
An einem Ort auf der Nordhalbkugel der Erde ist dann die Mitte des Tages erreicht, wenn die Sonne genau im Süden steht. Sie hat in diesem Moment ihren höchsten Stand an einem Tag erreicht.

Ob die Sonne hoch oder niedrig steht, lässt sich mit einem Schattenstab bestimmen. Er wird senkrecht auf den Untergrund gestellt, zum Beispiel auf dem Schulhof oder dem Sportplatz, natürlich an einem sonnigen Platz. Wir verwenden als Schattenstab einen Stativstab, der auf einem Stativfuß befestigt ist.

Wir können beobachten, dass bei unterschiedlichen Sonnenständen auch unterschiedlich lange Schatten des Stabes entstehen.



Ein Stab erzeugt einen Schatten, wenn die Sonne auf ihn fällt.

Aufgaben

1. Miss im Abstand von 15 min die Schattenlänge des Stabes. Trage die Messergebnisse in dein **Messprotokoll** ein. Beginne deine Messung um 10:00 Uhr. Die letzte Messung soll um 14:00 Uhr erfolgen. Die Zeiten sind in Mitteleuropäischer Zeit (MEZ) angegeben. Schreibe auch das Datum deiner Messung auf.

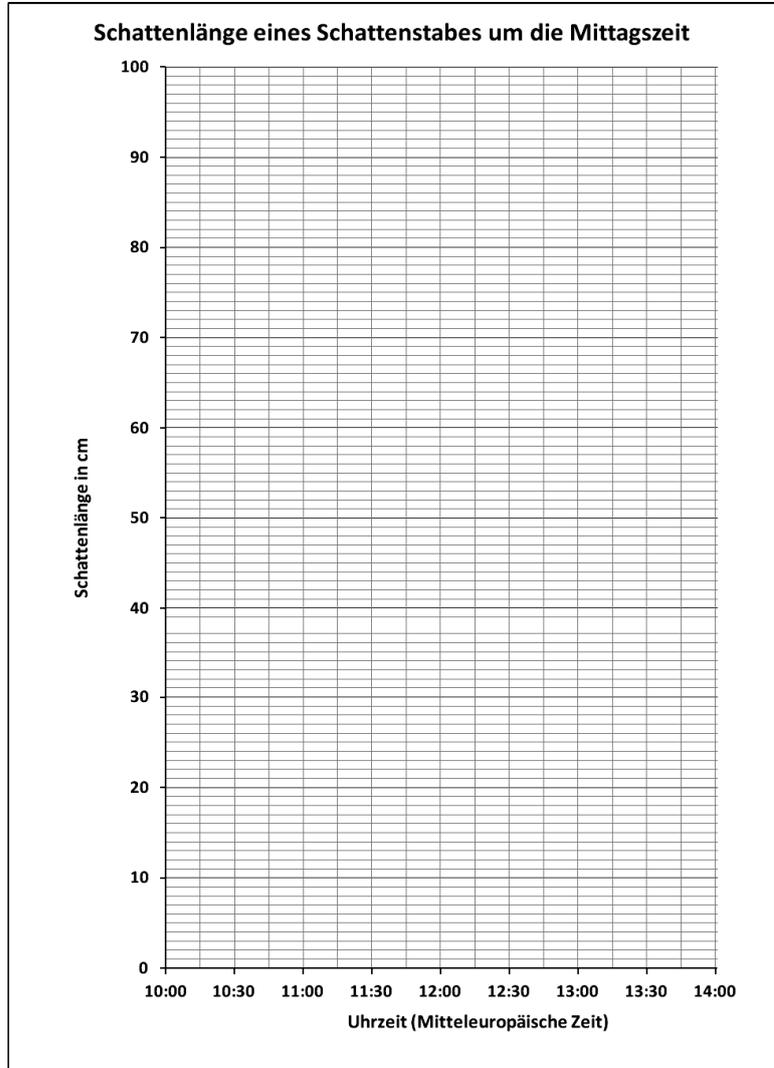
Achtung: Der Schattenstab darf während der gesamten Messung nicht bewegt werden!

2. Übertrage die Messwerte in das **Diagramm** und verbinde die Punkte miteinander, sodass eine Kurve entsteht.
3. Bestimme mithilfe des Diagramms möglichst genau die Mitte des Tages und schreibe die Uhrzeit auf. Vervollständige den Satz.

Messprotokoll und Diagramm

Datum der Messung:

Uhrzeit	Schattenlänge in cm
10:00 Uhr	
10:15 Uhr	
10:30 Uhr	
10:45 Uhr	
11:00 Uhr	
11:15 Uhr	
11:30 Uhr	
11:45 Uhr	
12:00 Uhr	
12:15 Uhr	
12:30 Uhr	
12:45 Uhr	
13:00 Uhr	
13:15 Uhr	
13:30 Uhr	
13:45 Uhr	
14:00 Uhr	



Die Mitte des Tages ist heute, am _____ um _____ Uhr, weil zu diesem Zeitpunkt _____.

Sonnenuhr in Montepescali (Italien)

Jahrtausende gab es keine Uhren, wie wir sie heute nutzen. Die Menschen nutzten z. B. einen Schattenstab, um die Zeit ablesen zu können. Das Foto zeigt eine solche „Sonnenuhr“. Sie befindet sich an einer Hauswand in Montepescali (Italien).



4. Schau dir das Foto der Sonnenuhr genau an. Lies ab, wie spät es war, als das Foto gemacht wurde und vervollständige den Satz:

Als das Foto gemacht wurde, war es ca. _____ Uhr.

Licht wird zurückgeworfen

Eine ganze Reihe optischer Phänomene beruht auf der Reflexion von Licht.

Beispiele:

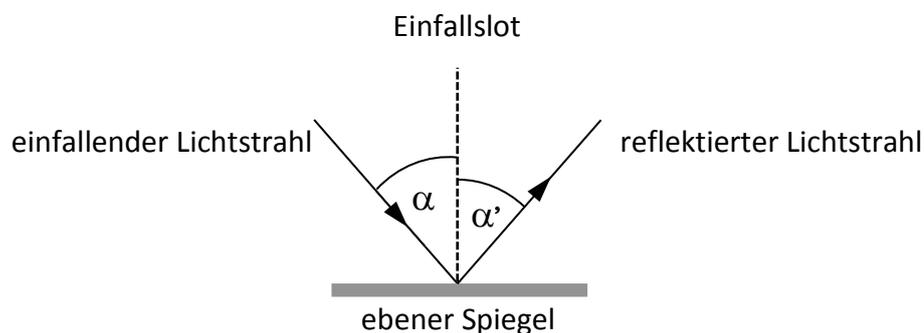
- Aufgrund der Reflexion können wir auch Körper sehen, die selbst nicht leuchten, wie z. B. den Mond oder die Planeten. Wir sehen sie, weil sie Licht reflektieren.
- In einem Badspiegel kannst du ein Spiegelbild von dir sehen. Auch das hängt mit der Reflexion von Licht zusammen.

Was versteht man unter Reflexion und wie wird Licht reflektiert?

Reflexion von Licht bedeutet, dass Licht von einem Körper zurückgeworfen wird. Man sagt, es wird **reflektiert**.

Das Reflexionsgesetz beschreibt, wie das Licht reflektiert wird.

Die folgende Abbildung veranschaulicht diesen Zusammenhang:



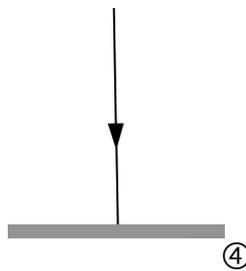
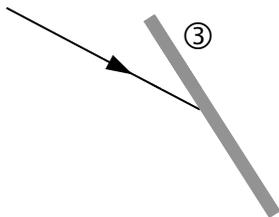
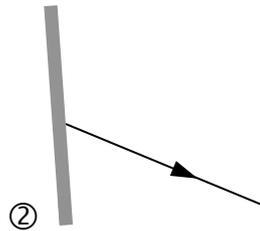
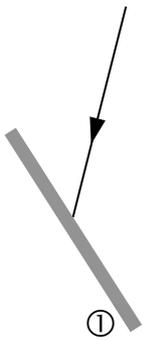
Reflexionsgesetz:

Trifft ein einfallender Strahl auf einen ebenen Spiegel, dann wird das Licht reflektiert. Der einfallende Strahl, das Einfallslot und der reflektierte Strahl liegen in einer Ebene. Der Einfallswinkel α und der Reflexionswinkel α' sind gleich groß.

Es gilt: $\alpha = \alpha'$

Aufgabe

Ergänze in den folgenden Abbildungen den einfallenden bzw. den reflektierten Strahl. Bestimme jeweils Einfallswinkel und Reflexionswinkel und trage sie in die Tabelle ein. Nutze hierfür ein Geodreieck. Beachte den Infokasten.



Ergebnisse

Nr.	Einfallswinkel α	Reflexionswinkel α'
①		
②		
③		
④		

Wie funktioniert ein Solarturmkraftwerk?

Ein Sonnen- oder Solarturmkraftwerk nutzt die Sonnenstrahlung, um Strom zu erzeugen. Die Abbildung zeigt die zwei Solarturmkraftwerke PS10 und PS20 in Andalusien (Spanien).



Solarturmkraftwerke in Andalusien, Spanien

So arbeiten Solarturmkraftwerke

Reflexion

Die Strahlung der Sonne wird mit sehr vielen ebenen (geraden) Spiegeln auf einen einzigen Bereich im oberen Teil des Turms gelenkt. Dabei wird das Reflexionsgesetz ausgenutzt. (Siehe Material „Licht wird zurückgeworfen“.)

Energieumwandlung

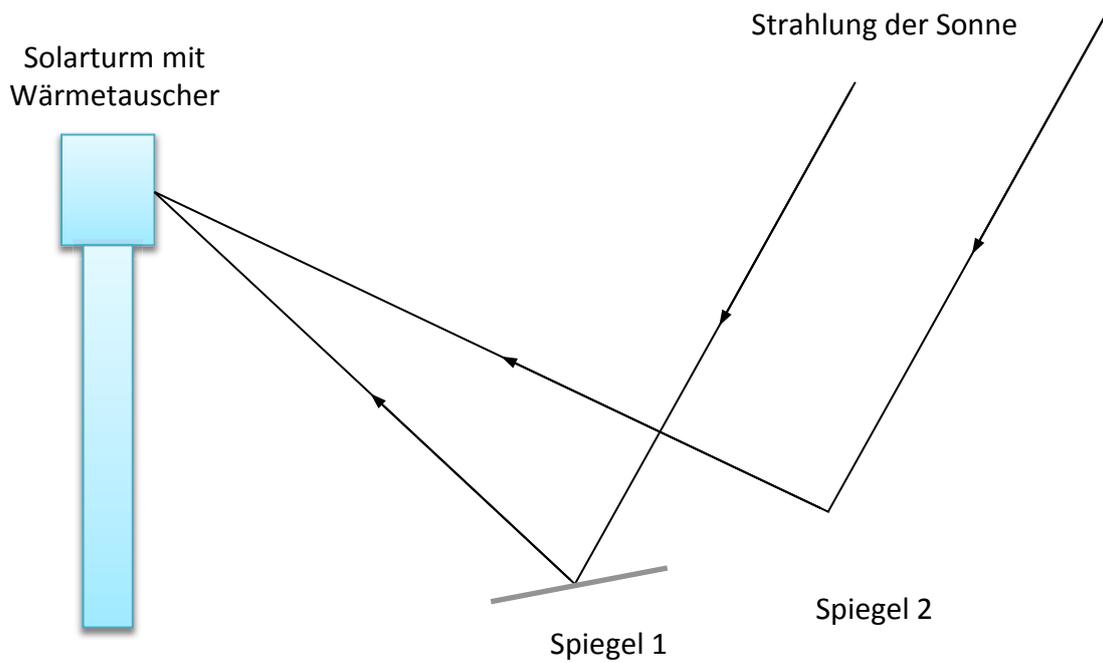
In dem Turmbereich, auf den das Licht von allen Spiegeln reflektiert wird, befindet sich ein „Wärmetauscher“. Dieser Wärmetauscher enthält Wasser. Das Wasser wird durch die gebündelte Sonnenenergie (Wärme) so stark erhitzt, dass Wasserdampf entsteht.

Der Wasserdampf wird stark zusammengepresst und in eine Turbine geleitet. In dieser erzeugt der Wasserdampf eine Drehbewegung, die auf einen Generator übertragen wird. Im Generator wird die Bewegungsenergie der Drehbewegung in elektrische Energie umgewandelt.

Im Generator wird also *eine* Energieform in eine *andere* umgewandelt.

Aufgaben

1. Die folgende Abbildung zeigt vereinfacht den Aufbau eines Solarturmkraftwerks.
Ergänze die Lage des zweiten Spiegels in der folgenden Abbildung.



2. Jeder Spiegel des Solarturmkraftwerks kann mithilfe eines Elektromotors gedreht werden.
Erkläre, warum das notwendig ist.

Reflexion in Blackboxen

Eine Blackbox ist ein schwarzer Kasten, von dem man nicht genau weiß, was sich darin befindet. Möchte man wissen, was sich in einer Blackbox befindet, muss man Untersuchungen anstellen, natürlich ohne die Blackbox zu zerstören.

Manche Kinder (manchmal auch Erwachsene) schütteln beispielsweise Überraschungseier. Am Geräusch versuchen sie herauszufinden, ob sich das begehrte Sammelobjekt im Ei befindet.

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind häufig in der gleichen Situation. Sie versuchen etwas zu untersuchen, das sich nicht direkt beobachten lässt.

Untersuche nun selbst verschiedene Blackboxen.

In den vier Blackboxen befinden sich jeweils ein oder mehrere Spiegel.

Aufgabe

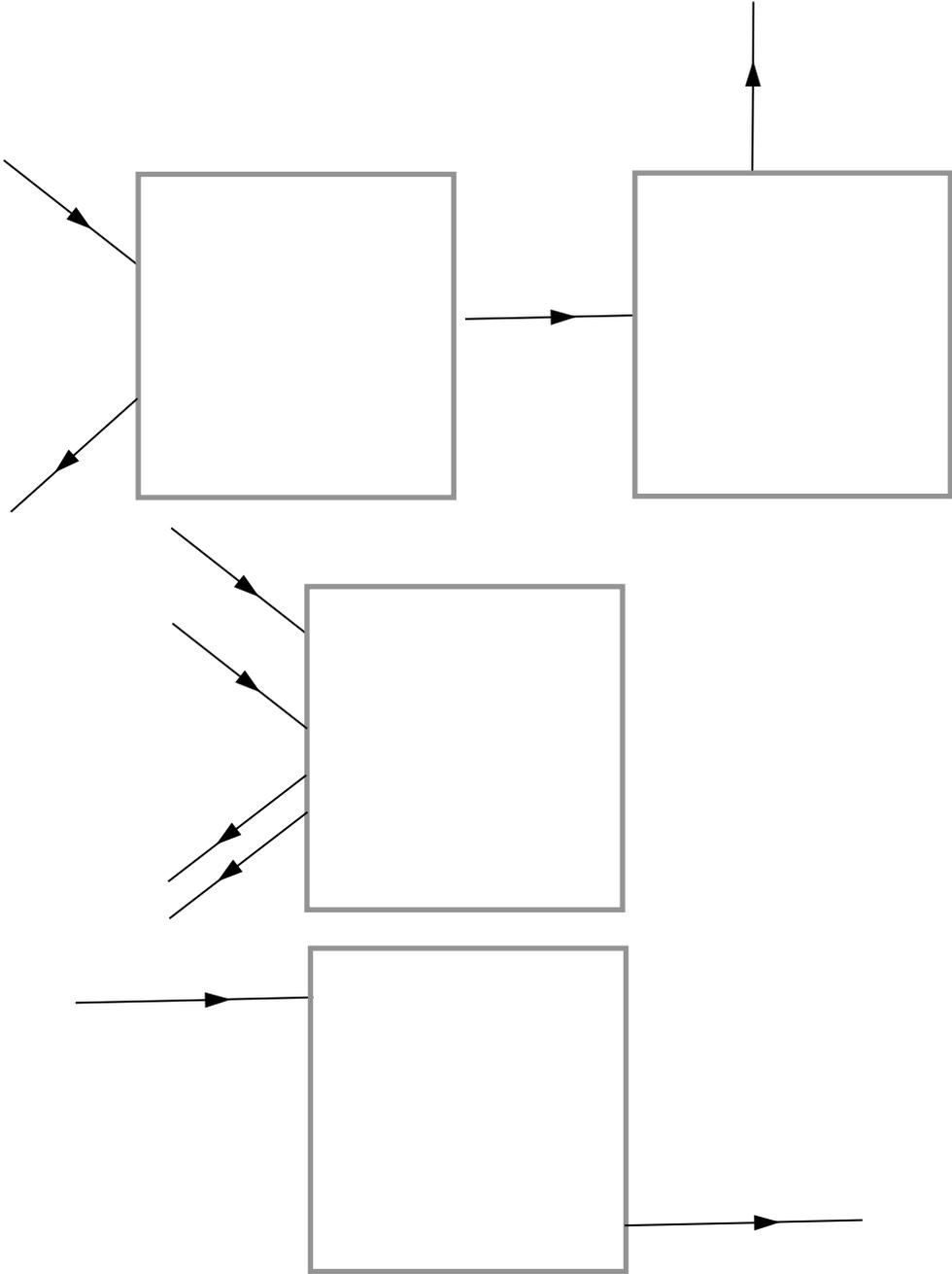
Ergänze jeweils den oder die Spiegel in den Abbildungen. Verlängere dazu die einfallenden und reflektierten Strahlen.

Zusatzaufgabe

Plane ein Experiment, mit dem du deine Zeichnungen überprüfen kannst. Ein Karton, eine Schere, ein Taschenspiegel (oder Aluminiumfolie) und eine Taschenlampe stehen zur Verfügung.

Schreibe deine Versuchsergebnisse auf.

Reflexion in Blackboxen



Wo erwärmt sich Luft schneller, über dem Meer oder über dem Land?

Das Wetter an einem Ort hängt von sehr vielen Faktoren ab. Beispielsweise spielt es eine Rolle, ob sich ein Ort direkt am Meer oder weit davon entfernt befindet. Die Luft erwärmt sich über dem Wasser (z. B. über einem Meer oder einem See) und über dem Land (Sand, Gestein, Pflanzen, ...) in einer bestimmten Zeitspanne unterschiedlich stark.

Aufgaben

1. Stelle eine Hypothese darüber auf, ob sich die Luft über dem Wasser oder über dem Land schneller erwärmt. Schreibe sie auf.

Um unsere Hypothesen zu überprüfen, führen wir ein Experiment durch. Der Versuchsaufbau steht fertig vorbereitet zur Verfügung. Der Versuchsaufbau stellt eine Vereinfachung der Wirklichkeit dar, er ist ein *Modell* für die Wirklichkeit.

Versuchsbeschreibung



Experiment zum Erfassen der Lufttemperaturen über Wasser und Sand

Zwei leere Getränkeflaschen (jeweils 1 Liter) werden gereinigt. Eine Flasche wird mit Sand, eine mit Wasser gefüllt. Beide Flaschen sollen jeweils dieselbe Gesamtmasse besitzen.

In jedem Schraubverschluss beider Flaschen befindet sich eine Bohrung, durch die jeweils ein Thermometer gesteckt wird. Für eine Dauer von 10 min werden beide Flaschen mit einem Heizstrahler bestrahlt (siehe Abbildung). Im Innern werden jeweils die Lufttemperaturen erfasst. Achte darauf, dass die Thermometer nicht das Wasser beziehungsweise den Sand berühren.

2. Schreibe auf, welchen Zweck das Modell hat.

3. Führe die Messungen durch. Erfasse dazu alle 30 Sekunden (s) die Temperatur (ϑ) in beiden Flaschen und protokolliere die Messwerte in einer Tabelle der folgenden Form:

t in s	Temperatur ϑ_1 in Flasche 1 (mit Sand) in °C	Temperatur ϑ_2 in Flasche 2 (mit Wasser) in °C
0		
30		
60		
usw.		

4. Stelle die Temperatur beider Flaschen in einem Diagramm in Abhängigkeit von der Zeit grafisch dar. Nutze zwei unterschiedliche Farben.

