

Fächerübergreifend und fächerverbindend unterrichten

Angela Jonen
Johannes Jung



Grundschule

Steigerung der Effizienz des
mathematisch-naturwissenschaftlichen
Unterrichts

G6
Naturwissenschaften

Inhaltsverzeichnis

1	Der Sachunterricht zwischen Einzelfachorientierung und Fächerintegration	3
1.1	Vorläufer	3
1.2	Gesamtunterricht	3
1.3	Vorfachlicher Sachunterricht	5
1.4	Wissenschaftsorientierter Sachunterricht	6
1.5	Mehrperspektivischer Unterricht	7
1.6	Exemplarisch-genetisch-sokratischer Sachunterricht	8
2	Veränderte Begründungsansätze für fächerübergreifenden Unterricht	8
2.1	Welterkundung statt Sachunterricht	9
2.2	Der vielperspektivische Sachunterricht	9
2.3	Vielperspektivischer Sachunterricht am Beispiel Wasser	10
3	Vielperspektivischer Sachunterricht am Beispiel Staubsauger	16
4	Vielperspektivischer Sachunterricht am Beispiel Schall	20
5	Weitere Themen	23
6	Methoden fächerübergreifenden Unterrichts	24
	Literatur und Bildquellen	25

Anhang: Artikel »Wie wir hören – Versuche zum Thema Schall«, A. Jonen.

Aus: Grundschulmagazin, Heft 1/2007, Oldenbourg-Schulbuchverlag, S. 17-22.

Impressum

Angela Jonen, Johannes Jung
Fächerübergreifend und fächerverbindend unterrichten

Publikation des Programms SINUS-Transfer Grundschule
Programmträger: Leibniz-Institut für die



Pädagogik der Naturwissenschaften und
Mathematik (IPN) an der Universität Kiel
Olshausenstraße 62
24098 Kiel
www.sinus-an-grundschulen.de
© IPN, Juli 2007

Projektleitung: Prof. Dr. Manfred Prenzel
Projektkoordination: Dr. Claudia Fischer
Redaktion u. Realisation dieser Publikation:
Prof. Dr. Reinhard Demuth, Dr. Karen Rieck, Tanja Achenbach
Kontaktadresse: info@sinus-grundschule.de

ISBN: 978-3-89088-195-9

Nutzungsbedingungen

Das Kieler Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) gewährt als Träger der SINUS-Programme ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Trotz sorgfältiger Nachforschungen konnten nicht alle Rechteinhaber der in den SINUS-Materialien verwendeten Abbildungen ermittelt werden. Betroffene Rechteinhaber wenden sich bitte an den Programmträger (Adresse nebenstehend).

1 Der Sachunterricht zwischen Einzelfachorientierung und Fächerintegration

Am Anfang dieser Modulbeschreibung steht ein kurzer historischer Rückblick auf die Geschichte des Sachunterrichts – nicht als Selbstzweck, sondern um die später vorgestellten Unterrichtsentwürfe und Anregungen besser einordnen zu können. Es soll damit verdeutlicht werden, dass sich gerade bei einem derart heterogenen Schulfach wie dem Sachunterricht (beziehungsweise der Heimatkunde als Vorläuferfach) im Laufe seiner relativ kurzen Geschichte immer wieder die Frage nach möglicher oder erwünschter Fächerverbindung und Fächerintegration stellte. Dieses Problem wurde im 19. Jahrhundert konzeptionell dadurch gelöst, dass man dem damaligen Realienunterricht wechselnde Schwerpunktfächer wie Erdkunde oder Naturkunde gab und die anderen Fächer daneben weitgehend bedeutungslos wurden. Ab 1920 wurden alle Fächer in der Grundschule zu einem umfassenden Gesamtunterricht mit heimatkundlichem Kern verschmolzen. Gegen Ende der 1960er Jahre erfolgte unter wissenschaftsorientierter Perspektive eine deutliche Aufteilung in einzelne Fächer, die aber schon bald von mehr- und vielperspektivischen Konzepten mit wiederum klarer Fächerintegration abgelöst wurde. Diese wechselvolle Geschichte legt den Schluss nahe, dass zum einen auch die aktuellen Entwürfe kaum eine abschließende Lösung dieser Frage darstellen und dass sie zum anderen immer wieder Anknüpfungspunkte zu historischen Konzeptionen aufweisen dürften.

Diese Kurzzusammenfassung mag als Orientierungshinweis genügen, die Kapitel 1.1 bis 1.6 sind als vertiefender Überblick für Leserinnen und Leser mit Interesse an Details gedacht; ansonsten lässt sich die Lektüre auch bei »Kapitel 2 – Veränderte Begründungsansätze für fächerübergreifenden Unterricht« und den folgenden Unterrichtsbeispielen fortsetzen.

1.1 Vorläufer

Bei den konzeptionellen Entwürfen des 19. Jahrhunderts, beginnend mit C. Harnischs Heimatkunde von 1816 über F. A. Finger (1844) und A. Diesterweg (1850) bis hin zu Junges naturkundlichem Unterricht (1885), lagen die inhaltlichen Schwerpunkte wechselweise eher im naturwissenschaftlichen (vgl. Junge 1885) oder im geschichtlichen oder geographischen Bereich (vgl. Schaub 2004, S. 198). So wurde ein Realienunterricht mit jeweils unterschiedlichem fachdisziplinären Kern festgelegt, also quasi ein Leitfach, an das sich eine beschränkte Zahl anderer Fächer randständig anlagerte. Die Ziele, Inhalte und Methoden dieses Realienunterrichts fußten auf der unmittelbaren Umgebung.

1.2 Gesamtunterricht

Die flächendeckende Einführung der Heimatkunde als integraler Bestandteil der Volksschulunterstufe vollzog sich in zwei Etappen: 1. die Etablierung der Grundschule durch die Weimarer Verfassung von 1919 bzw. das Große Grundschulgesetz 1920; 2. die preußischen Richtlinien von 1921, die als Reichsrichtlinien 1923 weitgehend übernommen wurden. Damit stellte sich die organisatorische Frage nach Einbeziehung und Verbindung der Fächer (vgl. Neuhaus-Siemon 1994). Gerade mit der Zentrierung auf sachunterrichtliche Bereiche kam in der neu formierten Grundschule nun eine grundsätzlich fächerübergreifend gedachte Unterrichtskonzeption zum Tragen. Beeinflusst durch Berthold Ottos Reformideen und die schulpraktischen Versuche des Leipziger Lehrervereins ab 1911 wurde der Gesamtunterricht zur zentralen Unterrichtsform in der Grundschule (vgl. Feige 2007).

Die maßgeblichen preußischen Richtlinien unterschieden dabei auf schulorganisatorischer Ebene zwischen dem Heimatkundlichen Gesamtunterricht während der ersten beiden Jahrgangsstufen und der eigentlichen Heimatkunde in den zwei folgenden Jahren. In den Jahrgangsstufen 1 und 2 bildeten heimatkundliche Inhalte den Mittelpunkt des Gesamtunterrichts und damit des gesamten Grundschulunterrichts in der 3./4. Jahrgangsstufe. Das Fach Heimatkunde sollte in gewisser Eigenständigkeit durch eine vorfachliche Binnengliederung bereits auf den anschließenden Erdkunde-, Naturkunde- und Geschichtsunterricht vorbereiten (vgl. Feige 2007, S. 20).

Ihre dominierende Stellung gewannen diese gesamtunterrichtlichen Formen der Heimatkunde aus den damals aktuellen lern- und entwicklungspsychologischen Paradigmen. Diese gingen von einer Ganzheitlichkeit des kindlichen Wesens und einer Totalauffassung der Welt aus, die ungefächert und umfassend gedacht wurden.

Als organisatorische und methodische Prämisse legte dieses konstituierende Prinzip der Ganzheitlichkeit eine ungefächerte, verbundene Herangehensweise an alle Unterrichtsstoffe fest, die die postulierte und vermeintliche Gesamtwahrnehmung der Welt als Sach- und Erlebnisganzes widerspiegeln müsse. Vor allem im Heimatkundlichen Gesamtunterricht zentrierten sich daher alle Fächer um ein ausgewähltes heimatkundliches Lebensweltthema und machten die anderen Grundschulfächer diesem Kerninhalt dienstbar.

Der Themenbereich »Wasser« wird etwa bei K. Markerts im in den 1920er und 30er Jahren vor allem in Süddeutschland verbreiteten Lehrerhandbuch »Das zweite Schuljahr unter Führung des heimatlichen Sachunterrichts« zum Erlebnisganzes zusammengefasst (»Was eilst du so, du Bächlein froh...«, Markert 1929, S. 88). In dieses Handbuch finden geographische Sichtweisen (Entstehung von Quellen), biologische (Tier- und Pflanzenleben), physikalische (Verdunstung), aber auch technische Perspektiven (Bau und Funktion eines Mühlrades) Eingang. Auch formal-methodische Anliegen wie das Durchführen einfacher Versuchsreihen (Wasserdurchlässigkeit von spezifischen Bodenschichten) werden eingebunden, ebenso Veranschaulichungen am Modell (ober- bzw. unterschlächtige Mühlräder) und musische Anknüpfungspunkte (Zeichnen des Gewässers, Lied: »Es klappert die Mühle«), geschichtliche (»Die Erfindung des Steges«, S. 110 f.) und sprachliche (»Bilderbuch: Hänschen im Blaubeerwald«).