Hinweis zur Achsenzuordnung:

x-Achse: Zeit (t in s)

y-Achse: Temperatur (ϑ in C)

5. Überprüfe, ob deine Hypothese richtig war und schreibe das Ergebnis deiner Prüfung auf. Begründe deine Aussage mithilfe der Messwerte.

4.2 ZUR ARBEIT MIT EINEM TEILCHENMODELL

Pia K. Schmidt, Ilona Siehr

Die Naturwissenschaften und auch der naturwissenschaftliche Unterricht kommen bei der Darstellung und Beschreibung ihrer Phänomene nicht ohne Vorstellungen über den Aufbau der Stoffe aus Teilchen aus. Teilchenmodelle dienen der Deutung und Erklärung verschiedener experimenteller Beobachtungen, wie z. B. dem Aufbau von Kristallen oder den unterschiedlichen Eigenschaften von Eis, Wasser und Wasserdampf.

Es hat sich gezeigt, dass die Schülerinnen und Schüler oftmals Vorstellungen zum Aufbau von Stoffen entwickeln, die als „Irrtümer der Wissenschaft“ angesehen werden.

Wie kann man diesen wertvollen Gedankengängen mit Experimenten und Modellen im Unterricht begegnen?

Um diese Frage zu beantworten, werden zunächst einige typische Fehlvorstellungen zum Teilchenkonzept vorgestellt. Hans-Dieter Barke (2001) ermittelte durch Interviews mit Schülerinnen und Schülern drei Kategorien von Fehlvorstellungen:

- die Kontinuumstheorie
- die Vermischung von Stoff- und Teilchenebene
- Teilchenvorstellungen bei der Beschreibung von Prozessen

Die folgenden Schülerzitate sind seinen Gesprächen mit Lernenden entnommen und verdeutlichen die Kategorien der Fehlvorstellungen.

KONTINUUMSTHEORIE VERSUS DISKONTINUUMSTHEORIE

*„Wasser hat keine Teilchen, ein Tropfen lässt sich doch beliebig breit verschmieren.“
(Schülerzitat)*

Die von Demokrit und Leukipp formulierte Diskontinuumshypothese wurde 2000 Jahre lang diskutiert. Sie besagt, die wiederholte Teilung einer Materieportion habe irgendwann ein Ende, da Materie aus unteilbaren Teilchen (Atomen) aufgebaut sei. Der Diskontinuumshypothese von Demokrit und Leukipp stand die Kontinuumshypothese von Aristoteles gegenüber. Das Argument der Unmöglichkeit von leerem Raum („horror vacui“) führte Aristoteles zur Überzeugung des kontinuierlichen Aufbaus der Materie. Nach seiner Vorstellung besteht Materie folglich nicht aus Teilchen.

Dieses Argument findet sich auch in Aussagen von Lernenden wieder: „Zwischen den Teilchen kann nicht Nichts sein.“ Deshalb werden die Teilchen teilweise auch würfelförmig beschrieben. Auf diese Weise können die Teilchenvorstellungen und die Vorstellung, dass da *nicht Nichts sei*, zusammengeführt werden. Zwischen würfelförmigen Teilchen bleibt kein Raum für *Nichts*.

Kepler interpretierte 1611 die immer wiederkehrende sechseckige Form in der Vielfalt von Schneekristallen mithilfe von Kugelmodellen. Er stellte damit die äußere Kristallform und die innere Ordnung kleinster Teilchen in einen Zusammenhang. Seine Arbeit beendete die 2000 Jahre währende Diskussion über den Gegensatz zwischen der Kontinuums- und der Diskontinuumstheorie.

Den Schülerinnen und Schülern wird zur Überwindung ihrer Fehlvorstellungen in den beschriebenen Experimenten (Teil 1, Kapitel 4.3) der gleiche Gedankengang angeboten.

VERMISCHUNG VON STOFF- UND TEILCHENEBENE

„Zucker-Teilchen sind süß. Schwefel-Teilchen sind gelb.“ (Schülerzitat)

Diesen Aussagen zufolge haben einige Lernende die Vorstellung, die Teilchen hätten dieselben Eigenschaften wie der Teilchenverband, aus dem die Stoffe bestehen, hier Zucker bzw. Schwefel. Das bedeutet, dass der Unterschied zwischen Stoff und Teilchen nicht wirklich verstanden worden ist.

Die Aussage, Schwefel-Teilchen seien gelb, weist darauf hin, dass manche Fehlvorstellungen nicht nur aus der Alltagserfahrung der Lernenden resultieren, sondern dem Unterricht entstammen. So wird in Modellbaukästen den Teilchensorten (Elemente) die immer gleiche Farbe zugeordnet: Kohlenstoff → schwarz, Sauerstoff → blau, Schwefel → gelb. Im Unterricht sollten hingegen bewusst unterschiedliche Farben und Formen zur Veranschaulichung von Teilchen verwendet werden, z. B. gelbe Perlen, weiße Styroporkugeln oder auch Plättchen. Wichtig ist es, vor allem mit den Lernenden die Verwendung verschiedener Farben und Formen zu thematisieren. Warum verwende ich blaue Kreise, um die Wasser-Teilchen zu veranschaulichen? Wasser verbinden wir mit der Farbe Blau. Deshalb greifen wir bei der Veranschaulichung von Wasser-Teilchen auf die Farbe Blau zurück. Besonders wird diese Fehlvorstellung anhand der Modifikationen des Kohlenstoffs deutlich. Der Stoff „Graphit“ (z. B. in einer Bleistiftmine) ist grauschwarz, der kristalline Stoff „Diamant“ ist dagegen farblos. Beide Stoffe bestehen aber aus Kohlenstoff-Teilchen, die lediglich unterschiedlich angeordnet sind.

KLEINSTE TEILCHEN IN STOFFPORTIONEN

*„Zucker-Teilchen verschwinden beim Auflösen, nur das Wasser schmeckt süß.“
(Schülerzitat)*

Im Alltag bedeutet das Lösen von Problemen meist ein tatsächliches Auflösen im Sinne des Verschwindens des Problems. Hier ist ein sprachbewusster Umgang mit dem Begriff „Auflösen“ ein Beitrag dafür, Fachbegriffe nicht nur zu definieren, sondern sie sowohl in der Fach- als auch in der Alltagssprache in ihrer Bedeutung miteinander zu vergleichen.

Das Teilchenmodell wird in der Regel bei der Beschreibung der drei Aggregatzustände des Wassers eingeführt. Ist die Vorstellung, dass Stoffe aus Teilchen bestehen, bekannt, sollten experimentelle Beobachtungen im Unterricht auch immer wieder mithilfe eines Teilchenmodells interpretiert werden. Bei der Veranschaulichung der Änderung der Aggregatzustände oder dem Auflösen von Stoffen in Wasser sollte nicht nur der Anfangszustand eines Prozesses im Teilchenmodell dargestellt werden. Selbst, wenn Teilchen nach dem Lösen oder Verdampfen nicht mehr sichtbar sind, bleiben sie doch existent. Das heißt, auch der Endzustand eines Prozesses sollte mithilfe des Teilchenmodells beschrieben werden.

Um den Lernenden die Beschreibung von Prozessen auf der Teilchenebene zu erleichtern, kann man das Methodenwerkzeug „Filmleiste“²⁸ verwenden. Hierbei werden z. B. Bildteile in die richtige, chronologische Reihenfolge gebracht oder die Aussagen der Bildleiste werden versprachlicht. Es ist hilfreich, den Lernenden zwei separate Filmleisten getrennt für die Stoff- und Teilchenebene anzubieten. Die Beschreibungen der Filmsequenzen können dazu beitragen, der Fehlvorstellung, dass Teilchen verschwinden, wenn ein Stoff nicht länger sichtbar ist, entgegenzuwirken.

Hier bieten sich das Lösen und Kristallisieren von Salzen (Experiment 1) oder auch die Trennmethode wie die Filtration (Experiment 2) an.

²⁸ Z. B. Leisen (2013)

ENTWICKLUNG VON VORSTELLUNGEN – CHANCEN DURCH DEN UMGANG MIT MODELLEN

Die Entwicklung von Teilchenvorstellungen und der damit verbundene Umgang mit Modellen birgt also die Gefahr von Fehlvorstellungen. Gleichzeitig schätzen wir Modelle im Unterricht. Sie veranschaulichen unsere Gedanken zu experimentellen Beobachtungen.

Ein handelnder Umgang mit Materialien wie Styroporkugeln, Zahnstochern, Perlen etc. kann helfen, bei der Interpretation einer experimentellen Beobachtung eine Modellvorstellung zu entwickeln.

So kann man z. B. Styroporkugeln mit Zahnstochern zusammenstecken, Plättchen verschieben oder Perlen mischen. Während diese Gegenstände angefasst und platziert werden, bilden sich Vorstellungen. Das Zeigen und Erläutern so entstandener Modelle stellt zudem ein Kommunikationswerkzeug dar. Mittels des Modellbaus und der Verständigung darüber werden eigene Vorstellungen auch für andere sichtbar und nachvollziehbar.

Ein Zitat des Nobelpreisträgers James Watson verdeutlicht die Rolle, die der handelnde Umgang mit einem Modell für den Erkenntnisprozess haben kann. Gemeinsam mit Francis Crick und Rosalyn Franklin erforschte er den Aufbau und die Funktion der DNA, dem Molekül, das in jeder Zelle unseres Körpers vorhanden ist und all unsere Erbinformation speichert. Diese bahnbrechenden Erkenntnisse erlangten sie mithilfe des direkten Umgangs mit einem Modell.

„Die metallenen Purin- und Pyridinmodelle, die ich brauchte, [...] waren nicht rechtzeitig fertig geworden. [...] Also verbrachte ich den Rest des Nachmittags damit, aus dicker Pappe genaue Modelle der Basen auszuschneiden. [...] Ich begann, die Basen hin und her zu schieben und jeweils auf andere, ebenfalls mögliche Weise paarweise anzuordnen. Plötzlich merkte ich, daß ein durch zwei Wasserstoffverbindungen zusammengehaltenes Adenin-Thymin-Paar dieselbe Gestalt hatte wie ein Guanin-Cytosin-Paar.“ (Watson 1969, zitiert in Barke/Harsch 2001, S. 491)



Modell der DNA, Watson und Crick, National Science Museum, London

Im Folgenden werden Experimente vorgestellt, deren Beobachtungen mithilfe des Teilchenmodells interpretiert werden können. Die Beschreibung der Darstellungsmöglichkeiten des Teilchenmodells wird den Versuchsanleitungen vorangestellt. Beim Erklären ihrer experimentellen Beobachtungen gehen die Lernenden selbst mit Kugeln und Plättchen um und entwickeln so auch eigene Modelle. Modelle stellen hier nicht nur ein Unterrichtsmedium zur Veranschaulichung von Gedanken, Vorstellungen und Theorien dar. Sie werden selbst Inhalt des Unterrichts.

Die Experimente sind vor allem im Themenfeld „Stoffe im Alltag“ nutzbar, sie sind einzeln, aber auch für einen Lernzirkel verwendbar. In jedem Experiment werden die Elemente des Modells mit den originalen Stoffen im Experiment (z. B. Zucker, Wasser, Tinte) verglichen. Stoff- und Teilchenebene werden deutlich getrennt beschrieben und die Darstellung der Stoffe auf der Teilchenebene diskutiert. Die verwendeten Farben und Formen werden infrage gestellt. Den Lernenden kann so deutlich werden, dass Modelle brauchbar oder unbrauchbar sind. Nur wenn dies bei der Bildung des Teilchenkonzepts berücksichtigt wird, kann das weiterführende Lernen, also eine Differenzierung von Teilchen in Moleküle, Atome und Ionen gelingen.

4.3 UNTERRICHTSMATERIALIEN ZUM TEILCHENMODELL – EXPERIMENTE

Pia K. Schmidt, Ilona Siehr

ÜBERBLICK UNTERRICHTSMATERIALIEN

Handlungsmöglichkeiten mit Modellen ²⁹	Aufgabenvorschläge / Themen Themenfeld: <i>Stoffe im Alltag</i>
(E)	Trennen eines Stoffgemisches Feststoff, Kristall, Lösungen Teilchen bleiben auch in Lösungen erhalten. Auch für das Themenfeld <i>Welt des Großen – Welt des Kleinen</i> geeignet
(A)	Filtration von Cola Inhaltsstoffe von Getränken, Adsorption Lösungen können durch Adsorption von Gemischbestandteilen gereinigt werden. Anwendung bei der Wasseraufbereitung
(C)	Tintentropfen in kaltem und warmem Wasser Diffusion in Stoffgemischen, Eigenbewegung von Teilchen, Konzentrationsausgleich Bei höheren Temperaturen bewegen sich die Teilchen schneller.
(B)	Ein Ballon, der sich selbst aufbläht Verschiedene Aggregatzustände von Stoffen, flüssig und gasförmig Durch Energiezufuhr können sich Teilchen voneinander entfernen. „horror vacui“-Theorie anwenden
(D)	Warum platzen Kirschen im Regen? Diffusion und Osmose, Eigenbewegung von Teilchen, Konzentrationsausgleich In Stoffgemischen vermischen sich Teilchen aufgrund ihrer Eigenbewegung, um einen Konzentrationsausgleich zu erreichen. Entwicklung eines eigenen Modells auf der Basis einer experimentellen Beobachtung

Hinweis: In der Verknüpfung der Modelle mit den Experimenten sollte immer, gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern, eine Modellkritik in einer Reflexionsphase erfolgen.

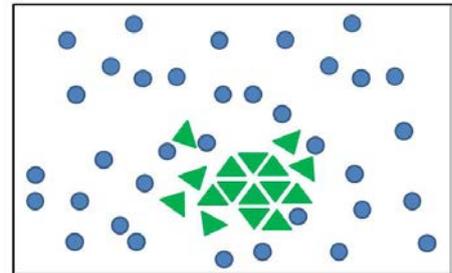
²⁹ Siehe Handlungsmöglichkeiten im Umgang mit Modellen (Teil 1, S. 34)

LEHRERINFORMATIONEN ZU DEN EXPERIMENTEN UND VORSCHLÄGE ZUR NUTZUNG VON MODELLDARSTELLUNGEN

Experiment: Trennen eines Stoffgemisches

Die Schülerinnen und Schüler sollen bei diesem Experiment zunächst ohne genaue Versuchsanleitung aus dem Gespräch von Nora und Yusuf heraus mit den bereitgestellten Materialien ein Stoffgemisch herstellen und wieder trennen.

Die Klärung der Frage, warum man das Salz im Meerwasser nicht sieht, soll mithilfe der Modellabbildung geklärt werden. Sie ist eine sehr vereinfachte Darstellung der teilchenmäßigen Vorgänge beim Auflösen von Kochsalz/Meersalz in Wasser. Dieser Abstraktionsgrad ist für die Doppeljahrgangsstufe 5/6 angemessen.

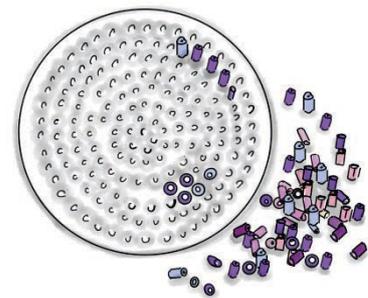


Teilchenmodell für das Auflösen von Kochsalz in Wasser: Kochsalz-Teilchen (grün), Wasser-Teilchen (blau)

Wird Kochsalz in Wasser gelöst, wird ein Kochsalzkristall durch Wasserteilchen zerstört, die Teilchen des Kochsalzkristalls bleiben aber fein verteilt im Wasser erhalten (siehe Abbildung). Die Salzkristalle sind allerdings nicht länger für das menschliche Auge sichtbar. Beim Verdunsten des Wassers werden sie wieder sichtbar, weil sie sich wieder zu Salzkristallen zusammenbauen.

Experiment: Filtration von Cola

Für dieses Experiment der Adsorption (Anhaftung) der Farbstoffteilchen an die Aktivkohle eignet sich die Nutzung von Steckperlen (Farbstoffteilchen) und den dazugehörigen Platten (Aktivkohleteilchen) als Modell. Die Steckperlen bleiben, wenn sie auf die Platte treffen, auf ihr hängen und können nicht durch sie hindurch gelangen. So kann die Adsorption des Cola-Farbstoffs (Zuckercoleur) an Aktivkohle im Filter veranschaulicht werden. Das Filtrat ist eine farblose, klare Lösung. Der Farbstoff ist an der Aktivkohle „hängengeblieben“.



Modell zur Adsorption

Experiment: Tintentropfen in kaltem und warmem Wasser

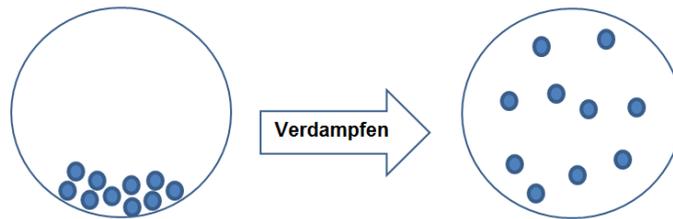
Das Experiment verdeutlicht das Bestreben der Teilchen, den ihnen zur Verfügung stehenden Raum gleichmäßig durch ihre Eigenbewegung auszufüllen (Konzentrationsausgleich). Die Lösung muss nicht gerührt werden, damit sich die Tinte im gesamten Becherglas verteilt. Die Verteilung der Tinte dauert im kalten Wasser länger als im warmen. Bei höherer Temperatur des Wassers bewegen sich die Wasserteilchen schneller, dies ergibt eine schnellere Durchmischung der Tinte im Wasser (Diffusion).

Im Modell stellen weiße und blaue Kunststoffplättchen die Wasser- und Tintenteilchen dar. Sie liegen farblich voneinander getrennt in einer Petrischale. Das Rütteln der Petrischale kann die Durchmischung der Teilchen verdeutlichen. Höhere Temperaturen werden durch stärkeres Rütteln veranschaulicht. Jetzt durchmischen sich die Kunststoffplättchen schneller.

Experiment: Ein Ballon, der sich selbst aufbläst

Die Siedetemperatur von reinem Alkohol (Ethanol) liegt bei 78°C. Damit verdampft Ethanol über Wasserdampf (100°C). Für das Experiment präpariert die Lehrkraft einen Luftballon mit wenigen Tropfen Ethanol. Das erhitzte Wasser im Experiment bewirkt, dass die Ethanolteilchen in einen gasförmigen Zustand übergehen und sich nun schneller umeinander bewegen. Dadurch nimmt das Ethanol einen größeren Raum ein, das Volumen des Ethanols nimmt dabei enorm zu. Die Ethanolteilchen selbst werden keinesfalls im Dampf größer. Im gasförmigen Zustand nutzen sie das gesamte Volumen des Ballons, er wird größer.

Im Modell können die Ethanolteilchen durch kleine Kugeln in einer durchsichtigen, geschlossenen Flasche oder einer Plastikugel dargestellt werden. Die Kugeln liegen am Boden. Wird die Flasche bzw. die Kugel geschüttelt, verteilen sie sich im gesamten Raum.



Den Schülerinnen und Schülern soll hier die Bewegung der Teilchen veranschaulicht werden. Die Leere zwischen den Teilchen, das „horror vacui“, muss stimmig in das Modell eingebunden werden, ohne dass daraus ein kognitiver Konflikt erwächst.

An dieser Stelle bietet sich eine Modellkritik an: Die Lernenden können anhand des Vergleichs von Experiment und Modell erkennen, dass die Ausdehnung im Modell nicht abgebildet ist.

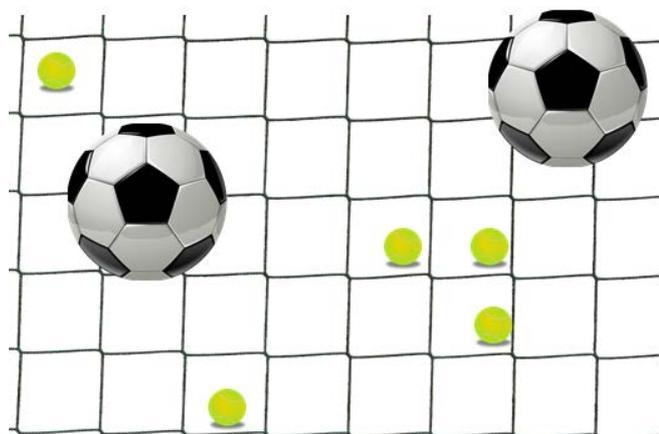
Für dieses Experiment steht eine Gefährdungsbeurteilung zur Verfügung (siehe S. 53f).