Die unterschiedlichen fachlichen und überfachlichen Verbindungen und Dimensionen, die das zentrale Thema »Bächlein« eröffnet, sind zum größten Teil durchaus realistisch, umweltadäquat und themerschließend und tragen zur Klärung der Sache bei; die Gefahr einer Überdehnung durch eher arbiträre, unsystematische Assonanzen, zufällige inhaltliche Gelegenheiten ohne fachliche Rechtfertigung wird aber durchaus sichtbar.

Die Inhalte dieses heimatlichen Sach- und Gesamtunterrichts wurden grundsätzlich aus der Heimat als dem kindlichen, in aller Regel rein geographisch verstandenen Nahraum entnommen, der zunächst zu Fuß erschlossen werden konnte und später in konzentrischen Kreisen auf die umliegenden Orte, Stadtteile und schließlich den Bezirk erweitert wurde. Anfänglich konnten auch genuin naturkundliche Themengebiete, wie z. B. die dem Kind vertrauten Phänomene Sonne, Mond und Sterne, nach herbartianischem Muster einem religiös vorstrukturierten Gesinnungsgebiet als Anknüpfungspunkt unter- und zugeordnet werden, wie in diesem Beispiel der nächtlichen Flucht der heiligen Familie nach Ägypten (vgl. Troll 1929, S. 203 f.).

Bei einem eher naturwissenschaftlichen Sachganzem, wie etwa dem Dorfbrunnen, sollten sich im Idealfall ebenfalls alle andern Fächer an diesen Wirklichkeitsausschnitt anschließen: Von biologischen Aspekten (Viehtränke) über ökonomisch-hygienische (Wäschewaschen), physikalisch-technische (Funk-

tionsweise) und geschichtliche Bezüge (Entstehung des Brunnens) bis hin zu sprachlichen und mathematischen Verbindungen (Aufsätze, Gedichte, Sachaufgaben) sollte hier ein Gesamtzusammenhang hergestellt werden. Dass unter diesem Dogma der Ganzheitlichkeit häufig weitgehend gezwungene, umständliche und lediglich oberflächlich verbundene Gesamtunterrichtssequenzen entstanden (»Klebekonzentration«), ist sicherlich plausibel. Zudem bildeten diese Sacheinheiten lediglich eine thematisch-inhaltliche Klammer für verschiedene Disziplinen, ohne deren spezifisches Klärungs- und Erschließungspotenzial für genau diesen Inhalt zu beachten.

Entwicklung und Lernen sollten sich dabei quasi naturgemäß in von innen gesteuerten Stufen nach einem inneren, ganzheitlich angelegten Bauplan vollziehen, was die Einwirkungsmöglichkeiten von außen natürlich stark beschränkte und auf Grund der vorgegebenen Begabung beinahe automatisch unterschiedliche Schullaufbahnen eröffnete; für die eher lebenspraktisch ausgerichteten, dem gesunden Menschenverstand folgenden Schüler war eine volkstümliche Bildung vorgesehen, die Natur und Gesellschaft eher als wohlgeordnetes, verbundenes Ganzes ohne analytische Zerfächerung verstehen und annehmen sollten. Lediglich der kleinen Minorität eher kritisch-reflektierender junger Menschen sollte eine höhere Bildung mit wissenschaftlich-kritischem Zugriff ermöglicht werden (vgl. Engelhardt u. Stoltenberg 2002).

Nach 1945 erfolgte in der Bundesrepublik generell ein Rückgriff auf die Organisationsformen und die Inhalte des Heimatkundeunterrichts der Weimarer Republik. In der DDR wurde der Sachunterricht als »Heimatkunde« Teil des zunächst gesamtunterrichtlich und fachbereichsübergreifend organisierten Deutschunterrichts und blieb es dort auch bis zur politischen Wende 1989.

Zentraler Stofflieferant war und blieb bei den westdeutschen Lehrplänen auch nach dem Krieg wie in den preußischen Richtlinien von 1921 die »nähere Erfahrungswelt des Kindes« (Neuhaus-Siemon 1994, S. 215). In Gärtners paradigmatischer »Neuzeitliche(r) Heimatkunde« (1958) sind die Stoffeinheiten »in der Folge ihrer Entfernung vom Schulhaus angeordnet« (Gärtner 1958, S. 223) und blieben weiterhin erlebnishaft emotionalisiert und gesamtunterrichtlich strukturiert. Auch in Karnicks bekannter Heimatkundedidaktik »Redet um Sachen« (1958) und »Mein Heimatort I/II« (ab 1964) entstammten die unterrichtlichen Stoffgebiete aus der näheren kindlichen Umwelt, wobei diese bereits in einen naturkundlichen und einen kulturkundlichen Bereich aufgeteilt wurden. Die Stadt und das Land stehen dabei gleichberechtigt nebeneinander und setzen sich damit von den teilweise agrarromantischen und kulturkritischen Akzenten der traditionellen Heimatkunde ab (vgl. Mitzlaff 2004, S. 154).