Beobachtung und Modellbildung: Warum platzen Kirschen im Regen?

Um die Zuckerkonzentration innerhalb und außerhalb der Kirsche auszugleichen, strömen Wasserpartikel durch die Membran (Haut der Frucht) ins Innere der Kirsche. Ein Konzentrationsausgleich in umgekehrter Richtung ist nicht möglich, weil die Zuckerteilchen zu groß sind, um die Membran zu passieren. Bei Regen steht genügend Wasser zum Einströmen in die Frucht zur Verfügung. Der Prozess erfolgt solange, bis die Zellen der Fruchthaut platzen und damit auch die Kirsche.

Die Lernenden experimentieren hier nicht, sondern beobachten und notieren ihre Beobachtungen. Die Bearbeitungszeit ist also vergleichsweise kurz.

Die Modellarbeit besteht in der Aufgabe für die Lernenden, ein eigenes Modell zu erstellen. Das Modell muss zwei Arten von Teilchen unterschiedlicher Größe und eine Grenze beinhalten. Die Grenze (die Membran) ist für die kleinen Teilchen (Wasser) durchlässig. Die großen Teilchen (Zucker) können die Grenze nicht passieren. Dazu können den Schülerinnen und Schülern Materialien zur Verfügung gestellt werden. Sie können Bilder malen oder Gegenstände des Alltags nutzen.



Modell von drei 12-jährigen Besuchern des LiseLabs, Schülerlabor der Lise-Meitner-Schule, Berlin 2016

Ballon, der sich selbst aufbläst

Versuchs-Kategorie: **Modelle und Simulationen**

Schülerversuch ab Jahrgangsstufe 5

Geräte

Luftballon, Schlüssel, Thermometer, Wasserkocher



Ggf. unten stehende Erläuterungen zu den Piktogrammen beachten.

Versuchsdurchführung

Vorbereitung durch die Lehrkraft: Luftballons mit wenigen Tropfen Ethanol (Alkohol) füllen und verknoten

Durchführung:

1. Bring das Wasser zum Kochen, lasse es abkühlen und gieße es in die Schüssel.
2. **Miss die Temperatur des Wassers.**
3. **Wenn das Wasser ca. 80°C hat, halte den zugeknöteten Luftballon an die Wasseroberfläche.**

Gefährdungen durch:

Stoffliche Eigenschaften	vorhanden
KMR-Stoff 1A/1B	<input type="checkbox"/>
durch Einatmen	<input type="checkbox"/>
durch Hautkontakt	<input type="checkbox"/>
durch Augenkontakt	<input checked="" type="checkbox"/>
Brandgefahr	<input checked="" type="checkbox"/>
Explosionsgefahr	<input checked="" type="checkbox"/>
weitere Gefahren	<input type="checkbox"/>

weitere Gefährdungen

weitere Gefahren und Hinweise

Achtung Verbrühungsgefahr! Bei Verwendung von heißen Flüssigkeiten ist ein Experimentieren im Stehen empfehlenswert.

Schutzmaßnahmen

Bau-, Ausrüstung, Einrichtung und organisatorische Maßnahme vgl. RiSU III – 2.4.4 und III – 2.4.5							Weitere Schutzmaßnahmen im Stehen Experimentieren
	Schutzbrille	Schutzhandschuhe	Abzug	Lüftungsmaßnahmen	geschlossenes System	Brandschutzmaßnahmen	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Chemikalien

Stoffbezeichnung	Anmerkung	Signalwort	Piktogramm	H-Satz	P-Satz	Tätigkeit	Typ
Ethanol - 10420		GEFAHR		H225 H319	P210 P240 P403+P233 P305+P351+P338	S4K	Edukt

Sicherheitshinweise

Bei Verwendung von heißen Flüssigkeiten ist ein Experimentieren im Stehen empfehlenswert.

Persönliche Schutzausrüstung



Eine **Gestellschutzbrille** ist zu tragen.

Verhalten im Gefahrenfall

Keine besonderen über die allgemeinen Maßnahmen zur Gefahrenabwehr hinausgehenden Maßnahmen nötig.

Substitution

Substitution von Gefahrstoffen, Verwendungsformen und -verfahren wurde geprüft. Der Versuch ist zur Vermittlung wesentlicher Lerninhalte nicht verzichtbar und kann unter Einhaltung der in der Versuchsvorschrift genannten Einschränkungen und mit den dort genannten Schutzmaßnahmen durchgeführt werden. Gefährliche Stoffeigenschaften oder andere Gefährdungen, die eine Durchführung durch Schüler/innen oder Lehrkräfte grundsätzlich ausschließen würden, sind nicht bekannt. Die Stoffliste DGUV Information 213-098 in degintu.dguv.de wurde berücksichtigt.

Literatur

keine Angaben

Versuch wird im folgendem Raum durchgeführt:

Testraum 1

Weitere Anmerkungen zum Versuch

keine Angaben

Datum: _____

Unterschrift: _____

Erstellt am 01.11.2018 15:22, für
Senatsverwaltung für Bildung, Jugend
und Familie, Berlin

LITERATUR, BILDNACHWEISE UND LINKS

Literatur

Barke, Hans-Dieter, Harsch, Günther (2001): Chemiedidaktik heute. Lernprozesse in Theorie und Praxis, Berlin, Heidelberg: Springer

Barke, Hans-Dieter (2006): Chemiedidaktik, Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen, Berlin, Heidelberg: Springer

Leisen, Josef (2013): Handbuch Sprachförderung im Fach. Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis, Stuttgart: Klett

Watson (1969): Die Doppel-Helix, Hamburg: Rohwohlt

Bildnachweise

Modell der DNA von Francis Crick und James Watson: © Reconstruction of the double helix model of DNA. London: National Science Museum

Zeichnung: Teilchenmodell, Auflösen von Kochsalz in Wasser: Jana Schlösser, SenBJF

Teilchenmodell, verdampfen: Pia K. Schmidt, LISUM

Teilchenmodell, Tor: Modell von drei 12-jährigen Besuchern des LiseLabs, Schülerlabor der Lise-Meitner-Schule, Berlin 2016

Fußballtor: <https://pixabay.com/en/safety-net-knot-goal-network-sky-3214592>

Fußball: <https://pixabay.com/en/soccer-ball-sport-game-team-34898>

Tennisball: <https://pixabay.com/en/tennis-ball-ball-tennis-sports-155516>

Mikroskop: https://pixabay.com/static/uploads/photo/2012/04/12/13/36/microscope-30064_960_720.png

Zeichnung, Pipette, Trichter, Becherglas: Ilona Siehr, LIUSM

Zeichnung, Stecktafel und Perlen: Katja Friedrich, LISUM, cc by nc nd 4.0

Zeichnung: Teilchen und Petrischale: Ilona Siehr, LIUSM

Flasche: <https://pixabay.com/de/flasche-trinken-wein-getr%C3%A4nke-147690>

Kirsche: <https://pixabay.com/de/kirsche-stammzellen-obst-rot-reif-575547>

Links

Weitere Experimente mit Lösungen: Kleine Teilchen auf Wanderschaft. Verfügbar unter: https://www2.klett.de/sixcms/media.php/229/06_045172.doc

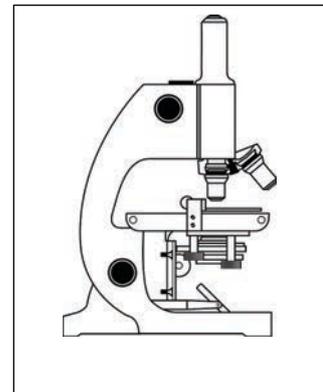
Experiment: Trennung eines Stoffgemisches

Nora und Yusuf bauen am Ostseestrand eine Kleckerburg. Dabei überlegen sie, wie man zunächst den Sand vom Meerwasser trennen könnte. Yusuf sagt: „Das ist nicht schwer, man braucht nur alles durch eine Kaffeefiltertüte zu gießen und das Meerwasser in ein Gefäß laufen lassen.“ Nora denkt gleich weiter und sagt: „Mir fallen gleich zwei Möglichkeiten ein, das Salz aus dem Meerwasser zu gewinnen. Man könnte die Lösung erhitzen, bis alles Wasser verdunstet ist oder wir lassen das Meerwasser einfach stehen und warten, bis das Wasser verdunstet ist.“ Beide probieren das aus und überlegen dann, warum man im Meerwasser die Salzkristalle nicht sieht, die nach dem Verdunsten entstehen. Kannst du ihnen bei der Antwort helfen?

Auf dem Tisch befinden sich: Kochsalz, Wasser, Sand, zwei Bechergläser, ein Trichter, ein Kaffeefilter, eine Heizplatte, eine Pipette, ein Glasplättchen (Objektträger) und ein Mikroskop.

Aufträge:

1. Stelle im Becherglas ein Sand-Wasser-Kochsalz-Gemisch her.
2. Trenne das Gemisch mit den bereitstehenden Materialien nach der Beschreibung von Nora und Yusuf. Hebe etwas von der klaren Lösung zum Mikroskopieren auf.
3. Gib nun mit der Pipette zwei Tropfen von der Kochsalzlösung auf das Glasplättchen und lege es auf den Objektisch des Mikroskops.
4. Beobachte unter dem Mikroskop, was nach dem Verdunsten des Wassers zu sehen ist.
5. Beschreibe deine Beobachtungen. Zeichne was du siehst.

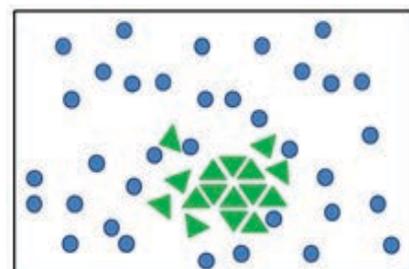


Beobachtungen:

Auswertung:

Die Abbildung zeigt ein Modell der Kochsalzteilchen (grün) und der Wasserteilchen (blau) beim Auflösen von Kochsalz in Wasser.

Beantworte mithilfe dieser Modellvorstellung die Frage von Nora und Yusuf: Warum kann man im Meerwasser die Salzkristalle nicht sehen?



Experiment: Filtration von Cola

Nora und Yusuf trinken gern Cola. Sie lesen auf dem Etikett, dass der braune Farbstoff Zuckercouleur heißt. Sie versuchen in einem Experiment, farblose Cola herzustellen und gehen dabei folgendermaßen vor:

Auf dem Tisch befinden sich: Cola, Aktivkohle, Kaffeefiltertüte, ein Trichter, ein Becherglas und ein Spatel (Löffel).

Aufträge:

1. Gib auf das Filterpapier im Trichter einen Löffel Aktivkohle.
2. Tropfe nun Cola auf die Aktivkohle und fange die Flüssigkeit im Becherglas auf. Gieße das Filtrat ggf. mehrfach über die Aktivkohle im Trichter.
3. Notiere deine Beobachtung.



Beobachtung:

Erklärung:

Hinweis: Die Aktivkohle hat eine große Oberfläche mit Wölbungen und Einbuchtungen.

Formuliere eine Vermutung für die Veränderung der Cola beim Durchlaufen der Aktivkohle.

Auswertung:

Du findest auf dem Tisch Steckperlen und eine Steckplatte. Entwirf daraus ein Modell, das zeigen soll, was mit den Farbstoffteilchen an der Aktivkohle passiert.

Fülle anschließend die Tabelle aus.



Teilchen von ...	Im Modell werden die Teilchen dargestellt mithilfe von ...
Aktivkohle	
Farbstoff	

Experiment: Tintentropfen in kaltem und warmem Wasser

Nora und Yusuf untersuchen die Tinte in ihrer Füllhalterpatrone. Dabei kleckst ein Tropfen in ein Wasserglas auf dem Schreibtisch. Sie beobachten dann, wie sich die Tinte im Wasser verteilt. Nun wollen sie auch wissen, wie das in warmem Wasser aussieht.

Auf dem Tisch befinden sich:

zwei Bechergläser oder Marmeladengläser, ein Wasserkocher und Tinte.

Aufträge:

1. Fülle ein Becherglas mit kaltem Wasser und das andere mit warmem Wasser.
2. Gib nun ein paar Tropfen Tinte in beide Bechergläser. Lass die Gläser ganz still stehen.
3. Beobachte die Tintentropfen und vergleiche die Vorgänge in kaltem und warmem Wasser.

Beobachtung:

Erklärung:

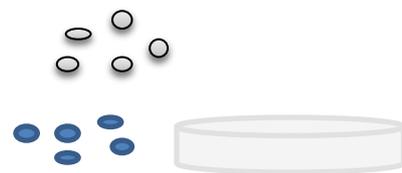
Erkläre das unterschiedliche Verhalten der Tinte in kaltem und warmem Wasser.

Auswertung:

Dir stehen blaue und weiße Kunststoffplättchen und eine Petrischale zur Verfügung.

Stelle die Verteilung der Farbstoffteilchen zwischen den Wasserteilchen bei unterschiedlichen Temperaturen im Modell dar.

Fülle anschließend die Tabelle aus.



Teilchen von ...	Im Modell werden die Teilchen dargestellt mithilfe von ...
Wasser	
Tinte	

Experiment: Ein Ballon, der sich selbst aufbläst

Nora und Yusuf zeigen ihren Mitschülerinnen und -schülern, wie sich ein Luftballon aufbläst, ohne ihn aufzupusten. Sie erklären dieses Phänomen anschließend mithilfe eines Modells.

Auf dem Tisch befinden sich: ein Luftballon, der ein paar Tropfen Alkohol (Ethanol) enthält, ein Wasserkocher, Schüssel, Thermometer.

Aufträge:

1. Bring das Wasser zum Kochen, lasse es abkühlen und gieße es in die Schüssel.
2. Miss die Temperatur des Wassers.
3. Wenn das Wasser 80 °C hat, halte den zugeknoteten Luftballon, der einige Tropfen Alkohol enthält, kurz über die Wasseroberfläche.
4. Beobachte den Luftballon und notiere deine Beobachtung.

Beobachtung:

Erklärung:

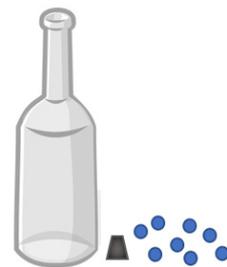
Erkläre deine Beobachtung.

Auswertung:

Dir stehen Kunststoffkügelchen und eine Plastikflasche zur Verfügung.

Stelle die Verteilung der Alkoholteilchen während des Versuches im Modell dar.

Fülle anschließend die Tabelle aus.



Teilchen von ...	Im Modell werden die Teilchen dargestellt mithilfe von ...
Alkohol	

Beobachtungsversuch: Warum platzen Kirschen im Regen?

Nora und Yusuf gehen in den Garten und naschen leckere reife Kirschen. Sie sind noch nass vom Regenguss. Einige sind aufgeplatzt. Dieses Phänomen wollen beide untersuchen.

Auf dem Tisch befinden sich:

zwei Bechergläser. In einem Becherglas liegt eine frische Kirsche schon mehrere Stunden im Wasser. In dem anderen Becherglas liegt eine frische Kirsche ohne Wasser.

Beobachtung:

Auswertung:

Hinweis: Kirschen schmecken süß. In der Kirsche befindet sich eine Zuckerlösung.

Die Kirsche ist von einer „Haut“ umgeben. Durch die Zellen dieser Haut können nur Wasserteilchen hindurchwandern.

Zuckerteilchen können das nicht.

Erkläre deine Beobachtung unter Verwendung dieses Hinweises.



Schlage ein Modell zur Erklärung deiner Beobachtung vor. Nutze die Tabelle.

Bestandteile der Kirsche	Im Modell werden die Bestandteile dargestellt mithilfe von ...
Membran (Zellen der Fruchthaut)	
Wasserteilchen	
Zuckerteilchen	

5 NATURWISSENSCHAFTEN 5/6 SPRACHSENSIBEL UNTERRICHTEN

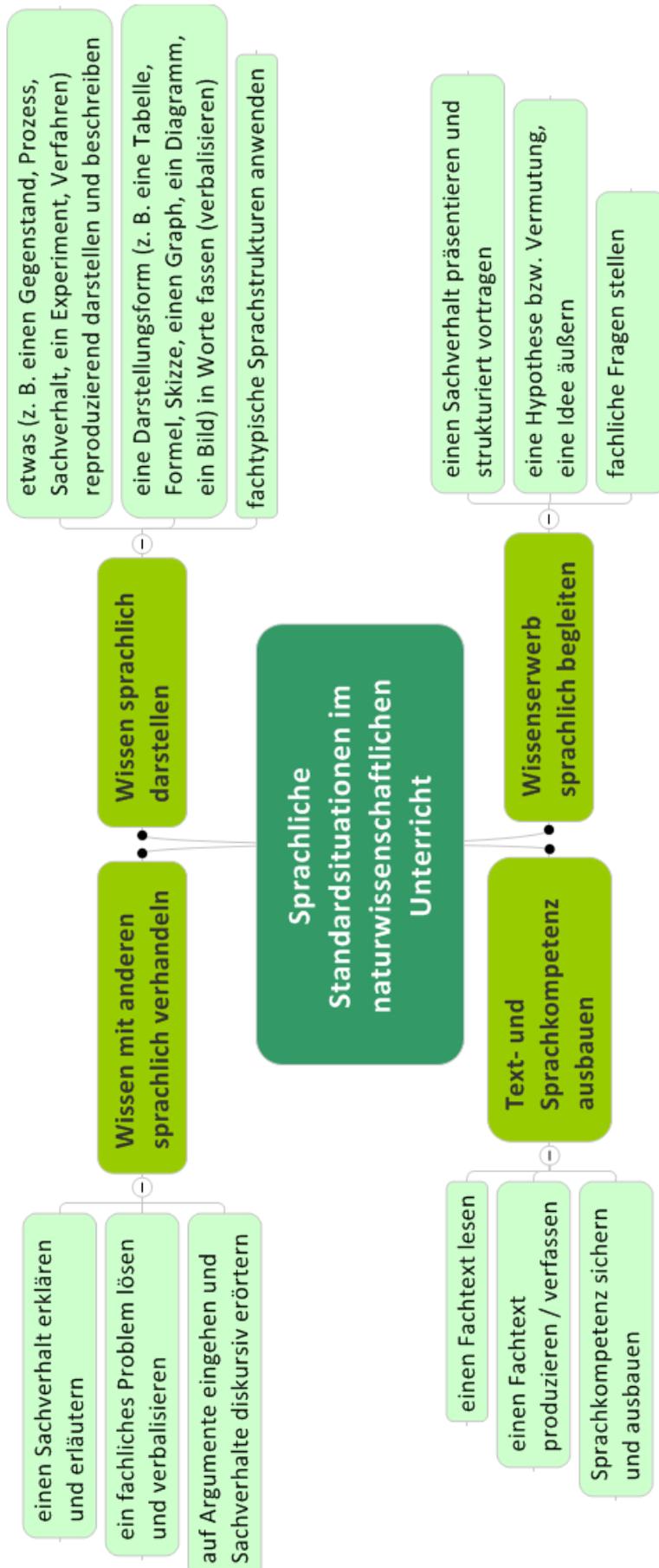
Pia K. Schmidt, Ilona Siehr

Man könnte meinen, im Fokus des naturwissenschaftlichen Unterrichts stehe allein der naturwissenschaftliche Erkenntnisprozess mit dem Experiment und dem Modell. Aber zu experimentieren bedeutet immer auch, Fragen und Hypothesen zu formulieren sowie das Experiment und seine Beobachtung in Wort und Bild zu dokumentieren, also zu kommunizieren. Modelle dienen dazu, die eigenen Gedanken zu veranschaulichen, sie mit denen anderer zu vergleichen und zu diskutieren. Modelle sind somit auch ein Werkzeug der Kommunikation.³⁰

Unterricht setzt sich aus einer Vielzahl verschiedener kommunikativer Unterrichtssituationen zusammen. Leisen (2015) unterscheidet zwölf sprachliche Standardsituationen im naturwissenschaftlichen Unterricht (siehe Abbildung auf der folgenden Seite).

Die sprachlichen Standardsituationen machen deutlich, dass die Sprachbildung nicht allein dem Deutschunterricht überlassen werden kann, denn Sprachlernen und Fachlernen gehören zusammen (siehe Leisen 2015). Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nutzen eine eigene Sprache, die für die Beschreibung naturwissenschaftlicher Sachverhalte und den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess (Fragestellung, Planung und Durchführung eines Experiments, Beobachtung und Auswertung) benötigt wird. Sie verwenden nicht nur bestimmte Fachbegriffe, sondern auch fachspezifische Sprachstrukturen und Darstellungsformen.

³⁰ Siehe Teil 1, Kapitel 4.2: Zur Arbeit mit einem Teilchenmodell



³¹ Nach Leisen (2015)

Insofern empfiehlt Leisen (2015) den Lehrkräften, Fachunterricht auch immer sprachsensibel zu denken.

„Der Sprachensible Fachunterricht

- nimmt sich des Themas Sprache im Fachunterricht an;
- arbeitet mit der Sprache, die da ist – und sei sie noch so defizitär;
- verwendet in jeder Lernsituation die jeweils passende Sprache;
- geht sensibel mit den sprachlichen Standardsituationen im Fachunterricht um;
- unterstützt das Sprachlernen und das Fachlernen mit Methoden-Werkzeugen;
- tut was er kann, vollbringt aber keine Wunder.“³²

Zusammengefasst gilt:

- „Sprachsensibler Fachunterricht akzeptiert, dass Sprache im Fachunterricht ein Thema ist und dass Sprachlernen im Fach untrennbar mit dem Fachlernen verbunden ist.
- Sprachsensibler Fachunterricht pflegt einen bewussten Umgang mit der Sprache.“³³

Sprachsensibler Fachunterricht, das wird deutlich, ist umfassende Spracharbeit. Sie berücksichtigt die grundlegenden kommunikativen Tätigkeiten wie Sprechen, Hören, Lesen und Schreiben, soweit sie für das fachliche Lernen erforderlich sind.

LESEVERSTEHEN NATURWISSENSCHAFTLICHER SACHTEXTE

Um einen Sachtext zu erschließen, benötigen die Lernenden gerade am Anfang Unterstützung. Empfohlen wird das Lesen vorab zu entlasten, während des Lesens Lesestrategien anzuwenden und das Textverständnis im Anschluss an das Lesen zu überprüfen. Alle drei Phasen lassen sich durch gezielte Aufgabenstellungen gestalten.



³² Leisen (2015), S. 135

³³ Leisen (2015), S. 135

MATERIALIEN FÜR DEN SPRACHSENSIBLEN FACHUNTERRICHT

Die folgenden Unterrichtsmaterialien zu zwei Themenfeldern enthalten unterschiedliche Aufgaben für den sprachsensiblen Unterricht. Die Aufgaben beziehen sich auf Texte und dienen dem Leseverstehen. Fachbegriffe sollen in Texten markiert oder Überschriften für Textabschnitte formuliert werden und Textinformationen sind in eine andere Darstellungsform zu überführen. Außerdem enthalten die Materialien Experimentiervorschläge. Zur Beschreibung der Beobachtungen (Chromatogramm, Liniendiagramm) werden Formulierungshilfen (Sprechblasen, Diagrammfächer) angeboten.*

Themenfeld	Aufgaben/Experimente
Stoffe im Alltag	<p>Farbstoffe (1) – Farbstoffe sind oft Gemische*</p> <p>Vor dem Lesen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lesefokus klären ▪ Experiment: Papierchromatografie
	<p>Farbstoffe (2) – Farbstoffe lassen sich voneinander trennen</p> <p>Während des Lesens:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lesestrategien anwenden
	<p>Farbstoffe (3) – Farbstoffe lassen sich voneinander trennen</p> <p>Nach dem Lesen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ mit Aufgaben das Textverständnis sichern ▪ Selbstevaluation des erworbenen Wissens (mit Hilfen) ▪ das Glossar bearbeiten (Farbstoffe 2)
Pflanzen, Tiere, Lebensräume	<p>Wie schützen sich Tiere vor der Kälte? (1) – Wärmeisolation</p> <p>Während des Lesens:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lesestrategien anwenden
	<p>Wie schützen sich Tiere vor der Kälte? (2) – Wärmeisolation</p> <p>Nach dem Lesen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Informationen des Textes mit Text- und Bildkarten als Mindmap darstellen
	<p>Wie schützen sich Tiere vor der Kälte? (3) – Wärmeisolation</p> <p>Nach dem Lesen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Modellversuch ▪ Arbeit mit dem Diagramm <p><i>Hinweise:</i> Ausgangspunkt ist im Unterrichtsgespräch die Frage, wie Tiere auch im Winter ihre Körpertemperatur aufrechterhalten können. Gemeinsam wird ein Modellversuch geplant und angeleitet durchgeführt. Die Auswertung erfolgt zunächst mit dem Protokollbogen und wird veranschaulichend in ein Liniendiagramm überführt. Der Diagrammfächer unterstützt die Auswertung eines Diagramms.</p>

*Lehrerinformationen zur Papierchromatografie siehe Teil 2, Experiment 3.
Hinweis zu den Materialien: Drucken Sie nur einseitig aus.

LITERATUR, BILDNACHWEISE UND LINKS

Literatur

- Bauer, Karin, Gros, Leo, Sauer, Werner (1989): Dünnschicht-Chromatographie: eine Einführung, Heidelberg: Hüthig, CC BY-ND 4.0
- Leisen, Josef (2015): Fachlernen und Sprachlernen. Bringt zusammen, was zusammen gehört. In: MNU, 68. Jg., H. 3, S. 132–137. Verfügbar unter: <http://www.josefleisen.de/downloads/sprachbildung/01%20Fachlernen%20und%20Sprachlernen%20-%20MNU%202015.pdf>
- Leisen, Josef (2013): Darstellungs- und Symbolisierungsformen im Bilingualen Unterricht. In: Hallet, Wolfgang, Königs, Frank G.: Handbuch Bilingualer Unterricht. Content and Language Integrated Learning, Seelze: Klett-Kallmeyer, S. 152-160
- Leisen, Josef (2011): Praktische Ansätze schulischer Sprachförderung – Der sprachensible Fachunterricht. Verfügbar unter: https://www.hss.de/fileadmin/media/downloads/Berichte/111027_RM_Leisen.pdf
- Leisen, Josef (2005): Muss ich jetzt auch noch Sprache unterrichten? Sprache und Physikunterricht. In: Unterricht Physik, 16. Jg., Nr. 87, S. 4. Verfügbar unter: <http://www.josefleisen.de/downloads/sprachbildung/11%20Sprache%20und%20Physikunterricht%20-%20NiU%202005.pdf>
- Muckenfus, Heinz (1988): Wie präzise dürfen physikalische Begriffe sein, damit Schüler sie noch verstehen? In: MNU, H. 7, S. 397-406
- Pertzel, Eva, Schütte, Anna Ulrike et. al. (2016): Sprachsensibel Biologie unterrichten: Experimente, Modelle und Diagramme. In: Schreiben in Biologie, Geschichte und Mathematik (Klasse 5/6). Schriftlichkeit im sprachsensiblen Fachunterricht. Hrsg. v. Qua-LIS NRW, Beiträge zur Schulentwicklung. Praxis, Münster, New York: Waxmann

Bildnachweise

- Zeichnung, Filterpapier: Ilona Siehr, LISUM
- Foto: Filterpapier Chromatografie: Autorenteam, Teil 2, DESY
- Eichhörnchen im Schnee: <https://pixnio.com/free-images/2018/06/27/2018-06-27>
- Igel: <https://pixabay.com/en/hedgehog-animal-cute-wild-nature-374525>
- Waschbär: https://cdn.pixabay.com/photo/2016/09/12/17/35/raccoon-1665333_960_720.jpg
- Wildschwein mit Frischlingen: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6a/Bache_mit_Frischling.jpg
- Rehe: <https://pixabay.com/de/rehe-wald-damwild-natur-wild-1963837>
- Wildschwein: <https://pixabay.com/en/hog-wild-wild-boar-mother-swine-1729971>
- Dachs: <https://pixabay.com/en/badger-animal-forest-mammal-44202>
- Vogelschwarm: <https://pixabay.com/de/g%C3%A4nse-zugv%C3%B6gel-schwarm-formation-245636>
- Eichhörnchen im Baum: <https://pixabay.com/de/eichh%C3%B6rnchen-niedlich-h%C3%B6rnchen-250497>
- Fuchs: <https://pixabay.com/de/fuchs-schnee-winter-natur-wildtier-1976813>
- Fisch: <https://pixnio.com/de/tiere/fische/forellen-fischen/fisch-kopf-weiblich-achterbahn-bach-forelle>
- Frosch: <https://pixabay.com/en/frog-green-water-lily-leaf-842621>
- Millimeterpapier: Bobarino, 2006. Mathematisches Papier, cc by sa 3.0. Verfügbar unter: https://de.wikipedia.org/wiki/Mathematisches_Papier#/media/File:Graph-paper.svg

Links

- Leisen, Josef: Downloads zur Sprachbildung im sprachsensiblen Fachunterricht. Verfügbar unter: <http://www.josefleisen.de/download-sprachbildung>

Farbstoffe (1) – Ein Experiment

Nora und Yusuf malen mit zwei unterschiedlichen Filzstiften gemeinsam auf einem Löschpapier. Nora stellt ihr Wasserglas stürmisch auf den Tisch und Wasser kleckert auf das Papier. Sie beobachten, dass die Farbe des einen Stiftes verläuft und sich auf einmal zusätzliche Farben zeigen, beim zweiten Stift dagegen passiert nichts. Wie kann das sein? Das wollen sie nun genauer untersuchen.

Aufgabe:

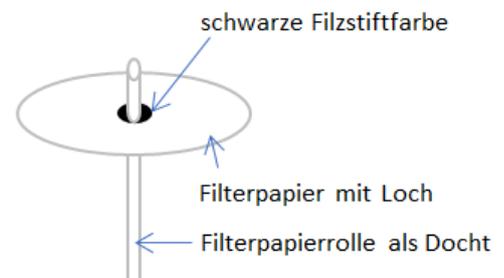
Untersuche: Ist der schwarze Farbstoff in Filzstiften wirklich schwarz?
Führe folgendes Experiment durch:

Material und Geräte:

- 2x zwei Rundfilterpapiere
- zwei Bechergläser
- wasserlösliche und wasserunlösliche Filzstifte, schwarz
- Wasser

Durchführung: (1. mit einem wasserlöslichen und 2. mit einem wasserunlöslichen Filzstift)

- Stich in die Mitte des Rundfilterpapiers ein ca. 1 cm großes Loch. Male danach mit dem schwarzen Filzstift um dieses Loch mehrmals übereinander einen Kreis, damit genügend Farbstoff vorhanden ist.
- Rolle ein zweites Rundfilterpapier zu einem Docht zusammen und stecke es durch das Loch des ersten Rundfilterpapiers.
- Fülle nun etwas Wasser in das Becherglas und stelle das Rundfilterpapier samt Docht so hinein, dass der aufgemalte Kreis nach oben zeigt und nur der Docht ins Wasser taucht.
- Beobachte das Filterpapier mit dem Farbstoff in den nächsten Minuten. Nimm das Filterpapier und lege es zum Trocknen auf eine saubere Fläche.



Beobachtung:

Notiere, was du bei beiden Experimenten beobachten kannst.

Aufträge zur Weiterarbeit:

- Klebe die getrockneten Filterpapiere auf.
- Lies zur Erklärung des Versuchsergebnisses den folgenden Text (Farbstoffe 2) und überprüfe dein Wissen (Farbstoffe 3).

Farbstoffe (2)

Damit Nora und Yusuf das beobachtete Phänomen verstehen, bekommen sie von der Lehrkraft einen Sachtext.

Aufgaben:

Lies den Text und unterstreiche die Fachbegriffe. Trage sie im Anschluss in die Tabelle ein.

Nachdem du dein Wissen überprüft hast (Farbstoffe 3), ergänze Erklärungen für die Fachwörter.

Sachtext:

Die schwarze Farbe ist kein Reinstoff, sondern ein Gemisch aus verschiedenen Farbstoffen. Durch ein Experiment, man nennt es Papierchromatografie, kann man herausfinden, aus welchen Farben das Schwarz in Filzstiften zusammengesetzt ist.

Der Filterpapierdocht in der Mitte saugt sich mit dem Wasser voll. Das Wasser wandert über den Docht durch den schwarzen Farbstoff und das Filterpapier nach außen. Für die schwarze Farbe wirkt es als Lösungsmittel: Verschiedene Farbstoffe lösen sich aus der schwarzen Farbe.

Farbstoffe, die sich gut im Wasser lösen und schlecht am Papier haften, wandern mit dem Wasser schnell mit nach außen auf dem Filterpapier. Die Farbstoffe, die sich schlecht im Wasser lösen, jedoch gut am Papier haften, wandern langsamer auf dem Papier nach außen.

Bei der Papierchromatografie lassen sich also zwei Eigenschaften von Farbstoffen beobachten:

1. Die Farben in einem Farbstoffgemisch lösen sich mithilfe des Lösungsmittels Wasser unterschiedlich gut.
2. Die Farben haften unterschiedlich gut an der Papieroberfläche. Das Anhaften nennt man „Adsorption“.

Fachwort	Erklärung
Reinstoff	
Gemisch	

Farbstoffe (3)

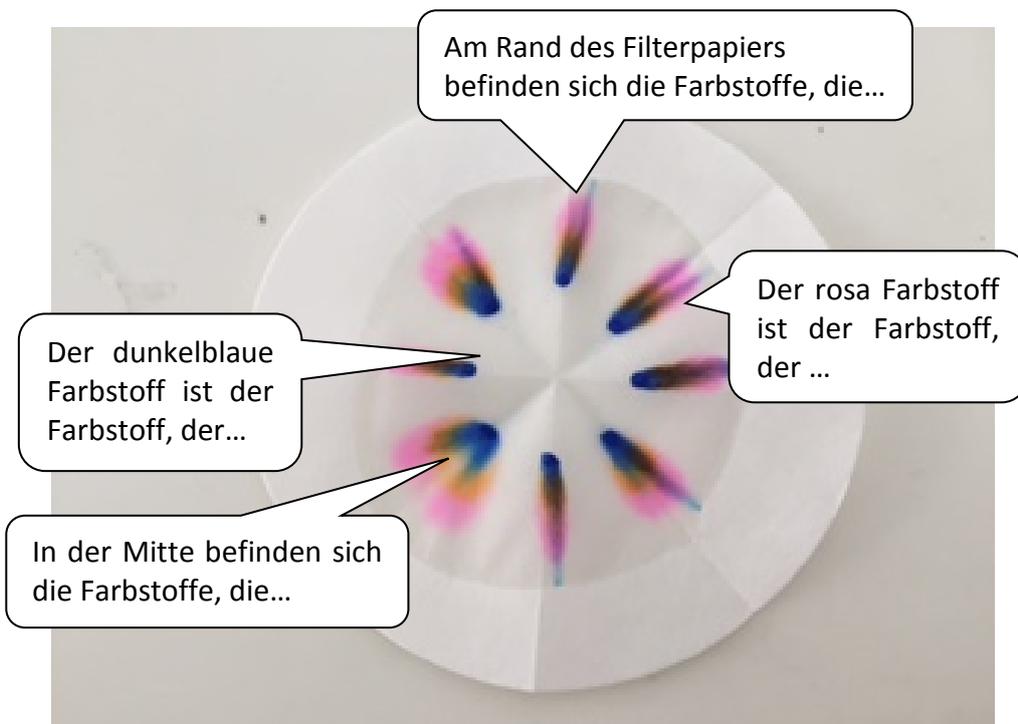
Hast du alles verstanden? Du kannst dein Wissen überprüfen, indem du folgende Aufgaben löst.

Versuche es zunächst ohne Hilfe!

Teste dich selbst!
Brauchst du Hilfe,
entfalte das Papier.

Aufgaben:

1. Fasse die Inhalte des Sachtextes zusammen, indem du die Halbsätze in den Sprechblasen vervollständigst.



2. Wie können die Farben eines Farbstoffgemisches sichtbar gemacht werden?
3. Vervollständige dazu die folgenden Sätze:
4. Farbstoffe, die sich _____ in dem Wasser lösen bzw. _____ am Papier haften, wandern mit dem Wasser schneller mit. Die Farbstoffe, die sich _____ in Wasser lösen bzw. _____ am Papier haften, wandern langsamer auf dem Papier.
5. Mit wasserunlöslichen Stiften gelingt das Experiment nicht. Erkläre diesen Sachverhalt. _____

Hilfe!

Ordne den Satz-
anfängen diese
Satzbausteine
sinnvoll zu:

... auf Papier
gut haften.

... auf Papier
schlecht haften.

... gut in Wasser
löslich ist.

... in Wasser
schlechter löslich
ist.

Welches Wort
passt?

... gut

... schlecht

Wie schützen sich Tiere vor der Kälte? (1)

Wir Menschen stellen uns auf den Winter ein: Wir kontrollieren, ob die Heizung funktioniert, ziehen Wintermäntel an und tragen gefütterte Schuhe. Wie schützen sich eigentlich die Tiere vor der Kälte? Sie haben unterschiedliche Strategien. Einige Vögel, die sich über den Winter lieber in wärmere Gebiete zurückziehen (Zugvögel), entgehen der Kälte, aber es gibt auch Tiere, die hier bleiben.



Aufgaben:

1. Lies den Text und markiere die Fachbegriffe. (Einzelarbeit)
2. Erklärt euch die Fachbegriffe gegenseitig mit eigenen Worten. (Partnerarbeit)
3. Einigt euch für jeden Textabschnitt auf eine kurze Überschrift. (Partnerarbeit)

Sachtext: Tiere im Winter

Die Tiere, die im Winter hier bleiben, lassen sich in vier Gruppen einteilen:

- Es gibt Winterschläfer, die überwiegend schlafend die kalte Jahreszeit überstehen und erst im Frühjahr wieder aktiv werden.
- Manche Tiere halten Winterruhe, sie schlafen viel, aber nicht nur. Sie haben sich im Herbst einen Nahrungsvorrat angelegt, den sie in kurzen Wachphasen während des Winters aufbrauchen.
- Andere Tiere fallen in die Winterstarre. Dazu zählen einige Fische, Frösche, Eidechsen, Schildkröten und Insekten. Ihre Körpertemperatur passt sich der Außentemperatur an. Unter Moos, im Wurzelwerk von Bäumen oder im Schlamm verbringen sie so bewegungslos die kalte Zeit und wachen erst wieder auf, wenn es draußen wärmer wird.
- Es gibt jedoch auch Tiere, die die Winterzeit als winteraktive Tiere durchstehen. Im Herbst fressen sich diese Tiere ein Fettpolster an, da sie im Winter nur wenig zu fressen finden. Außerdem bilden viele dieser Tiere ein Winterkleid (dickes Fell oder Federn).

Winterschläfer, wie z. B. Fledermäuse und Murmeltiere, halten tage- bis wochenlange Schlafperioden ein. Der Igel schläft sogar meistens von November bis April. Winterschläfer überleben den Winter, weil sie ihre Körpertemperatur und ihre Körperfunktionen deutlich absenken.





Dachse, Eichhörnchen und Waschbär gehören zu den Tieren, die Winterruhe halten. Das heißt, dass sie viel schlafen und ihren Stoffwechsel herunterfahren, jedoch ihre Körpertemperatur beibehalten. Sie verlassen ihren Bau, um Futter zu suchen. Die Eichhörnchen können dabei auf ihre Vorratskammern zurückgreifen. Sie vergessen aber manchmal, wo sie ihre Vorräte überall vergraben haben.

Zu den winteraktiven Tieren gehören die Allesfresser wie Wildschweine oder Füchse. Zum Schutz gegen die Kälte wächst ihnen eine feste Unterwolle. Für sie ist genug Futter vorhanden. Ihnen geht es sogar am besten, wenn es den anderen Tieren schlecht geht und diese sterben – ihre Kadaver werden von den Allesfressern vertilgt. Wildschweine fressen zur Not auch ihre eigenen Jungen, die schon ab Ende Februar auf die Welt kommen.