1.3 Vorfachlicher Sachunterricht

Allerdings bemühten sich etwa Jesziorski, Lichtenstein-Rother und Fiege bereits ab Mitte der 1950er Jahre um eine Abkehr von der traditionellen Heimatkunde, mit Einbeziehung einer fachlichen Gliederung und dem Zugriff auf räumlich entferntere Inhalte und Erweiterung des herkömmlichen Inhaltsspektrums um moderne Technik und Massenmedien (vgl. Götz & Jung 2001).

Hartwig Fiege beispielsweise entwickelte bereits 1967 einen stärker objektgebundenen Heimatkundeunterricht, der die ausschließliche Subjektbindung an die kindliche Totalauffassung durch eine fach- und disziplinaffine Logik der Sache relativierte. Konkret bedeutete dies eine Zerlegung des Sachunterrichts in erdkundliche, biologische, technologische, wirtschaftkundliche, sozialkundliche, geschichtliche und volkskundliche Komponenten, die bei manchen Themen eine ausschließliche Konzentration auf eine einzige Fachperspektive forderten, wie etwa beim eindeutig biologischen Thema »Unser Goldhamster«

(vgl. ebd., S. 33). Fieges Komponentenmodell mit seiner Fächerung in disziplinäre Perspektiven stellte sicherlich einen ersten Schritt zur Ablösung des bislang dominierenden Gesamtunterrichts dar, auch wenn als Ziel nicht die Einsicht in fachliche Strukturen oder naturwissenschaftliche Erkenntnisse, sondern »die Liebe zur Heimat [als] das Tiefste, was der Heimatkundelehrer bewirken kann« (Fiege 1967, S. 133) beibehalten werden sollte. *(Ergänzung durch die Autoren)*

Die in den 1960er Jahren auch als Folge des Sputnik-Schocks von 1957 vehement einsetzende Kritik an der Heimatkunde munitionierte sich aber vor allem aus lernpsychologischen und bildungstheoretischen Paradigmenwechseln. Die Lern- und Entwicklungspsychologie relativierte das bisher dominierende Axiom ganzheitlicher Wahrnehmung und konzentrierte sich nun primär auf die externen Umweltbedingungen und kognitiven Modellierungsmöglichkeiten; das emanzipatorische und demokratische Versprechen einer einheitlichen Bildung demontierte das überkommene Konzept der volkstümlichen Bildung. Entsprechend scharf fiel das Urteil über den heimatkundlichen Gesamtunterricht aus: Er unterfordere die Schüler durch verfälschende Simplifizierung und Vermischung und missachte damit sowohl die Lernfähigkeit der Schüler wie auch die Eigengesetzlichkeit der einzelnen Fächer. Auf die Anforderungen einer pluralistischen, wissenschaftlich geprägten Industriegesellschaft müsse die Schule mit einer stärkeren Orientierung an wissenschaftlichen Disziplinen vorbereiten (vgl. Köhnlein 2001).

1.4 Wissenschaftsorientierter Sachunterricht

In der Folge dieser klaren Absage an die bisherigen fächerverbindenden Konzepte des Heimatkundeunterrichts entstanden in den späten 1960er bzw. frühen 1970er Jahren vor allem naturwissenschaftlich ausgerichtete Konzeptionen mit deutlichem Einzelfachcharakter.

Auf die Forderungen des Deutschen Bildungsrates im Strukturplan von 1970 nach verstärkter Fachlichkeit und Wissenschaftlichkeit antworteten die Bundesländer mit einer Diversifikation der Sachunterrichtslehrpläne oder -richtlinien in Lern- oder Fachbereiche, die stark an die Terminologie der Sekundarstufe erinnerten: Physik und Wetterkunde, Chemie, Technik, Biologie, Geschlechtererziehung, Soziale Studien, Haushaltslehre, Geographie und Verkehrserziehung listeten etwa die Richtlinien von Nordrhein-Westfalen aus dem Jahr 1971 auf (vgl. Feige 2007, S. 30).

Gestützt wurden diese curricularen Änderungen durch die Adaption amerikanischer Konzeptionen wissenschaftlicher Lehrgänge, die auf zwei grundsätzlichen Denkfiguren beruhten. Bei dem ersten Ansatz ging es um die grundlegenden Strukturen und Basiskonzepte der Disziplin, während der zweite sich auf die wissenschaftlichen Verfahrensweisen konzentrierte (vgl. Feige 2007, S. 39 f.; Kahlert 2005, S. 170 ff.). Bei den konzeptorientierten Ansätzen ging es um grundlegende heuristische Modelle, wie beispielsweise das Teilchenstrukturkonzept für den physikalisch-chemischen Bereich, die als Erklärungsmodelle quer zu allen Inhalten liegen sollten. Dass diese einzelfachlichen Konzeptionen, angeregt durch das amerikanische SCIS-Curriculum (Science Curriculum Improvement Study), eher in den Natur- als in den Gesellschaftswissenschaften realisiert werden konnten, liegt sicher auch am Fehlen kulturwissenschaftlich akzeptierter übergreifender Erklärungskonzepte für soziale oder historische Phänomene (vgl. Spreckelsen 1971). Bei den verfahrensorientierten Curricula wurden die materialen Inhalte ebenfalls zweitrangig und austauschbar, hier ging es um die Vermittlung von wissenschaftlichen Kompetenzen, deren von Gagné erarbeitete Hierarchie bis zum Experimentieren als Höchstform reichte. Zwar lassen sich Verfahren grundsätzlich weitgehend fächerintegrierend oder fächerübergreifend erlernen und anwenden, doch erfolgte realiter eine Einschränkung auf den naturwissenschaftlichen Bereich, für den die

Kompetenzen der anderen Disziplinen (z. B. die eher in der Linguistik beheimatete Kommunikation) im Grunde lediglich dienende Funktionen übernahmen (vgl. Arbeitsgruppe Göttingen 1970; für die Unterrichtspraxis Leicht 1973).

Die beiden skizzierten Curricula sahen sich rasch mit fundamentaler Kritik konfrontiert, die auch mit der Frage nach Einzelfachlichkeit oder Fächerverbindung zu tun hatte. Gerade durch den Bezug zu isolierten wissenschaftlichen Disziplinen nämlich ging die Verbindung zur kindlichen Lebenswelt verloren, was sich etwa im situativen Ansatz Zimmers (1973) durch radikale und generelle Wissenschaftskritik äußerte. Zudem bedeute die Beschränkung auf vor allem physikalische, chemische und technische Lernbereiche eine reale Vernachlässigung der gesellschafts- und kulturkundlichen Inhalte und verhindere durch diese blanke und eindimensionale Wissenschaftsorientierung Emanzipation und politische Mündigkeit. Hinzu kamen außerdem noch die Vorbehalte vor allem der Lehrerschaft gegenüber derart fachlich geschlossenen und lehrgangsartigen Curricula.

1.5 Mehrperspektivischer Unterricht

Diese deutliche Konzentration auf einzelne Fächer beziehungsweise wissenschaftliche Disziplinen oder Nachbardisziplinen stellte wegen der genannten Kritikpunkte ein relativ kurzes Intermezzo in der Geschichte des Sachunterrichts dar. Denn nachdem sich die Vorwürfe gegenüber der traditionellen Heimatkunde ebenso rasch als überzogen erwiesen hatten wie der bildungsreformerische Optimismus der späten 1960er Jahre, setzte bereits ab Mitte der 1970er Jahre eine Reversion der Curricula und ihrer einzelfachlichen Ausrichtung ein. Allerdings war damit keinesfalls eine Rückkehr zu den traditionellen Formen des heimatkundlichen Gesamtunterrichts geplant, da die entstehenden fächerübergreifenden Konzeptionen auf veränderten Begründungen beruhten und mit modifizierten Zielsetzungen und strukturellen Arrangements operierten.

Dies gilt vor allem für das im Rahmen des CIEL-Programms (Curriculum institutionalisierte Elementarerziehung) von Giel und Hiller entwickelte Konzept eines mehrperspektivischen, fächerintegrierenden Unterrichts, der unter dem Kürzel MPU bekannt wurde. Zentrale Bildungsziele stellten in dieser Konzeption Mündigkeit, Partizipation und politisch-gesellschaftliche Handlungskompetenz dar, also im Idealfall die Fähigkeit zur emanzipierten Teilnahme am öffentlichen Diskurs und seinen Entscheidungen. Die vorfindbare Realität sollte daher unter verschiedenen Perspektiven zerlegt und modellhaft auf vier unterschiedlichen »Spielebenen« von »scientisch« bis szenisch rekonstruiert werden, um sie so zu durchschauen und eben auch verändern zu können. Grundsätzlich war dieser Ansatz auch für die naturwissenschaftlichen Bereiche gedacht, blieb aber wegen seiner Komplexität ohnehin eher ein didaktisches Exotikum. Auch wegen der erlebnishaften Rekonstruktionen und der mitunter assoziativen thematischen Zusammenfügungen geriet gerade der MPU zudem in verdächtige Nähe zum alten Gesamtunterricht, was beim Blick auf die Unterrichtsentwürfe durchaus plausibel erscheint. Allerdings bedeutete natürlich zum einen das dahinter stehende aufklärerische Ziel, nämlich »Bildung als Bürgerrecht« (Dahrendorf) für alle zu erreichen, eine entschiedene Absage an das alte selektive Konzept der volkstümlichen Bildung. Zum anderen stellte die Wissenschaft als wirklichkeiterschließendes Werkzeug die entscheidenden Kriterien für die Auswahl bestimmter Inhalte bereit. Zum dritten schließlich sollte sich natürlich die komplexe Rekonstruktion der Wirklichkeit im MPU von dem bekannten, nur selten analysierenden und wenig tiefenscharfen Verharren des alten heimatkundlichen Gesamtunterrichts auf sinnlich fassbaren Oberflächenphänomenen unterscheiden.