Gefährdet sind im Winter die reinen Pflanzenfresser wie Rehe und Hirsche. Für diese winteraktiven Tiere wird es vor allem ab Ende Januar schwierig, Pflanzen und Blätter zu finden. Kommt es dann noch einmal zu einem Kälteeinbruch oder zu Schneefall, ist ihr Leben in Gefahr. Dann versorgen die Förster diese Tiere mit Futter in Futterkrippen. In dieser Zeit brauchen diese

Tiere deshalb viel Ruhe. Sie sparen im Winter Energie, weil ihr Herz viel langsamer schlägt und ihr Verdauungstrakt wird kleiner. Ab und zu sehen Spaziergänger Hirsche oder Rehe, die in Ruhe stehen bleiben, auch wenn sich Menschen nähern. Sie fliehen erst, wenn sie sich bedroht fühlen, weil das schnelle Laufen viel Energie kostet.

Standvögel (oder Jahresvögel) bleiben ganzjährig in ihrem Gebiet. Sie plustern sich auf, um nicht zu frieren. Sie schaffen so ein Luftpolster, das sie vor der kühlen Außentemperatur schützt.



Wie schützen sich Tiere vor der Kälte? (2)

Aufgabe:

Erstellt in Partnerarbeit eine Mindmap zum Thema Tiere im Winter.

Schneidet hierfür die Bildkarten aus und ordnet ihnen die passenden Begriffe zu.

Nutzt dafür die Wortkarten oder schreibt die Wörter ab.

Ihr könnt weitere Wörter und Zwischenüberschriften ergänzen. Nutzt auch euer Vorwissen.

Energie sparen

winteraktive Tiere

Winterschlaf

Winterruhe

Winterstarre

Pflanzenfresser

Schutz

Frösche

Igel

Rehe

Füchse

Hirsche

Dachse

Wildschweine

Eichhörnchen

Zugvögel

Säugetiere

Fische

Außentemperatur

Körpertemperatur

Kälte

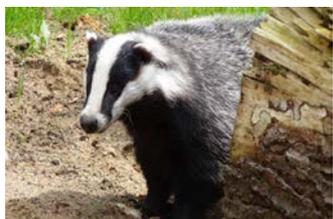
Fell

Fettschicht

Federn

Unterwolle

Luftpolster



Wie schützen sich Tiere vor der Kälte? (3) – Ein Experiment

Wie du im Text (1) erfahren hast, schützen sich winteraktive Tiere mit einem dichten Federkleid oder mit dickem Fell. In einem Experiment kannst du überprüfen, wie diese Materialien zur Aufrechterhaltung der Körpertemperatur der Vögel und Säuger beitragen.

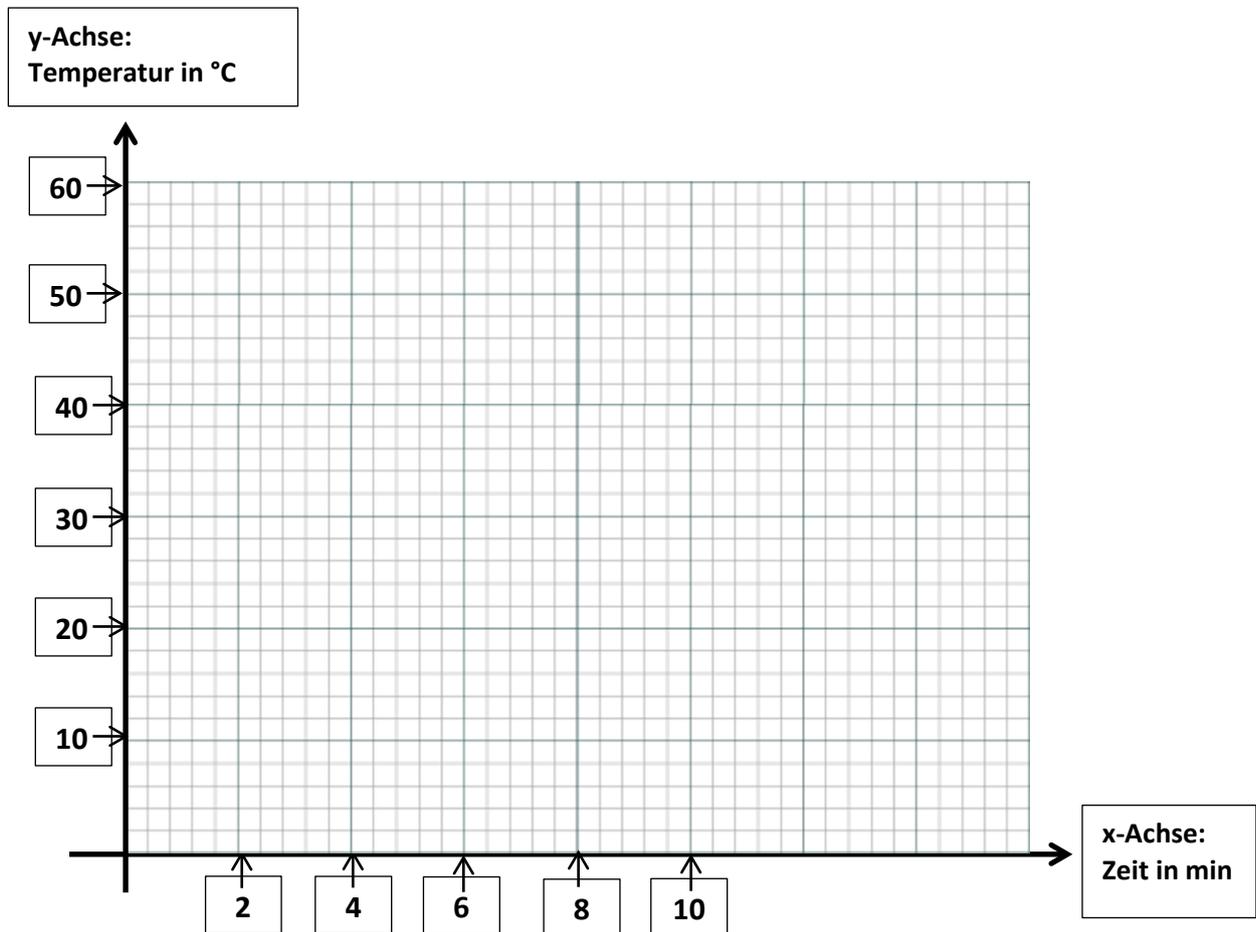
Als Modell für den warmen Tierkörper dient ein Reagenzglas, mit warmem Wasser gefüllt. Als Material für die Wärmeisolierung liegen Federn und Fellproben bereit.

Lies den Modellversuch durch und formuliere eine Vermutung zur Fragestellung. Führe das Experiment anschließend durch und werte ihn aus.

Aufgabe / Problem	Welche Wirkung haben Federn oder Fell auf die Temperatur von Wasser in einem Reagenzglas?		
Vermutung Welche Ergebnisse erwartest du bei dem Experiment?	<hr/> <hr/> <hr/>		
Material und Geräte Das benötigst du für das Experiment.	2 Bechergläser (400 ml) 2 Reagenzgläser (groß) Messzylinder Wasserkocher	2 Thermometer Uhr Wasser Federn oder Fell	
Durchführung So gehst du vor.	<ol style="list-style-type: none"> Hülle <i>eines</i> der Reagenzgläser vollständig mit Fell oder Federn ein. Stelle das umhüllte und das nicht umhüllte Reagenzglas jeweils in ein Becherglas. Erwärme nun Wasser im Wasserkocher auf etwa 70 °C. Gib in beide Reagenzgläser das gleiche Volumen warmen Wassers. Miss in beiden Reagenzgläsern alle zwei Minuten die Wassertemperatur. Miss viermal und notiere die Messergebnisse. 		
Messwerte Fülle die Tabelle aus.	Zeit (in min)	Temperatur in °C Reagenzglas 1 ohne Fell/Federn	Temperatur in °C Reagenzglas 2 mit Fell oder Federn
	2		
	4		
	6		
	8		
Auswertung Welche Schlussfolgerungen ziehst du aus deinen Ergebnissen?	<ol style="list-style-type: none"> Formuliere eine Aussage zu deinen Messergebnissen. <hr/><hr/> Vergleiche deine Vermutung mit den Messergebnissen. <hr/><hr/> 		

Versuchsauswertung: Versuchsergebnisse in einem Liniendiagramm darstellen

Du hast mehrmals zu einem bestimmten Zeitpunkt einen Temperaturwert gemessen und die Messwerte in eine Tabelle eingetragen. Zeit und Temperatur bilden ein **Messwertepaar**. Diese Werte können in ein Diagramm eingetragen und zu einer Linie verbunden werden (Liniendiagramm). Die Linien helfen dir, Aussagen zu dem Experiment zu formulieren.



Aufgaben:

1. Trage die Ergebnisse von Reagenzglas 1 als Punkte in das Diagramm ein. Verbinde die Punkte mit einer **blauen Linie**.
2. Trage die Ergebnisse von Reagenzglas 2 als Punkte in das Diagramm ein. Verbinde die Punkte mit einer **grünen Linie**.
3. Beschrifte die Linien mit R 1 (ohne Fell/Federn) und R 2 (mit Fell oder Federn).
4. Beschreibe das Diagramm und die Linienverläufe. Als Formulierungshilfe kannst du den Diagrammfächer benutzen.

Diagrammfächer

Hilfe zur Beschreibung von Diagrammen³⁴

Was stellt das Diagramm dar?



- Das Diagramm zeigt ...
- Das Diagramm stellt ... dar.
- Das Diagramm veranschaulicht ...
- Das Diagramm gibt Auskunft über ...
- Im Diagramm wird ... in Abhängigkeit von ... dargestellt.

Wie ist das Diagramm aufgebaut?



- Auf der x-Achse / y-Achse ist/sind ... angegeben / aufgeführt / angetragen
- Die x-Achse / y-Achse zeigt ...

Wie entwickeln sich die Messwerte?



- Der gemessene Wert (z. B. Temperatur ...) steigt / nimmt zu / erhöht sich (leicht/stark)
- sinkt / fällt / nimmt ab / verringert sich / vermindert sich
- bleibt gleich / ist unverändert / ist konstant

³⁴ Nach © Pertzel, Eva und Anna Ulrike Schütte (2016). Schreiben in Biologie, Geschichte und Mathematik (Klasse 5/6): Schriftlichkeit im sprachsensiblen Fachunterricht. Münster: Waxmann, S. 49. Die Formulierungshilfen zur Beschreibung eines Diagramms wurden diesem Unterrichtsmaterial entnommen und in die Form eines Fächers überführt.

6 VERWENDUNG VON OPERATOREN IN AUFGABENSTELLUNGEN

Pia K. Schmidt, Ilona Siehr

Operatoren sind Arbeitsanweisungen, die Lernenden deutlich machen sollen, welche Tätigkeiten beim Bearbeiten von Aufgaben von ihnen erwartet werden. Sie helfen somit, klare Arbeitsaufträge zu formulieren und Schülerleistungen eindeutig zu definieren. Im RLP 1–10, Teil B, Basiscurriculum „Sprachbildung“ (S. 11), werden Operatoren und die damit verknüpften Handlungen (in mehreren Sprachen) angegeben; sie können und sollen von allen Fächern benutzt werden.

Der Umgang mit Operatoren muss geübt und gefestigt werden. Im Anschluss an die Erarbeitung der Themen *Stoffe bestehen aus Teilchen* und *Messen und Messwerte darstellen* dienen zwei Würfelspiele zur Anwendung und Festigung von Operatoren. Im Unterricht können die Würfel als Selbstdiagnoseinstrument oder in der Sicherungsphase eingesetzt werden, jedoch nur, wenn alle Inhalte und die Bedeutung der Operatoren geklärt sind. Der Würfel „Stoffe bestehen aus Teilchen“ bietet sich zum Beispiel als letzte Station in einem Lernzirkel zum Teilchenmodell (siehe Teil 1, Kapitel 4) an. Der Würfel „Messen und Messwerte darstellen“ kann zum Abschluss einer Unterrichtsreihe „Wie schützen sich Tiere vor der Kälte?“ eingesetzt werden (siehe Teil 1, Kapitel 5). Die dort erworbenen Kenntnisse zu Liniendiagrammen sollen hier auf Weg/Zeit-Messungen übertragen werden.

Auf den Seiten der Würfel befinden sich verschiedene operationalisierte Aufgabenstellungen. Die Schülerinnen und Schüler würfeln reihum. Wer gewürfelt hat, löst die Aufgabe. Die Antwort überprüfen die Mitspielenden anhand der Antwortkarte. Ist die Aufgabe richtig beantwortet, erhält die Schülerin/der Schüler die Antwortkarte und die/der Nächste ist an der Reihe. Ziel ist es, möglichst viele Antwortkarten zu sammeln.

Es empfiehlt sich, für je drei Lernende die Würfelvorlage in DIN A3 und einen Satz Antwortkärtchen auszudrucken.

Hinweis: Kopieren Sie den Operatorenwürfel „Stoffe bestehen aus Teilchen“ und die Antwortkarten in Farbe.

BILDNACHWEISE UND LINKS

Bildnachweise

Operatorenwürfel, Umrisse: Pia K. Schmidt, LISUM

Topf: <https://pixabay.com/de/fondue-k%C3%A4se-topf-pfanne-23438>

Zeichnung, Trichter mit Teilchen (Feld B): Ilona Siehr, LISUM

Zeichnung, Wasserflasche: Katja Friedrich, LISUM, cc by nc nd 4.0

Runde Uhr: <https://pixabay.com/en/clock-time-hour-watch-countdown-1300646>

Thermometer: Htmlyzcq, 2014. Thermometer, cc by sa 3.0. Verfügbar unter:

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ThermometerC.svg>

Weg-Zeit-Diagramm: Pia K. Schmidt, LISUM

Zeichnungen, Antwortkarten zu den Operatorenwürfeln: Pia K. Schmidt, LISUM

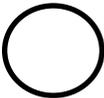
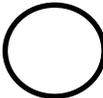
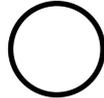
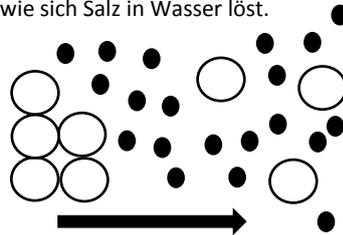
Teilchenmodell: Pia K. Schmidt, LISUM

Temperatur-Zeit-Diagramm: Pia K. Schmidt, LISUM

Links

<https://www.kmk.org/dokumentation-statistik/beschluesse-und-veroeffentlichungen/bildung-schule/allgemeine-bildung.html>

OPERATORENWÜRFEL ZUM THEMA „STOFFE BESTEHEN AUS TEILCHEN“

	<p>A</p> <p>Stelle die drei Aggregatzustände „fest“, „flüssig“ und „gasförmig“ im Teilchenmodell dar.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>fest</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>flüssig</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>gasförmig</p> </div> </div>	
<p>„Teilchen können nicht schmelzen.“</p> <p>C</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Beurteile die Aussage.</p>	<p>B</p> <p>Filtert man Cola mit Aktivkohle, ist das Filtrat farblos.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Ordne den Kreisen im Bild folgende Begriffe zu:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Farbstoff-Teilchen ▪ Wasser-Teilchen ▪ Aktivkohle-Teilchen. 	<p>Die Abbildung veranschaulicht, wie sich Salz in Wasser löst.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Beschreibe den Prozess auf der Teilchenebene mit eigenen Worten.</p> <p>D</p>
	<p>E</p> <p>Erwärmt man einen Stoff, bewegen sich dessen Teilchen immer schneller und nehmen einen größeren Abstand zueinander ein. Dadurch wird das Volumen des Stoffs größer.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Plane ein Experiment, mit dessen Hilfe du diese Aussage überprüfen kannst.</p>	
	<p>F</p> <p>An heißen Tagen bilden sich auf einer gekühlten Getränkeflasche Wassertropfen.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Erkläre den Vorgang mithilfe des Teilchenmodells.</p>	

OPERATORENWÜRFEL ZUM THEMA „MESSEN UND MESSWERTE DARSTELLEN“

1 Du siehst hier zwei Messgeräte.




Nenne zu jedem Messgerät die Messgröße mit Maßeinheit.

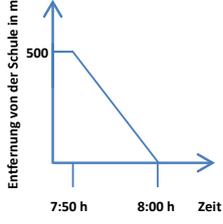
2 Ein Spielzeugauto fährt von einer Rampe hinunter auf eine gerade Strecke bis es anhält. In Abständen von 10 cm sind kleine Fähnchen auf der Strecke verteilt. Es wird gemessen, nach welcher Zeit jeweils das Auto an den einzelnen Fähnchen vorbeifährt. **Fertige** eine Tabelle zur Messwerteerfassung an.

3 Eine Schüssel mit kaltem Wasser steht in der Sonne. Es wird gemessen, wie sich die Temperatur des Wassers mit der Zeit ändert.

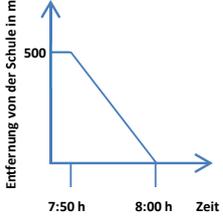
t in min	0	5	10	15
u in °C	10	18	22	23

Übertrage die Messwerte in ein Temperatur-Zeit-Diagramm.

4 Im Diagramm ist der Schulweg von Tim dargestellt. **Beschreibe** Tims Schulweg anhand des Diagramms.



5 Lies aus dem Diagramm **ab**, wann Tim zur Schule losgeht und **ermittle**, wie lange er braucht.



6 Lisa wohnt 1 km von der Schule entfernt. Morgens geht sie um 7:40 Uhr los. Wie schnell muss Lisa zur Schule laufen, um pünktlich um 8:00 Uhr dort zu sein? **Berechne** Lisas Laufgeschwindigkeit in Meter pro Minute (m/min) und in Kilometer pro Stunde (km/h).

Antwort A:**Antwort B:**

- Wasser-Teilchen
- Aktivkohle-Teilchen
- Farbstoff-Teilchen

Antwort C:

Teilchen können nicht schmelzen. Ein Stoff schmilzt. Wenn ein Stoff schmilzt, bewegen sich dessen Teilchen schneller. Sie vergrößern ihren Abstand zueinander.

Antwort D:

Im festen Salz sind die Teilchen regelmäßig, dicht gepackt angeordnet. Im Wasser bewegen sich die Salz-Teilchen durch ihre Eigenbewegung aus dem Verband heraus und verteilen sich gleichmäßig zwischen den Wasser-Teilchen.

Antwort E:

In einem Kolbenprober oder einem Ballon befindet sich Luft. Ist die Aussage richtig, muss durch Erwärmen Folgendes zu beobachten sein: der Kolben fährt aus dem Kolbenprober bzw. der Ballon wird größer.

Antwort F:

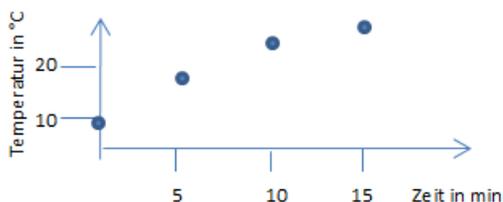
Luft enthält stets geringe Mengen an Wasserdampf (Luftfeuchtigkeit). An kalten Oberflächen kühlt sich die Luft ab und der Wasserdampf kondensiert zu flüssigem Wasser. Die Wasser-Teilchen bewegen sich langsamer, der Abstand zwischen ihnen wird geringer. Es bilden sich Tropfen.

Antwort 1:

Mit der Uhr misst man die Messgröße „Zeit“. Maßeinheiten sind Sekunden (s), Minuten (min) und Stunden (h). Mit dem Thermometer misst man die Messgröße „Temperatur“ mit der Maßeinheit Grad Celsius (°C).

Antwort 2:

Strecke in cm	Zeit in s
10	
20	
30	
...	

Antwort 3:**Antwort 4:**

Auf der x-Achse ist die Zeit, auf der y-Achse ist die Entfernung zur Schule angegeben. Bis 7:50 h bleibt die Entfernung gleich. Zwischen 7:50 h und 8:00 h nimmt die Entfernung von 500 m auf 0 m gleichmäßig ab.

Antwort 5:

Tim läuft um 7:50 Uhr von zu Hause los. Er braucht 10 Minuten, bis er um 8:00 Uhr an der Schule ankommt.

Antwort 6:

Lisas Laufgeschwindigkeit:

$$v = \frac{1 \text{ km}}{20 \text{ min}} = \frac{1000 \text{ m}}{20 \text{ min}} = \frac{50 \text{ m}}{1 \text{ min}} \quad (50 \text{ m pro } 1 \text{ min})$$

$$v = \frac{1 \text{ km}}{20 \text{ min}} = \frac{3 \text{ km}}{60 \text{ min}} = \frac{3 \text{ km}}{1 \text{ h}} \quad (3 \text{ km pro } 1 \text{ h})$$

7 STADT ALS NATURWISSENSCHAFTLICHE LERNUMGEBUNG

7.1 LEHRERINFORMATIONEN

Hilde Köster, Tobias Mehrrens

Immer mehr Menschen ziehen in die Städte, bis 2050 werden es ca. 70 % der Weltbevölkerung sein (Endlicher 2012, S. 9). Auch in Deutschland wohnen bereits sehr viele Menschen in dicht besiedelten Räumen (Stat. Bundesamt 2016). Infolgedessen und aufgrund insgesamt zunehmender Versiegelung und Begrenzung naturbelassener Räume in Wohngebieten haben Kinder oft kaum Möglichkeiten, ‚wilde‘ Natur in ihrer Vielfalt zu erfahren (Meske 2011, S. 55). Und dennoch, oder vielleicht gerade deshalb, sollten Schülerinnen und Schüler im Sinne einer Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) die Natur kennen und schätzen lernen und sich insbesondere der Bedeutsamkeit biologischer Vielfalt für das Leben auf der Erde bewusst werden. Sie sollen imstande sein, Zusammenhänge zu erkennen, Zustände, Situationen, politische Entscheidungen etc. zu bewerten und eigene Gestaltungsbeiträge zu leisten (siehe Künzli et al. o. J.; Menzel 2010). Wie lassen sich diese Ziele im Fach Naturwissenschaften 5/6 verwirklichen?

Das Themenfeld *Pflanzen, Tiere, Lebensräume* sieht u. a. vor, dass die Lernenden die Lebensräume von Pflanzen und Tieren erkunden, die Vielfalt der Formen wahrnehmen, Pflanzen- und Tierarten bestimmen, Argumente für die Lösung von Umweltfragen sammeln und ihr eigenes Handeln reflektieren und gegebenenfalls verändern. Zu den Inhalten (aus der Biologie) gehören Arten und ihre spezifischen Merkmale, Körperbau, Fortpflanzung, Entwicklung und Verhalten, zu den Fachmethoden u. a. das Ordnen und Unterscheiden, Beobachten und Erklären. In diesem Kontext stehen die Lehrerinformationen, die sich als Anregungen für den Unterricht verstehen sowie die sich anschließenden Materialien.

Damit schließt der Unterricht an Vorerfahrungen aus dem Sachunterricht an. Vor der Planung und Umsetzung der Vorschläge sollte mit der Kollegin / dem Kollegen gesprochen werden, was und wie im Themenfeld *Tier* (Themen: *Was für Tiere gibt es? Wie kann man sie einteilen? und Welche Tiere leben bei uns?*) gearbeitet worden ist, um hier sinnvoll anzuknüpfen und weiterzuarbeiten.

STADT UND SCHULUMGEBUNG ALS LEBENSRAUM FÜR KLEINE TIERE

Dicht bebaute Gebiete sind trotz des Mangels an Freiflächen im Vergleich zu landwirtschaftlich überformten Gebieten artenreich (Menzel 2010, S. 14) und bieten sogar gute Beispiele für Biodiversität und für das ökologische Zusammenspiel unterschiedlicher Tierarten. In Lebensräumen, die sich auch im schulischen Kontext gut beobachten und untersuchen lassen, existieren die sogenannten Wirbellosen, eine der artenreichsten und ökologisch bedeutsamsten Tiergruppen. Das Potenzial der Thematisierung dieser Tiere für das Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht soll im Folgenden beispielhaft beschrieben werden. Die ‚Erforschung‘ dieser kleinen Tiere bietet weitgreifende Möglichkeiten, die genannten bzw. curricularen Ziele auf einfache Weise in der direkten Lebensumwelt der Schülerinnen und Schüler zu erreichen:

Es können Erfahrungen und Kompetenzen im Hinblick auf folgende Punkte erworben werden:

- ökologische Zusammenhänge,
- die Anpassung verschiedener Tiere an den jeweiligen Lebensraum,
- die Bestimmung von abiotischen und biotischen Einflussgrößen,
- auf das Vorkommen der Tiere,
- die Mensch-Tier Beziehung sowie
- das Planen und Durchführen von Experimenten.

DIE URBANE FAUNA ENTDECKEN UND ERFORSCHEN

Um urbane Fauna zu entdecken, genügt es, die Schülerinnen und Schüler auf den Schulhof zu schicken oder mit ihnen in einer Fußgängerzone oder einer nahen Grünanlage auf eine Expedition nach kleinen Tieren zu gehen. Mit Lupen, Bestimmungsbüchern und einem Schreibblock und/oder internetfähigen Tablets ausgestattet, suchen sie in Pflasterritzen, unter Büschen, an Bäumen und unter Steinen nach kleinen Tieren und bestimmen ihre Funde soweit möglich schon vor Ort. Mit dem Tablet, dem Handy oder einem Fotoapparat dokumentieren sie ihre Entdeckungen. Während des zunächst explorativen Vorgehens rücken interessante Tiere und/oder Fragestellungen in den Fokus, die dann individuell oder in Gruppen näher untersucht werden bzw. denen nachgegangen wird. Beispielsweise kann herausgefunden werden, wie viele oder welche Arten sich an einem bestimmten Ort befinden. Die Lernenden können sich aber auch auf ein Individuum konzentrieren und dies betrachten und ggf. zeichnen oder sie wählen eine Art aus, um sie für einen etwas längeren Zeitraum zu beobachten. Durch das Kennenlernen und Beobachten der Tiere in ihren natürlichen Lebensräumen entstehen bereits erste Fragestellungen und Forschungsideen, die im weiteren Unterrichtsverlauf vertieft werden können.

Ein zweiter Zugang ist die Laubstreuuntersuchung wie Bauerle (2008) sie beschreibt. Hierzu wird zuvor gesammelte Laubstreu in den Klassenraum gebracht und durch die Lernenden vorsichtig durchsucht. Hierbei finden sie eine Vielzahl von Wirbellosen, die sie versuchen, mithilfe von Arbeitsblättern zu bestimmen (ebd., S. 33). Auch dieser Zugang kann Fragen hervorbringen und Forschungsunterfangen auslösen, die sich beispielsweise auf den Körperbau, das Verhalten oder die Ernährungsweise der ausgewählten Tiere oder der Tierart beziehen.

Denkbar ist auch eine Verknüpfung der beiden Zugänge und somit eine Untersuchung der gesammelten Laubstreu im Anschluss an die Expedition vorzunehmen.

Zwei ausgewählte Arten von Wirbellosen, die als exemplarisch für ihre biologischen Großgruppen betrachtet werden können und sich in der Laubstreu finden lassen, sollen im Folgenden hinsichtlich ihrer Potenziale für das naturwissenschaftliche Lernen sowie möglicher Forschungsvorhaben der Schülerinnen und Schüler vorgestellt werden.

AMEISEN

Ameisen finden sich fast überall. Insbesondere teilweise verwilderte Flächen bieten eine Vielzahl von guten Habitaten für verschiedene Ameisenarten. Die Schwarze Wegameise (*Lasius niger*), die Rote Gartenameise (*Myrmica rubra*) und die Gelbe Wiesenameise (*Lasius flavus*) gehören zu den am stärksten vertretenen Arten in der Stadt und können häufig beobachtet werden (Dauber 2009, S. 70).

Da die Lebens- und Verhaltensweisen der Ameisen ebenso vielfältig sind, wie es Ameisenarten gibt, soll hier nur auf die grundlegenden Gemeinsamkeiten eingegangen werden.

Beobachtungen und Experimente im Unterricht

Ameisen leben in Kolonien. Finden sich eine oder mehrere Ameisen in der Laubstreu, kann davon ausgegangen werden, dass sich in der Nähe zum Entnahmeort der Laubstreu eine Kolonie befindet. Dies lässt sich für erste Beobachtungen und kleine Experimente nutzen, wobei sich diese nur auf das Außenleben der Kolonie beziehen können, da das Aufbrechen des Nestes nicht erlaubt ist.³⁵ Eines der faszinierendsten Phänomene ist die Ameisenstraße von und zur Kolonie. Ameisenstraßen lassen sich am ehesten in den warmen Jahreszeiten beobachten, da die einheimischen Arten eine Winterruhe halten und dann keine Nahrung außerhalb des Nestes aufnehmen (Gößwald 1985, S. 240).

³⁵ Um einen Einblick in das Nestleben einer Kolonie zu bekommen, können außerschulische Lernorte mit einem entsprechenden Angebot besucht werden, z. B. der örtliche Zoo, oder es können Filme dazu angeschaut werden, z. B. Filmausschnitte bekannter Wissenssendungen für Kinder.

Die Ameisenstraße

Die ‚Funktion‘ einer Ameisenstraße erscheint auf den ersten Blick einfach, da die Ameisen sehr zielstrebig zu der jeweiligen Nahrungsquelle laufen, Nahrung aufnehmen und diese zur Kolonie bringen. Beobachten die Kinder das Treiben genauer, fällt ihnen sehr schnell auf, dass die Ameisen alle einer bestimmten Spur folgen und untereinander kommunizieren, indem sie sich gegenseitig mit ihren Fühlern abtasten oder Nahrung untereinander austauschen. Anhand der Beobachtungen einer bereits existierenden Ameisenstraße können sich z. B. Forschungsfragen entwickeln, die sich auf das Fressverhalten und auf die Nahrungssuche beziehen. Um diese zu beantworten, sind Materialien und Gerätschaften wie Lupen hilfreich und flache Deckelchen (Kronkorken, Filmdosendeckel), die mit verschiedenen Nahrungsangeboten bestückt sind. Positionieren die Schülerinnen und Schüler diese neuen Nahrungsquellen in der Nähe des Nestes oder der Ameisenstraße, entdecken Kundschafterinnen diese und informieren andere Ameisen über ihren Fund. Hier lassen sich zwei wichtige Aspekte des Soziallebens der Ameisen beobachten: einerseits die Auskundschaftung der Umgebung durch einzelne Individuen und andererseits die Weitergabe von Informationen an andere Nestangehörige (Schmickl 2009, S. 148).

Werden anfänglich noch unterschiedliche Wege zur Nahrungsquelle genutzt, bildet sich nach einiger Zeit häufig der Weg mit der geringsten Distanz zwischen Nahrungsquelle und Nest heraus (ebd., S. 149). Diese Koordinationsleistung ist vielen Ameisenarten aufgrund einer chemischen Markierung möglich. Die nachfolgenden Ameisen folgen der stärksten Duftspur. Je mehr Ameisen dem Weg gefolgt sind, desto stärker wird die Spur, und je kürzer der Weg, desto mehr Duftstoff wird pro Zeit aufgetragen, was schließlich zu einer Optimierung hinsichtlich des kürzesten Weges zur Nahrungsquelle führt (ebd., S. 149).

Anhand der Beobachtung einer Ameisenstraße lassen sich auch Forschungsfragen bezüglich der Nahrungsmittelvorlieben der Ameisen oder auch die Wirkung von bestimmten Gerüchen auf das Verhalten der Ameisen überprüfen. Suwelack/Sammet (2014, S. 28) schlagen hierzu die Verwendung verschiedener Kräuter und Gewürze wie etwa Rosmarin und Thymian vor, da diese Inhaltsstoffe enthalten, die bei Ameisen als Kommunikationsstoffe verwendet werden und dementsprechend das Verhalten der Ameisen beeinflussen können.

Körperbau

Für die Beobachtung von Individuen eignen sich Becherlupen sehr gut, da die Gefahr, die Ameisen während der Untersuchung zu verletzen oder sogar zu töten minimiert wird. Beispielsweise kann die Betrachtung der Ameisen zur Thematisierung des für Insekten typischen Körperbaus, wie der dreigeteilte Körper, Mundwerkzeuge, Beinglieder (Niekisch/Sammet 2014, S. 15) und drei Beinpaare (Klausnitzer 2007, S. 638) genutzt werden: Wie alle Insekten hat auch die Ameise einen in drei Abschnitte unterteilten Körper. Hierbei wird zwischen dem Kopf (Caput), der Brust (Thorax) und dem Hinterleib (Abdomen) unterschieden (Storch/Welsch 2006, S. 244). Am Kopf befinden sich die Komplexaugen und die Fühler, die zum Ertasten und zur Wahrnehmung von Gerüchen dienen. Mithilfe der Mundwerkzeuge erfüllen die Ameisen die für das Leben in der Kolonie wichtigen Aufgaben, wie das Beschaffen von Nahrung, den Nestbau sowie der Brutpflege. Falls notwendig, dienen die Mundwerkzeuge auch zur Verteidigung gegen Feinde oder zum Angriff auf Beutetiere (Gößwald 1985, S. 26).



Am Brustabschnitt sitzen die drei Beinpaare, die den Ameisen zur Fortbewegung dienen. Bei den Geschlechtstieren, also den Männchen und den jungen Königinnen, finden sich am Brustsegment zudem zwei Flügelpaare, die die Königin nach der Paarung jedoch verliert. Bei vielen Ameisenarten befinden sich am Hinterleib weitere Verteidigungs- und Angriffswaffen, wie Giftstacheln oder Giftdrüsen, die beispielsweise Ameisensäure produzieren (ebd., S. 27).

ASSELN

Kleine in die Blätter gefressene Quadrate sind Hinweise auf die Anwesenheit von Asseln in der Laubstreu (Bauerle 2008). Asseln treten als Räuber, Pflanzenfresser, Aasfresser, Gemischtköstler und sogar als Parasiten auf (Schminke 2007). Die Kellerassel (Porcellio scaber), die Mauerassel (Oniscus asellus) und die Rollassel (Armadillidium sp.) gehören zu den Landasseln, die in etwa die Hälfte aller Asselarten ausmachen (Storch/Welsch 2006, S. 211).

Die Asseln gehören zu der Großgruppe der Krebstiere (Crustacea), die zumeist im Wasser vorkommen. Trotz ihrer evolutionären Anpassung an ihren Lebensraum sind Landasseln noch in einem nicht unwesentlichen Maß von der Feuchtigkeit ihrer Umgebung sowie der Verfügbarkeit von Wasser abhängig. Einige Arten haben sich jedoch so weit entwickelt, dass sie sogar in Trockengebieten überleben können (Schminke 2007, S. 632). Asseln lassen sich vor allem in der Deckung von Holzüberresten, größeren Steinen oder Laub finden. Einerseits bieten diese Verstecke die notwendige Feuchtigkeit, gleichzeitig aber auch Schutz vor Fressfeinden wie etwa Vögeln, Reptilien, Spinnen oder Insekten.



Auch die Verfügbarkeit von ausreichend Nahrung ist ein wesentlicher Aspekt für das Gedeihen einer stabilen Asselpopulation. Zwar frisst die Vielzahl der in Deutschland vorkommenden Arten vorrangig totes, meist pflanzliches Material, jedoch zeigte sich, dass beinahe jede Art auch ihre jeweiligen „Vorlieben“ hat. Beispielsweise präferieren Kellerasseln Untersuchungen zufolge insbesondere jene Blätter, die bereits von einem Pilz bewachsen und somit in Anfängen verrottet sind (Warburg 1993, S. 50). Können Mauerasseln zwischen frischen und bereits länger abgestorbenen Pflanzen wählen, bevorzugen sie hingegen das frischere Material. Zudem präferieren Mauerasseln auch bestimmte Pflanzenarten wie etwa Stechpalme (*Ilex aquifolium*), Rotbuche (*Fagus silvanica*) und Hainbuche (*Carpinus betulus*) (Eisenbeis/Wichard 1985, S. 110).

Als Destruenten, also als Verwerter von pflanzlichen und tierischen Überresten sowie von tierischem Kot, erfüllen die Asseln eine wichtige Aufgabe zur Bildung von Humus im Boden. Sie zersetzen das tote Material, sodass Bakterien und Pilze die weitere Zersetzung bis hin zum endgültigen Humus vornehmen können (ebd., S. 110). Damit leisten sie einen großen Beitrag zur Bewahrung der Bodenfruchtbarkeit und dem Wachstum der Pflanzen. Gleichzeitig durchlüften sie durch das Eingraben in die Erde auch den Boden.

Beobachtungen und Experimente im Unterricht

In der Laubstreu werden sich mit großer Wahrscheinlichkeit nicht nur Asseln einer Art finden lassen. Die drei häufigsten Asselarten, die Mauerassel, die Kellerassel und die Rollassel, sehen sich zwar sehr ähnlich, lassen sich aber durch genaues Beobachten oder unter Zuhilfenahme einer Lupe voneinander unterscheiden.

Lebensweise

Asseln versuchen sich immer wieder in der Laubstreu zu verstecken oder an möglichst dunkle Orte zu gelangen. Durch einfache Experimente kann überprüft werden, ob es tatsächlich das Licht ist, vor dem die Asseln versuchen zu fliehen. Hierzu wird ein Gefäß (z. B. große Petrischale) mit schwarzer Pappe zu Hälfte abgedunkelt. Die andere Hälfte wird mit einer Taschenlampe beleuchtet. Die Asseln werden nun in die Mitte des Gefäßes gesetzt und die Schülerinnen und Schüler können beobachten, wie sich die Tiere verhalten. Nach einiger Zeit werden sich die Asseln in der abgedunkelten Hälfte des Gefäßes versammelt haben (Kalusche/Kremer 2010, S. 110). In Anlehnung an diesen Versuch können auch Experimente mit unterschiedlichen Feuchtigkeits- und Temperaturgraden konzipiert werden (siehe hierzu Dobsen/Postema 2014, S. 64 f.). Auch eine Kombination der unterschiedlichen Experimente etwa unter der Fragestellung „Ist es der Assel wichtiger, dass es feucht oder dass es dunkel ist?“ ist denkbar.

Zeigen die Kinder vertieftes Interesse an den Tieren oder deren Lebensweise, lassen sich Asseln auch im Klassenraum halten. Zu den richtigen Haltungsbedingungen und den damit verbundenen Fragen können ebenfalls Experimente durchgeführt werden. Damit die Schülerinnen und Schüler selbstständig Forschungsfragen entwickeln können, schlagen Dobsen/Postema (2014, S. 63) vor, die Lernenden zunächst überlegen zu lassen, welche Bedingungen am jeweiligen Fundort, also in der Laubstreu oder im Boden herrschen. Hieraus entwickeln sie dann Ideen zu Untersuchungen der natürlichen Habitate, z. B. zu Temperatur-, Feuchtigkeits-, Licht- und Bodenverhältnissen.

Sind die grundlegenden Haltungsbedingungen experimentell untersucht, lässt sich sehr leicht ein Asselhabitat gestalten. Hierzu eignet sich beispielsweise ein kleines Plasticaquarium, dessen Boden mit Blumenerde bedeckt wird. Als Unterschlupf für die Asseln können Steine, Holzstücke und Laub eingesetzt werden. Als Nahrung können verschiedene Pflanzenteile dienen, und es kann Obst und Gemüse verfüttert werden. Durch die Haltung der Asseln im Klassenraum lassen sich neben dem Verhalten auch die Fortpflanzungszyklen beobachten, da sich Asseln unter günstigen Bedingungen schnell vermehren.

Körperbau

Die Untersuchung unterschiedlicher Arten oder des Körperbaus von Individuen kann sehr gut mithilfe von Becherlupen vorgenommen werden.

Von oben betrachtet erscheint der Körper der Assel oval und leicht nach oben gewölbt. Durch den gleichzeitig flachen Körperbau können sich die Asseln bei Bedarf eng an den Untergrund anschmiegen (Schminke 2007, S. 632). Durch die raue Oberflächenstruktur der Landasseln haften Laubteile und kleine Partikel, die bei der Fortbewegung hinderlich wären, nicht an, sodass sich Asseln schnell durch die Laubstreu bewegen können (Eisenbeis/Wichard 1985, S. 116). Am Kopf tragen Asseln Facettenaugen und zwei unterschiedlich lange Antennenpaare. Im Anschluss an den Kopf lassen sich sieben breitere Körpersegmente, die sogenannten Peraeomeren erkennen. An diesen sitzt jeweils ein Beinpaar, sodass die Asseln über insgesamt vierzehn Laufbeine verfügen. Am hinteren Körperende folgen fünf verkürzte Körpersegmente (Schminke 2007, S. 632).