1.6 Exemplarisch-genetisch-sokratischer Sachunterricht

Einen weiteren konzeptionellen Ansatz aus diesen bildungsreformerischen Jahren stellt der exemplarisch-genetisch-sokratische Ansatz Martin Wagenscheins dar, der nun wieder speziell die Naturwissenschaften in den Mittelpunkt rückte. Auch Wagenschein knüpfte an der kindlichen Lebenswelt und deren Phänomenen an und versuchte sich an Hand dieser Beobachtungen und Erklärungskonzepte mit den Kindern »auf den Weg zur Physik« zu machen. Dieser grundsätzliche Gedanke, die natürlich zunächst ungefächerten, ganzheitlichen Alltagswahrnehmungen und das Alltagswissen nicht zu verwerfen, sondern als Ausgangspunkt für immer wieder neu konstruierte, durch »conceptual change« veränderte, belastbare, schließlich wissenschaftliche Erklärungsmodelle zu gelangen, ist ganz nachdrücklich in die aktuellen Konzeptionen eines vielperspektivischen Sachunterrichts eingegangen.

2 Veränderte Begründungsansätze für fächerübergreifenden Unterricht

Mit der zusammenfassenden Darstellung dieser historischen Vorläufer unterschiedlicher Sachunterrichtskonzeptionen und dem Wechselspiel von stärker einzelfachlichen beziehungsweise fächerintegrierenden Entwürfen sollen zum einen die gemeinsamen Bezugspunkte, zum anderen die Unterschiede zu zeitgemäßen konzeptionellen Vorstellungen herausgearbeitet werden.

Die sich bis heute konstituierenden Entwürfe eines vielperspektivischen oder mehrdimensionalen Sachunterrichts ziehen die Begründung für ein fächerübergreifendes Vorgehen grundsätzlich aus drei Argumentationszusammenhängen:

Zum einen präsentiert sich die reale Lebenswelt als so komplex und vielschichtig, dass für ein Verstehen, sei es auch nur im Ansatz, und mündiges Mitgestalten dieser Realität möglichst viele fachliche Dimensionen mit einbezogen werden müssen.

Zum anderen brachte die konstruktivistische Wende in den späten 1970er Jahren im Grunde zumindest den theoretischen Überbau für die Absage an alle eindimensionalen und einzelfachlichen Erkenntnismodelle. Das konstruktivistische Axiom besagt nichts weniger, als dass jeder Mensch zum Konstrukteur seiner eigenen Wirklichkeit wird und sich dafür jeweils belastbare Konstrukte schafft, die eben nicht einem wissenschaftlichen oder disziplinären Fachkorridor, sondern allein dem Gebot einer genau für diese Situation und genau für dieses Individuum passenden, tragfähigen Erklärung folgen. Auf die pädagogisch-didaktischen Folgeprobleme dieses Erkenntnisansatzes soll hier nicht weiter eingegangen werden, es ist aber klar, dass für ein weitgehend lebensstaugliches Wirklichkeitskonstrukt das erklärende Potenzial möglichst vieler Disziplinen herangezogen werden sollte.

Zum dritten bedeutet ein wirklich ernsthaftes Anknüpfen an die kindliche Lebenswelt mit dem Ziel handlungsfähiger Mündigkeit ein Einbeziehen vielfältiger Wirklichkeitsaspekte, um diese realen Erscheinungen tatsächlich klären zu können, wie dies auch bereits beim MPU und bei Wagenscheins exemplarisch-genetisch-sokratischem Ansatz zentral berücksichtigt wurde. Die jeweiligen Fachaspekte sollen dabei aber nicht nur lediglich assoziativ und zufällig um ein gemeinsames Lebensweltthema herum angelagert werden, wie dies teilweise dem alten Gesamtunterricht vorzuwerfen war, sondern sollten nach den Möglichkeiten ihres Klärungspotenzials befragt und nach ihrer disziplinären Bedeutung ausgewählt werden.

2.1 Welterkundung statt Sachunterricht

Von einer Gruppe aus dem Umfeld des Arbeitskreises Grundschule wurde Mitte der 1990er Jahre aus diesen Überlegungen heraus ein fächerübergreifender Entwurf vorgelegt, in dem die Bezeichnung »Welterkundung« den herkömmlichen Sachunterricht konzeptionell und begrifflich ersetzte. Ausschließlicher Bezugspunkt sollte in diesem Ansatz die kindliche Lebenswelt im weitesten Sinne sein, also auch alle möglichen medial und kulturell vermittelten und global und überzeitlich auftretenden Phänomene – keinesfalls die fachliche oder wissenschaftliche Relevanz. Allerdings musste sich gerade diese »Welterkundung« zum einen den Vorwurf völliger Beliebigkeit gefallen lassen, die an den alten Gelegenheitsunterricht erinnerte, zum anderen offenbart sich in dem unstrukturierten, umfassenden Weltzugriff auch eine gewisse Selbstüberschätzung eines Faches; die zentrale Frage nach Auswahl und Berechtigung von einzelnen Inhalten und den dort klärend hinzutretenden fachlichen oder fächerübergreifenden Möglichkeiten wird weitgehend ausgeblendet (vgl. Jung 2001; Feige 2007).