Auf der Unterseite befinden sich bei den Landasseln am hinteren Ende die sogenannten Pleopoden. Diese kleineren, stark abgeflachten Beinchen liegen übereinander. Die Pleopoden zeigen eine weitere Besonderheit der Landasseln, da sich hier die Atmungsorgane befinden. Hierbei handelt es sich sowohl um Kiemen, als auch um je nach Art unterschiedlich stark ausdifferenzierte Lungen (Eisenbeis/Wichard 1985, S. 110). Während der Brutzeit kann man an der Körperunterseite der Weibchen zudem einen Brutbeutel, das Marsupium, finden. In diesen Beutel legt das Weibchen die Eier und trägt sogar die geschlüpften Jungen über einen bestimmten Zeitraum mit sich. Die jungen Asseln verlassen den Beutel mit Beginn der sogenannten Jugendphase, die mit der Erwachsenenhäutung endet (Schminke 2007, S. 634).

Die Aktivitäten und die Populationen sind abhängig von der Jahreszeit und den damit verbundenen Temperatur- und Feuchtigkeitsgraden. Während Asseln in warmen und trockenen Jahreszeiten in

den meisten Fällen nachts aktiv sind und hierbei in der Deckung der oberen Bodenstrukturen bleiben, werden sie in kühleren Jahreszeiten häufig auch in den oberen Laubschichten aktiv (Eisenbeis/Wichard 1985, S. 110).

Neben den hier beispielhaft betrachteten Organismen finden sich viele weitere Tiere, die im naturwissenschaftlichen Unterricht untersucht werden können: Regenwürmer, Schnecken, Schmetterlinge und Spinnen eignen sich ebenfalls gut, um eigenständige Forschungsprozesse zu initiieren. Hierzu liefern die einschlägige Literatur und das Internet zahlreiche Anregungen.

LITERATUR UND BILDNACHWEISE

Literatur

- Bauerle, Konrad (2008): Wer hat den Wald gefegt? Wortschatzerweiterung durch forschendes Lernen in der Laubstreu. In: Grundschule, 40. Jg., H. 6, S. 32–35
- Dauber, Jens (2009): Ameisen (Hymenoptera, Formicidae) in Kulturlandschaften. In: Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen (Hrsg.): Geschätzt, verflucht, allgegenwärtig: Ameisen in Biologie und Volkskultur, Linz: Oberösterreichische Landesmuseen, S. 67–78
- Dobson, Christopher, Postema, Dan (2014): The Amazing Ecology of Terrestrial Isopods. Third-grade students investigate roly-polies to learn about ecosystems. In: Science and Children. Ecosystems: Interactions, Energy and Dynamics, 51. Jg., H. 7 (März), Arlington/VA: National Science Teacher Association
- Eisenbeis, Gerhard, Wichard, Wilfried (1985): Atlas der Biologie der Bodenarthropoden, Stuttgart, New York: Gustav Fischer
- Endlicher, Wilfried (2012): Einführung in die Stadtökologie, Stuttgart: Eugen Ulmer
- Gößwald, Karl (1985): Organisation und Leben der Ameisen, Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH
- Kalusche, Dietmar, Kremer Bruno P. (2010): Biologie in der Grundschule. Spannende Projekte für einen lebendigen Unterricht und für Arbeitsgemeinschaften, Hohengehren: Schneider
- Klausnitzer, Bernhard (2007): Insecta (Hexapoda), Insekten. In: Westheide, Wilfried, Rieger, Reinhard (Hrsg.): Spezielle Zoologie. Teil 1: Einzeller und Wirbellose Tiere, 2. Aufl. München: Spektrum Akademischer Verlag
- Künzli David, Christine, Bertschy, Franziska, de Haan, Gerhard, Plesse, Michael (o. J.): Zukunft gestalten lernen durch Bildung für nachhaltige Entwicklung, Berlin: Freie Universität. Verfügbar unter: http://www.transfer-21.de/daten/grundschule/Didaktik_Leifaden.pdf
- Menzel, Susanne (2010): Biologische Ressourcen als Lebensgrundlage für alle – Biodiversität als Kontext des Globalen Lernens im Biologieunterricht. In: Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik, 33. Jg., H. 2, S. 10–15
- Meske, Mara (2011): Natur ist für mich die Welt. Lebensweltlich geprägte Naturbilder von Kindern, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften
- Niekisch, Kerstin, Sammet, Rebecca (2014): Kleine Ameisen ganz groß – Beobachtungen zum Ameisenbauplan im Klassenzimmer. In: Praxis der Naturwissenschaften – Biologie in der Schule: PdN, 63. Jg., H. 1, Hallbergmoos: Aulis, S. 15–19
- Schmickl, Thomas (2009): Schwarmintelligenz am Beispiel der Ameisenstraßen. In: Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen (Hrsg.): Geschätzt, verflucht, allgegenwärtig: Ameisen in Biologie und Volkskultur, Linz: Oberösterreichische Landesmuseen, S. 141–156

Schminke, Horst Kurt (2007): Crustacea, Krebse. In: Westheide, Wilfried, Rieger, Reinhard (Hrsg.): Spezielle Zoologie. Teil 1: Einzeller und Wirbellose Tiere, 2. Aufl. München: Spektrum Akademischer Verlag

Statistisches Bundesamt (2016): Grad der Verstädterung nach Fläche, Bevölkerung und Bevölkerungsdichte am 31.12.2016. Verfügbar unter:
<https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/LaenderRegionen/Regionales/Gemeindeverzeichnis/NichtAdministrativ/Aktuell/33STL.html>

Storch, Volker, Welsch, Ulrich (2006): Kükenthal – Zoologisches Praktikum, 27. Aufl. München: Springer Spektrum

Suwelack, W., Sammet, Rebecca (2014): Ameisenforschung mit allen Sinnen – Schülerversuche zur Wahrnehmung und Reaktion auf Umweltfaktoren. In: Praxis der Naturwissenschaften – Biologie in der Schule: PdN, 63. Jg., H. 1 Hallbergmoos: Aulis, S. 28–33

Warburg, Michael R. (1993): Evolutionary Biology of Land Isopods, Berlin, Heidelberg: Springer

Weiterführende Literatur

Blaseio, Beate (2013): Belebte Natur experimentierend erfahren. In: Köster, Hilde, Hellmich, Frank, Nordmeier, Volkhard (Hrsg.): Handbuch Experimentieren, 2. Aufl. Hohengehren: Schneider, S. 115–130

Bosse, Ulrich (2012): Naturforscher. Draußen sein – Natur erkunden – Persönlichkeit stärken. In: Grundschule aktuell, H. 119, S. 9–16

Gebhard, Ulrich (2013): Kind und Natur. Die Bedeutung der Natur für die psychische Entwicklung, 4. Aufl. Wiesbaden: Springer Fachmedien

Randler, Christoph (2013): Unterrichten mit Lebewesen. In: Gropengießer, Harald, Harms, Ute, Kattmann, Ulrich (Hrsg.): Fachdidaktik Biologie, 9. völlig überarbeitete Aufl. Hallbergmoos: Aulis, S. 350–359

Smith, Cynthia, Landry, Melinda (2013): The Wonder of Worms. Inquiry-based learning for early elementary students. In: Science and Children. Early Childhood Life Science, 50. Jg., H. 6 (Februar), Arlington/VA: National Science Teacher Association

Bildnachweise

Ameise: <https://pixabay.com/de/ameise-makro-tier-insekten-klein-1127650>

Assel: <https://pixabay.com/de/insekt-nacht-natur-makro-tier-1287251>

7.2 MATERIALIEN FÜR DEN UNTERRICHT

Hilde Köster, Tobias Mehrrens und Ilona Siehr

Im Fokus des Artikels „Naturwissenschaftlichen Unterricht forschend und vielfältig gestalten“ stehen als Beispiele für Kleintiere der Stadt Ameisen und Asseln.

Diese Anregungen können im Themenfeld *Pflanzen – Tiere – Lebensräume* genutzt werden.

Im Folgenden finden Sie Materialien für den Unterricht zu beiden Tieren, die das entdeckende und forschende Lernen thematisieren und fördern:

Tiere in der Stadt entdecken und erforschen: Ameisen

Tiere in der Stadt entdecken und erforschen: Asseln (1) und (2)

BILDNACHWEISE UND LINKS

Bildnachweise

Schwarze Wegameise: Jens Buurgaard Nielsen, 2006. *Lasius Niger* (queen), cc by sa 3.0.

Ameise: Zeichnung, Ilona Siehr, LISUM

Asseln: https://de.wikipedia.org/wiki/Landasseln#/media/File:Porcellio_scaber_and_Oniscus_aselus_-_Zahn%C3%A920070205.jpg

Petrischale: Zeichnung, Ilona Siehr, LISUM

Links

Informationen zu Ameisen:

<https://www.kindernetz.de/oli/tierlexikon/ameise/-/id=75006/vv=verhalten/nid=75006/did=75140/9icgu9/index.html>

https://www.planet-wissen.de/natur/insekten_und_spinnentiere/ameisen/index.html

<https://www.kindernetz.de/oli/tierlexikon/ameise/-/id=75006/vv=steckbrief/nid=75006/did=75140/shpdx9/index.html>

https://www.planet-wissen.de/natur/insekten_und_spinnentiere/ameisen/index.html

http://www.arillus.de/fileadmin/user_upload/Umweltbildung/PDF/Service/waldameisen.pdf

http://www.schulpraxis.ch/files/ameisen_1.pdf

https://vs-material.wegerer.at/sachkunde/pdf_su/tiere/Quizkarten_waldameise.pdf

<https://www.geo.de/geolino/quiz-ecke/13840-quiz-quiz-ameisen>

<https://www.schlaukopf.de/grundschule/klasse3/sachkunde/tiere/ameise.htm>

Für Kinder zur Recherche „Ameise“ geeignete Internetseiten:

<https://naturdetektive.bfn.de/lexikon/tiere/insekten-spinnen/waldameisen.html>

<https://www.kindernetz.de/oli/tierlexikon/ameise/-/id=75006/vv=steckbrief/nid=75006/did=75140/shpdx9/index.html>

<https://www.kindernetz.de/oli/tierlexikon/ameise/-/id=75006/nid=75006/did=75140/ps1oqq/index.html>

<https://www.zdf.de/kinder/loewenzahn/ameisen-108.html>

http://www.medienwerkstatt-online.de/lws_wissen/vorlagen/showcard.php?id=2573&edit=0

Experimente mit Ameisen:

<https://www.biologiedidaktik.uni-mainz.de/arbeitsmaterialien-fuer-den-unterricht>

<https://www.umwelt-im-unterricht.de/unterrichtsvorschlaege/die-biene-die-ameise-und-du>

<https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/de/praxisanregungen/experimentethemen/experiment/tierisch-gut-transportiert>

https://www.entdeckungskiste.de/schatzkiste/experimentieren/schatzkiste_details.html?k_beitrag=2797586&bezeichnung=Natur

Informationen zu Asseln:

<http://www.biologiedidaktik.at/Tiere/Assel.html>

<https://hypersoil.uni-muenster.de/1/03/01.htm>

Für Kinder zur Recherche „Asseln“ geeignete Internetseiten:

http://www.medienwerkstatt-online.de/lws_wissen/vorlagen/showcard.php?id=3102

Experimente mit Asseln:

<https://hypersoil.uni-muenster.de/1/03/13.htm>

https://www.planet-schule.de/fileadmin/dam_media/wdr/wilde_nachbarn/pdf/Asseln_AB5_Experimente.pdf

https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/bio/gym/bp2004/fb7/4_markt/1_kl56/3_ver_assel

<http://www.suz-mitte.de/index.php/natur-erforschen/herbstwerkstatt/versuche-mit-asseln>

<https://www.najuversum.de/assel-labor>

<https://www.najuversum.de/koennen-asseln-riechen>

Tiere in der Stadt entdecken und erforschen: Ameisen

Der Lebensraum der Schwarzen Wegameise

In den Ritzen von Terrassen- oder Gehwegplatten kannst du manchmal Sandhäufchen entdecken. Hier lebt und nistet die Schwarze Wegameise. Die Steine wirken tagsüber als Schutz vor der Sonneneinstrahlung und nachts als Wärmespeicher. Sie bieten zudem Schutz vor Regen und im Winter vor Kälte. Die Sandhäufchen entstehen, wenn die Ameisen ihr unterirdisches Ameisennest graben und den Sand an die Oberfläche tragen.



Schwarze Wegameise



Ameisen draußen beobachten

1. Beobachte Ameisen. Was fällt dir auf?

Beobachte zum Beispiel:

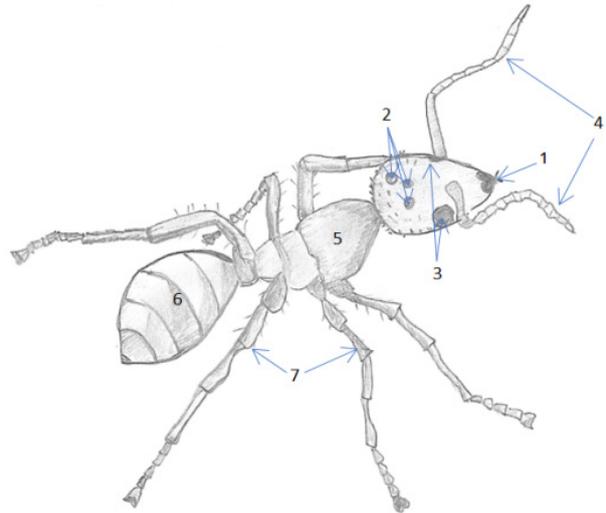
- Wohin laufen die Ameisen?
- Wo kommen sie her?
- Was fressen die Ameisen?
- Tragen die Ameisen Dinge mit sich? Was tragen sie?
- Wie tragen sie die Dinge?

2. Notiere deine Ergebnisse.

Der Körperbau der Ameise

Wenn du eine Ameise in einer Becherlupe betrachtest, kannst du ihre Körperteile erkennen.

Körperteil	Ziffer
Mundwerkzeuge	1
Punktaugen	2
Komplexaugen	3
Fühler	4
Brust	5
Hinterleib	6
Beine	7



1. Zeichne selbst eine Ameise
(z. B. nach einer lebenden Ameise oder einem Foto).
2. Finde heraus, wie die Mundwerkzeuge von verschiedenen Ameisen aussehen.
(Nutze z. B. das Internet oder ein Bestimmungsbuch.)
3. Finde heraus, warum die Augen Punktaugen und Komplexaugen genannt werden.
(Nutze z. B. das Internet oder ein Bestimmungsbuch.)
4. Recherchiere im Internet: Was ist eine Ameisenstraße?
5. Recherchiere im Internet: Wie kommunizieren die Ameisen miteinander?
6. Notiere deine Ergebnisse.

Tiere in der Stadt entdecken und erforschen: Asseln (1)

Informationen zu Asseln

1. Informiere dich über Asseln. Finde so viel wie möglich über sie heraus.
Sammle alle Informationen. (Nutze z. B. das Internet oder ein Bestimmungsbuch.)

2. Bereite eine Expedition nach draußen vor:

- a) Fülle in ein Schraubglas etwas feuchte Erde und Laub.
- b) Du brauchst eine kleine Schaufel oder einen Löffel. Auch ein Pinsel ist hilfreich.
- c) Suche im Internet nach Bildern von Asseln.
Präge dir ein, wie Asseln aussehen oder nimm ein Foto mit auf deine Expedition.



Asseln

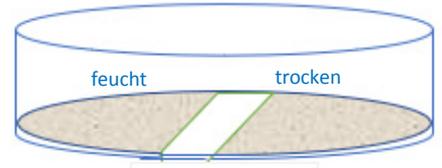
3. Expedition:
 - a) Suche nach Asseln.
Suche z. B. unter Steinen, am Boden liegenden Ästen, unter Sträuchern im Laub, in Kellern, an brösligen Mauern, in Gärten, Ställen, Gewächshäusern und Komposthaufen.
 - b) Beschreibe, wo du Asseln gefunden hast.
 - c) Finde heraus, welche Eigenschaften der Lebensraum von Asseln hat.
4. Sammle einige Asseln in deinem Glas. **BEACHTE: Asseln sind Lebewesen. Bitte behandle sie entsprechend vorsichtig. Setze sie später wieder in der Natur aus.**
5. Was kannst du über die Asseln noch herausfinden? Beobachte die Asseln und schreibe auf, was dir auffällt.
6. Überlege dir einen Versuch dazu, wie Asseln auf unterschiedlich feuchte Umweltbedingungen reagieren.
7. Du kannst auch einer Versuchsanleitung folgen.

Tiere in der Stadt entdecken und erforschen: Asseln (2)

Frage: Wie reagieren Asseln auf unterschiedlich feuchte Umgebungen?

Durchführung:

1. Schneide aus Filterpapier einen Kreis aus, der genau in die Schale passt.
2. Schneide das Filterpapier in der Mitte durch. Schneide nun von jeder Hälfte 0,5 cm ab, sodass in der Mitte ein 1 cm breiter freier Streifen entsteht.
3. Feuchte eine Filterpapierhälfte mit Wasser an. Die andere bleibt trocken.
4. Lege beide Halbkreise in die Petrischale (wie in der Zeichnung).
5. Falte ein Stück Papier in der Mitte und benutze es, um die Asseln vorsichtig auf den freien Streifen zu setzen.
6. Beobachte nun, was die Asseln machen. Zähle 5 Minuten lang alle 30 Sekunden die Anzahl der Asseln auf den beiden Halbkreisen und trage deine Ergebnisse in die Tabelle ein.



Zeit in Sekunden	Anzahl der Asseln in der feuchten Hälfte	Anzahl der Asseln in der trockenen Hälfte
30		
60		
90		
120		
150		
180		
210		
240		
270		
300		

Auswertung:

1. Beschreibe das Verhalten der Asseln.

2. Begründe das Verhalten der Asseln in diesem Experiment.

Weitere Umweltbedingungen für Asseln erforschen

Aufgabe:

1. Plane ein Experiment, mit dem du überprüfen kannst,
 - a) ob sich Asseln lieber im Hellen oder im Dunklen aufhalten oder
 - b) ob Asseln Gerüche wahrnehmen können.
2. Stimme die Planung mit deiner Lehrerin/deinem Lehrer ab.
3. Baue das Experiment auf und führe es durch.
4. Beschreibe das Experiment und fertige eine Zeichnung dazu an.

Für das Experiment braucht man (Materialien):

So wird es durchgeführt:

Zeichnung:

Ergebnis:

Zusatz: Überlegt euch in Gruppen Quizfragen zu Asseln und stellt sie euch gegenseitig.

8 AUF EIN WORT – EXPERIMENTE: SICHERHEIT GEHT VOR

Uwe Kriesch

„Der einfachste Versuch, den man selbst durchführt, ist besser als der schönste Versuch, den man nur sieht.“ (Michael Faraday)

Die Naturwissenschaften leben von Experimenten. Und sicher gehört das Experimentieren zu den aufregendsten Dingen im Unterricht. Dabei werden Sie nicht aus dem Blick verlieren, dass Sie die Sicherheit und damit verbunden die Gesundheit der Schülerinnen und Schüler zu gewährleisten haben. Sicherheits- und verantwortungsbewusstes Handeln soll als fächer- und schulübergreifendes Ziel verstanden werden. In diesem Sinne agieren Sie als Vorbild und können das Bewusstsein für mögliche Gefahren und deren Ursachen schärfen und die Lernenden zum sicherheitsgerechten Verhalten anhalten.

Um Sie dahingehend zu unterstützen, werden nachfolgend, ausgehend von dem Leitfaden *Richtlinie für Sicherheit im Unterricht (RiSU)* über Informationsmöglichkeiten bzgl. des Arbeitsschutzes hin zu Fort- und Ausbildungsangeboten, Möglichkeiten des Wissenserwerbs und -austausches im Sinne der Unterrichtssicherheit aufgezeigt.

LEITFADEN RiSU

Die Schulleitungen haben sicherzustellen, dass die aktuellen Gesetze, Verordnungen und Vorschriften zu Sicherheit und zu Gesundheitsschutz eingehalten werden. So gelten auch für Schulen u. a. das Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz) und die Gefahrstoffverordnung. Der Leitfaden für den Weg zum sicheren Experiment bzw. Versuch ist die *Richtlinie für Sicherheit im Unterricht (RiSU)*, verfügbar unter: https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/1994/1994_09_09-Sicherheit-im-Unterricht.pdf.