2.2 Der vielperspektivische Sachunterricht

Angelehnt an die Überlegungen in Fieges vorfachlichem Komponentenmodell, daneben die aufklärerischen und wirklichkeitserschließenden Impulse des MPU und die eigenkonstruktive Leistung im exemplarisch-genetisch-sokratischen Unterricht Wagenscheins aufgreifend, wurde in den 1990er Jahren der vielperspektivische Sachunterricht entwickelt, der aktuell sicherlich als die fächerübergreifende Leitkonzeption des Sachunterrichts bezeichnet werden kann (vgl. Köhnlein/Schreier 2001).

Dieser vor allem von Köhnlein, Kahlert und Schreier initiierte und elaborierte mehr- oder vielperspektivische Sachunterricht versucht, jeden denkbaren Inhalt aus neun verschiedenen Perspektiven oder Dimensionen zu betrachten:

- die lebensweltliche Dimension (Kind und Heimat),
- die historische Dimension (Kind und Geschichte),
- die geographische Dimension (Kind und Landschaft),
- die ökonomische Dimension (Kind und Wirtschaft),
- die gesellschaftliche Dimension (Kind und soziales Umfeld),
- die physikalische und chemische Dimension (Kind und physische Welt),
- die technische Dimension (Kind und konstruierte Welt),
- die biologische Dimension (Kind und lebendige Welt),
- die ökologische Dimension (Kind und Umwelt)

(vgl. Köhnlein/Schreier 2001).

Die Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) entwickelte in enger Zusammenarbeit mit den angeführten Autoren einen vergleichbaren Perspektivrahmen, der sich allerdings um eine stärkere Konzentration und Integration der einzelnen Sichtweisen bemühte, um eben der Gefahr einer zu starken Zersplitterung entgegenzutreten. Die sozial-/kulturwissenschaftliche, die raumbezogene, die naturwissenschaftliche, die technische und die historische Perspektive sollen nach den Vorstellungen der GDSU berücksichtigt und nach Möglichkeit miteinander vernetzt werden (vgl. GDSU 2002).

Damit gilt es zum einen zu verhindern, dass der Sachunterricht unter das Primat eines vorherrschenden Leitfaches gerät, wie dies im Realienunterricht des 19. beziehungsweise im Heimatkundeunterricht bis Mitte des 20. Jahrhunderts der Fall gewesen war. Zum anderen aber soll auch die uferlose Beliebigkeit

der Welterkundung verhindert und disziplinar rückgebunden werden und zum letzten die assoziative und oberflächliche Aneinanderreihung von Gelegenheitsverbindungen, die der Gesamtunterricht oftmals betrieben hatte, stärker systematisiert werden. In diesen neun Dimensionen sollte gleichsam nach den wissenschaftlichen Vorgaben und Vorgehensweisen einzelner Disziplinen die jeweils klärenden, sinnvollen und tragfähigen Aspekte eines Themas gesucht und eingebunden werden, ohne aber in enzyklopädischer Vollständigkeit alle Perspektiven berücksichtigen zu müssen. *Es geht vor allem darum, sich einen umfassenden Überblick über alle möglichen Aspekte dieses Themas zu verschaffen, um dann die wirklich für das Verstehen dieser Sache relevanten Dimensionen nach fachwissenschaftlichen und pragmatischen Kriterien wie Exemplarität, Repräsentativität, Zugänglichkeit und Ergiebigkeit bildungswirksam auswählen und aufbereiten zu können.* Fächerübergreifend ist dieser Ansatz vor allem dadurch, dass hier die verschiedenen Disziplinen (auf die die verschiedenen Dimensionen ja hindeuten) in ihrem heuristischen Potenzial bezüglich eines gemeinsamen thematischen Kerns zusammenwirken sollen; dass man dabei auch andere Fächer wie Deutsch, Mathematik, Kunst oder Musik einbinden kann, ist sicherlich einleuchtend. Allerdings muss hier vor einer drohenden Entgrenzung des Faches gewarnt werden, die für den Sachunterricht durch die fehlende universitäre Bezugsdisziplin ja ohnehin groß genug ist. Dass diese unterschiedlichen Begründungsansätze der in den letzten Jahren vermehrt auf den Markt drängenden Unterrichtsentwürfe für fächerübergreifendes Arbeiten in ihren Beschreibungen kaum auseinander zu halten sind, soll an den folgenden Beispielen verdeutlicht werden.