In den Verwaltungsvorschriften über die Wahrnehmung der Fürsorge- und Aufsichtspflicht im schulischen Bereich (VV-Aufsicht in Brandenburg bzw. AV-Aufsicht in Berlin) ist u. a. geregelt, dass der Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern unter Einhaltung der Bestimmungen gemäß der RiSU (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 9. September 1994 in der jeweils gültigen Fassung, aktueller Stand: 26.02.2016) durchzuführen ist. In der RiSU ist unter anderem geregelt, dass die Lehrkraft dafür zu sorgen hat, dass Schülerinnen und Schüler persönliche Schutzausrüstungen (Schutzbrillen, ...) tragen, falls das Experiment oder das Verfahren es erfordert. Diese Entscheidung wird u. a. innerhalb der Gefährdungsbeurteilung getroffen.

Beispiele für eine Gefährdungsbeurteilung finden Sie in dieser Handreichung zu zwei Experimenten.³⁶ Diese wurden mit DEGINTU erstellt. Das Online-Portal DEGINTU ermöglicht Schulen u. a. das einfache Erstellen eines Gefahrstoffverzeichnisses und den Ausdruck von Etiketten für die Gefahrstoffgebinde der Schulen. Änderungen im Gefahrstoffrecht werden in einer Datenbank aktualisiert und den Schulen zeitnah zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus unterstützt es Schulen mittels einer „Versuchsdatenbank mit interaktiver Gefährdungsbeurteilung“ für Chemie-Experimente bei der Erstellung von Gefährdungsbeurteilungen. Den Zugang zum kostenlosen Portal und weitere Informationen finden Sie unter <https://degintu.dguv.de>.

³⁶ Siehe Teil 1, Kapitel 4.3 und Teil 2, Experiment 7: Nachweis von Stärke in Lebensmitteln

INFORMATIONSMÖGLICHKEITEN FÜR DEN ARBEITSSCHUTZ

Um sich über den Arbeitsschutz an der Schule umfassend zu informieren, lohnt sich ein Besuch der Internetseite www.sichere-schule.de. Dieses Portal stellt die Weiterentwicklung eines Angebots der Unfallkasse Nordrhein-Westfalen dar und wird nunmehr durch die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung betreut.

Das DGUV-Portal „Lernen und Gesundheit“ bietet viele kostenlose Unterrichtsmaterialien (inkl. Stundenvorbereitungen) zu verschiedenen Themenbereichen an und wendet sich an Lehrkräfte aller Schulformen. Das Portal ist zu erreichen unter www.dguv-lug.de.

In Absprache mit Ihrer Schulleitung stehen Ihnen verschiedene Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner des Arbeitsschutzes beratend zur Seite.

Brandenburg	Berlin
<p>Schulaufsicht</p> <p>Überregionale Zuständigkeit für den Arbeitsschutz und das Gesundheitsmanagement der Lehrkräfte</p> <p>Uwe Kriesch Tel.: 0331 2844 124 Mobilfunk: 0174 6503984, E-Mail: uwe.kriesch@schulaemter.brandenburg.de https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/schule/schulen-in-berlinbrandenburg/as</p> <p>Regionale Zuständigkeit für den Arbeitsschutz und das Gesundheitsmanagement der Lehrkräfte</p> <p>Staatliches Schulamt Brandenburg an der Havel Christoph Wricke Tel. 03381 3974 64, E-Mail: christoph.wricke@schulaemter.brandenburg.de</p> <p>Staatliches Schulamt Cottbus Dr. Lothar Sickora Tel. 0355 4866 101, E-Mail: lothar.sickora@schulaemter.brandenburg.de</p> <p>Staatliches Schulamt Frankfurt (Oder) Uwe Falk Tel. 0335 5210 485, E-Mail: uwe.falk@schulaemter.brandenburg.de</p> <p>Staatliches Schulamt Neuruppin Conrad Gimpel Tel.: 03391 444 70, E-Mail: conrad.gimpel@schulaemter.brandenburg.de</p>	<p>Arbeits- und Gesundheitsschutz für Beschäftigte des Berliner Schuldienstes</p> <p>Georg Kaske E-Mail: georg.kaske@senbjf.berlin.de</p> <p>Sicherheit im Unterricht und Jugendarbeitsschutz</p> <p>Birgit Pietrek E-Mail: birgit.pietrek@senbjf.berlin.de</p> <p>Landesamt für Arbeits- und Gesundheitsschutz und technische Sicherheit (LAGetSi) https://www.berlin.de/lagetsi</p>

Unfallkasse Brandenburg

Dr. Oliver Kuppinger
Tel.: 0335 5216 116
E-Mail: o.kuppinger@ukbb.de

Unfallkasse Berlin

Dr. Lars Kirsten
Tel.: 030 7624 1380
E-Mail: l.kirsten@unfallkasse-berlin.de

Kompetenzzentrum für Sicherheit und Gesundheit (KSG) Fragen zum Unterrichtsraum, der Lagerung von Gefahrstoffen oder zur Erstellung von Gefährdungsbeurteilungen

Frau Andrea Haberland
Tel.: 0331 8683 610
E-Mail: andrea.haberland@ksg.brandenburg.de

In Berlin sind die Bezirke als **Schulträger** für die äußeren Schulangelegenheiten verantwortlich. Zu Fragen der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes erfragen Sie die Kontaktinformationen bei Ihrer Schulleitung.

FORT- UND AUSBILDUNGEN

Fortbildungen helfen, den Unterricht mit Experimenten lebendig, abwechslungsreich und anschaulich zu gestalten. Die Planung und Durchführung einfacher und ungefährlicher chemischer Experimente mit hohem Motivationspotenzial für Sie und Ihre Lernenden stehen im Mittelpunkt. Sie führen unter der Anleitung einer erfahrenen Chemielehrkraft sichere Experimente selbst durch. Die Seminare werden in Zusammenarbeit mit den Unfallkassen Brandenburg bzw. Berlin angeboten. Die genauen Seminartermine entnehmen Sie bitte dem Fortbildungsnetz.

Des Weiteren stehen Ihnen die Schulberaterinnen und -berater Brandenburgs und Berlins in den Verbänden bzw. Regionen unterstützend zur Seite.

Brandenburg

„Sicheres Experimentieren in der Grundschule“³⁷
und weitere Fortbildungsangebote unter:

<https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de>

Fortbildungsangebote:
<https://tisonline.brandenburg.de>

Berlin

„Spaß mit Sicherheit – chemisches Experimentieren im SU/NaWi-Unterricht in Grundschulen“

<https://www.unfallkasse-berlin.de/service/seminare/seminare-schulen>

Fortbildungsangebote:
<https://fortbildung-regional.de>

³⁷ Die in der Fortbildung vorgesehenen Experimente werden nach und nach in die Versuchsdatenbank DEGINTU eingepflegt.

KEINE ANGST VOR ERSTER HILFE

Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht bedeutet, besonderen Gefährdungen, bspw. Schnittverletzungen durch Glasbruch, ausgesetzt zu sein. Vor Tätigkeiten mit Gefahrstoffen müssen Erste-Hilfe-Maßnahmen festgelegt und erforderliche Erste-Hilfe-Einrichtungen bereitgestellt werden. Hält die Schule einen Unterrichtsraum für das Fach Naturwissenschaften vor, so muss in diesem Raum ein Verbandkasten nach DIN 13517 C in Bereichen mit erhöhter Gefährdung griffbereit zur Verfügung stehen.

Die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) weist in ihrer DGUV Information 202-059 „Erste Hilfe in Schulen“ darauf hin, dass anzustreben ist, dass Lehrkräfte u. a. in naturwissenschaftlichen Fächern als Ersthelferinnen bzw. Ersthelfer ausgebildet sind.

Brandenburg

Die Unfallkasse Brandenburg übernimmt auf Antrag der Schulleitung p. a. für bis zu 20 % der in den Schulen wirkenden Lehrkräfte die Kosten der Aus- und Fortbildung zu Ersthelferinnen und Ersthelfern. Sofern Sie die Ausbildung noch nicht absolviert haben, wird empfohlen, mit Ihrer Schulleitung abzuwägen, ob Sie dementsprechend im Rahmen einer wirksamen Ersten Hilfe in Ihrer Schule ausgebildet werden können.

Quelle: VV Schulbetrieb

Berlin

Die Unfallkasse Berlin ist an der Ausbildung zur Ersthelferin / zum Ersthelfer beteiligt. Hier erhalten Sie Gutscheine für die Ausbildung, die vorher beantragt werden müssen. U. a. alle in den Fächern Sachunterricht und Naturwissenschaften 5/6 unterrichtenden Berliner Lehrkräfte sollten ausgebildet sein.

Quelle: Ausführungsvorschriften zur Sicherstellung der Ersten Hilfe in Schulen

„Die Praxis sollte das Ergebnis des Nachdenkens sein, nicht umgekehrt.“

(Hermann Hesse)

Keine Frage, Sie als Lehrkräfte stellen sich mit großem Engagement der Umsetzung des RLP für die Naturwissenschaften 5/6.

Eine sachgerechte Gefährdungsbeurteilung Ihrer Experimente, die Richtlinie für Sicherheit im Unterricht als Leitfaden, eine enge Zusammenarbeit mit den Mitwirkenden³⁸ in der „Arbeitsschutzorganisation Schule“ sind Garanten, dass die Sicherheit und der Gesundheitsschutz bei der Planung, Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung dauerhaft gewährleistet werden.

In diesem Sinne wünschen wir Ihnen viel Erfolg bei der pädagogischen Arbeit, sowie Ihnen und den Schülerinnen und Schülern viele spannende Experimente.

³⁸ Bspw. Schulleitung, Schulträger, Schulhoheitsträger, Betriebsärztin/Betriebsarzt, Fachkraft für Arbeitssicherheit, Sicherheitsbeauftragte/Sicherheitsbeauftragter, Gefahrenstoffbeauftragte/Gefahrenstoffbeauftragter, Brandschutzhelferin/Brandschutzhelfer, Ersthelferin/Ersthelfer

9 MATERIALLISTE – EMPFEHLUNGEN

Wer Experimente durchführt, benötigt auch Materialien. Im Folgenden finden Sie Vorschläge und Anregungen für Materialien und ihre Bezugsquellen, mit denen Sie im Unterricht sinnvoll arbeiten können.

Die erste Liste orientiert sich an den Themenfeldern des RLP, die zweite enthält eine Gesamtliste der Materialien, unterteilt nach Labor-, Haushalts- und Schulmittelbedarf.

Die Anzahl in der ersten Liste ist jeweils für ein Experiment angegeben. Für Schülerversuche muss die entsprechende Stückzahl angepasst werden. Diese Spalte können sie in der zweiten Liste je nach Bedarf für ihre Schule ausfüllen.

MATERIALLISTE NATURWISSENSCHAFTEN 5/6 – ORIENTIERT AN DEN EXPERIMENTIERVORSCHLÄGEN IM RLP

Themenfeld 1: Von den Sinnen zum Messen		
Anzahl	Material	Bezugsquelle
3 Stck	Plastikschüsseln (1 l)	Haushaltsbedarf
5 Stck	Erlenmeyerkolben (250 ml)	Laborbedarf
1 Stck	Außenthermometer	Haushaltsbedarf
1 Stck	Fieberthermometer (Desinfektionsmittel für Reinigung)	Haushaltsbedarf
5 Stck	Glasrohre	Laborbedarf
	Kleiderbügel	von den Lernenden mitzubringen
	kleine Plastiktüten	Haushaltsbedarf
1 Set	Massestücke	Lehrmittelbedarf
5 Stck	Stopfen mit Loch	Laborbedarf
3 Stck	Thermometer (für Flüssigkeiten)	Laborbedarf
	wasserfeste Folienstifte	von den Lernenden mitzubringen
1 Stck	Wasserkocher	Haushaltsbedarf
1 Stck	Haushaltswaage	Haushaltsbedarf

Themenfeld 2: Stoffe im Alltag		
Anzahl	Material	Bezugsquelle
Thema: Eigenschaften von Körpern und Stoffen		
1 Set	Batterien	Haushaltsbedarf
1 Stck	Heizplatte	Laborbedarf
1 Set	Kabel	Schulbedarf
1 Stck	Lampenfassung	Schulbedarf

Themenfeld 2: Stoffe im Alltag		
5 Stck	Magnete	Schulbedarf
1 Stck	Prüflampe	Schulbedarf
1 Pck	Reagenzgläser	Laborbedarf
1 Stck	Reagenzglasständer	Laborbedarf
1 Stck	Reagenzglasständer	Laborbedarf
2 Stck	Spatel	Laborbedarf
1 Stck	Spritzflasche	Laborbedarf
1 Stck	Tiegelzange	Laborbedarf
1 Stck	Verdampfungsschale	Laborbedarf
2 Stck	verschraubbare Zwischengefäße	Laborbedarf
1 Stck	Kinderschutzbrille	Laborbedarf
Thema: Reinstoffe, Stoffgemische und Trennverfahren		
10 Stck	Bechergläser	Laborbedarf
1 Pck	Filterpapier	Laborbedarf
1 Set	Plastiktrichter	Laborbedarf
	Spatel, Abdampfschalen	Laborbedarf

Themenfeld 3: Sonne als Energiequelle		
Anzahl	Material	Bezugsquelle
Thema: Einfluss der Sonne auf die Erde		
Wärmestrahlung		
	schwarze und weiße Pappe	Schreibwarenbedarf
2 Stck	Thermometer	Haushaltsbedarf
Treibhauseffekt		
2 Stck	Bechergläser (500 ml)	Laborbedarf
	Alufolie, schwarze Pappe, Frischhaltefolie	Haushaltsbedarf
2 Stck	Lampen	
2 Stck	Thermometer	Laborbedarf
Sonnenuhr		
	Fähnchen (o. a.)	Schreibwarenbedarf
1 Stck	langer Stock	Haushaltsbedarf

Themenfeld 4: Welt des Großen– Welt des Kleinen		
Anzahl	Material	Bezugsquelle
Thema: Optische Geräte		
2 Stck	Lupen gläser	Schulmittelbedarf
1 Set	Linsen	Schulmittelbedarf
1 Set	Spiegel	Schulmittelbedarf
	Materialien: Haare, ...	von den Lernenden mitzubringen
1 Stck	Mikroskope	Schulmittelbedarf

Themenfeld 5: Pflanzen, Tiere, Lebensräume		
Anzahl	Material	Bezugsquelle
Thema: Wechselwirkungen von Organismen in ihren Lebensräumen		
	Saatgut: Erbsen, Bohnen, Kresse, ...	von den Lernenden mitzubringen
1 Pck	Gips	Haushaltsbedarf
4 Stck	Joghurtbecher (blickdicht und durchsichtig)	von den Lernenden mitzubringen
	Küchenpapier, Zeitungspapier	von den Lernenden mitzubringen
5 Stck	schmale Bechergläser (300 ml)	Laborbedarf
2 Stck	Gläser	von den Lernenden mitzubringen
2 Stck	Teller	von den Lernenden mitzubringen

Themenfeld 6: Bewegung zu Wasser, zu Lande und in der Luft		
Anzahl	Material	Bezugsquelle
Thema: Beschreibung von Bewegung		
1 Stck	Stoppuhr	Schulbedarf
1 Stck	Zollstock (Gliedermaßstab)	Handwerksbedarf

Themenfeld 7: Körper und Gesundheit		
/		
Themenfeld 8: Sexualerziehung		
Anzahl	Material	Bezugsquelle
	Kondome, Binden, Slipeinlagen und Tampons	Klassensets für Schulen oft kostenlos
	Poster, Broschüre, ...	BZgA

Themenfeld 9: Technik		
Anzahl	Material	Bezugsquelle
Thema: Elektrischer Stromkreis		
1 Set	Batterien	Schulbedarf
	Drähte, verschiedenen Durchmessers, verschiedenen Materials	Schulbedarf
1 Set	Kabel	Schulbedarf
3 Stck	Lampenfassungen	Schulbedarf
4 Stck	Prüflampen (verschiedene Farben)	Schulbedarf
2 Stck	Schalter	Schulbedarf

MATERIALLISTE NATURWISSENSCHAFTEN 5/6 – GESAMTÜBERSICHT

Laborbedarf	
	Erlenmeyerkolben (250 ml)
	Becherglas (500 ml)
	Bechergläser
	Heizplatte
	Filterpapier
	Glasrohr
	Plastiktrichter
	Reagenzgläser
	Reagenzglasständer
	hohes Becherglas (300 ml)
	Spatel
	Spritzflaschen
	Stopfen mit Loch
	Thermometer
	Tiegelzangen
	Abdampfschalen
	verschraubbare Zwischengefäße
	Kinderschutzbrille

Haushaltsbedarf (Schreibwaren, Handwerksbedarf)	
	schwarze Pappe, weiße Pappe, Alufolie, Frischhaltefolie
	Außenthermometer
	Batterien
	Fieberthermometer
	Lampe
	langer Stock
	Wasserkocher
	Zollstock (Gliedermaßstab)
	Kerzen
	Haushaltswaage
Schulmittelbedarf	
	Drähte, verschiedenen Durchmessers/verschiedenen Materials
	Kabel
	Lampenfassungen
	Lupenläser
	Magnete
	Linsen
	Spiegel
	Mikroskope
	Prüflampen
	Schalter
	Stoppuhren
möglichst von den Lernenden mitzubringen	
	Bohnen
	Erbsen
	Gips
	Gläser
	Joghurtbecher
	Kleiderbügel
	Kresse
	Küchenpapier, Zeitungspapier
	Materialien für das Mikroskop: Haare...
	Teller
	wasserfeste Folienstifte

10 AUTORENVERZEICHNIS, TEIL 1

Ralf Böhlemann, Studienrat, arbeitet am Theodor-Fontane-Gymnasium in Strausberg und als hinzugezogene Lehrkraft im LISUM Berlin-Brandenburg.

Dr. Silja Haller, Studienrätin Musik/Biologie, verfügt über Unterrichtserfahrungen an verschiedenen Gymnasien und im Grundschulbereich in Berlin und Potsdam.

Prof. Dr. Hilde Köster war zunächst als Grundschullehrerin tätig und arbeitete dann als Wissenschaftliche Mitarbeiterin in den Arbeitsgebieten Grundschulpädagogik, -didaktik, Sachunterricht und Physikdidaktik. An der Alice Salomon Hochschule Berlin hatte sie die Professur für Frühpädagogik und -didaktik mit den Schwerpunkten Naturwissenschaften, Technik und Mathematik und danach an der Pädagogischen Hochschule Schwäbisch Gmünd die Professur für Frühe Bildung und Sachunterricht inne. Seit 2011 ist Prof. Dr. Hilde Köster als Professorin für Grundschulpädagogik und Sachunterricht an der Freien Universität Berlin tätig.

Uwe Kriesch setzt als Schulrat in Brandenburg die überregionale Aufgabe „Arbeitssicherheit und Gesundheit“ um und ist seit 2002 in der Schulaufsicht beim Staatlichen Schulamt Cottbus tätig.

Tobias Mehrrens hat an der Freien Universität Grundschulpädagogik und Integrierte Naturwissenschaften studiert. Er ist seit 2016 als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Freien Universität Berlin am Lehrstuhl für Sachunterricht und seine Didaktik tätig.

Dr. Pia K. Schmidt hat Chemie studiert und in Physikalischer Chemie promoviert. Sie sammelte Erfahrungen am Science Center Phänomenta in Flensburg, entwickelte Angebote für das Schülerlabor LiseLab und bietet dort Experimentierworkshops für Lehrkräfte an. Sie arbeitete als abgeordnete Lehrerin am LISUM für das Fach Naturwissenschaften 5/6. An der Lise-Meitner-Schule, Oberstufenzentrum für Naturwissenschaften, unterrichtet sie die Fächer Chemie, Physik, Physikalische Chemie und Analytik.

Dr. Ilona Siehr, Studienrätin für Chemie/Biologie. Sie war bis 2009 Lehrerin am Gymnasium und Fachberaterin Chemie. Gegenwärtig ist sie Referentin für Naturwissenschaften am LISUM Berlin-Brandenburg.

Dr. Birgit Wenzel, Erfahrungen als Lehrerin, Fachseminarleiterin und Hochschullehrerin, gegenwärtig Referentin für den Sachunterricht, Gesellschaftswissenschaften 5/6 und Naturwissenschaften 5/6 sowie Referatsleiterin im Referat Grundschule / Sonderpädagogische Förderung am LISUM Berlin-Brandenburg.