2.3 Vielperspektivischer Sachunterricht am Beispiel Wasser

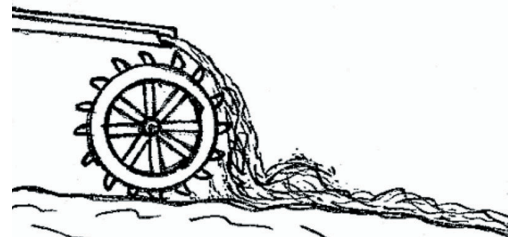
In Ahnlehnung an Joachim Kahlerts »didaktische Netze« sollen im Folgenden zehn unterschiedliche Dimensionen aufgezeigt werden. Sie können als eine Art Suchraster für alle möglichen Fachzugänge dienen, die eine fächerübergreifende Verbindung und kombinierte Erschließungsmöglichkeiten für ein zentrales Thema eröffnen (vgl. Kahlert 2005). Am Themenschwerpunkt Wasser etwa lassen sich die einzelnen Zugangsweisen in ihrem fächerintegrierenden Zusammenspiel herausarbeiten.

1. Die naturwissenschaftliche Perspektive

Hier stehen die chemischen, physikalischen und biologischen Eigenschaften des Wassers im Mittelpunkt; es geht um die Zusammensetzung aus zwei Wasserstoffmolekülen und einem Sauerstoffmolekül (H_2O) und die Eigenschaft als Trägersubstanz für gelöste oder suspendierte Inhaltsstoffe wie Salze, Gase oder organische Teile. Sodann lassen sich Phänomene wie Schwimmen, Sinken oder Schweben, also die Auftriebskraft des Wassers, in den Blick nehmen. Dazu kommen die Aggregatzustände als Eis (fest), Wasser (flüssig) und Wasserdampf (gasförmig), die Übergangstemperaturen zwischen den einzelnen Zustandsformen als Gefrier- und Siedepunkt ($0^\circ C$ bzw. $100^\circ C$ bei 1 bar Luftdruck), Oberflächenspannung und Kapillarwirkung, sodann die Anomalie des Wassers, bei $4^\circ C$ den Zustand größter Dichte zu erreichen. Diese Anomalie verhindert das Gefrieren eines Gewässers vom Grunde her und ermöglicht damit das Überleben von Wassertieren und Pflanzen unter der Eisschicht. Damit ist auch die biologische Dimension angesprochen: Wasser ist als Träger des Stoffwechsels die Grundlage allen Lebens auf der Erde, die meisten Lebewesen bestehen zum überwiegenden Teil (60 bis über 90%) aus Wasser. Die Verschmutzung und Belastung des Wassers durch Gift- und Schadstoffe hat deshalb einen unmittelbaren Einfluss auf Leben und Gesundheit.

2. Die technische Perspektive

Unter dieser Sichtweise werden alle technischen Maßnahmen betrachtet, die beim Umgang mit Wasser eingesetzt werden. Es geht um die Anlage von Trinkwasserleitungen mit dem Prinzip der kommunizierenden Röhren, um Trinkwasserspeicher und Staudämme und vor allem um den Transport und die Aufbereitung von Abwasser. Immerhin fielen in der Bundesrepublik 2004 rund 40.000 Mio. m³ Abwasser an, die gereinigt und wiederaufbereitet werden mussten, um sie der Wassernutzung wieder zuführen zu können. Dazu kommen verschiedene technische Möglichkeiten, die Antriebskraft des Wassers durch Mühlräder oder Turbinen zu nutzen.



Wasserkraft: oberflächiges Mühlrad

3. Die gesellschaftliche Perspektive

Diese Perspektive beschäftigt sich mit dem Zugang zum Wasser und seinen Verteilungsmöglichkeiten, also mit der kommunalen Zuständigkeit für die Wasserversorgung ebenso wie mit den Freizeitmöglichkeiten an Seen und Fließgewässern. Das Recht der Öffentlichkeit auf Nutzung von Ufern und Wasserflächen zu Erholung und Freizeit kollidiert dabei häufig mit privaten Besitzansprüchen oder den Belangen des Natur- und Umweltschutzes. Im internationalen Maßstab lassen sich hierbei auch die Verteilungskämpfe um Wasser wie etwa im Nahen Osten thematisieren, ebenso Migrationsbewegungen aus Gründen des Wassermangels wie in den Gebieten am Süd- und Ostrand der Sahara.

4. Die geographische Perspektive

Wasser bedeckt rund 71% der Erdoberfläche, wovon aber nur rund 3% als Süßwasser in Seen, Gletschern, im Boden oder auf den Polkappen vorkommt, der große Rest ist als Salzwasser in den Ozeanen gebunden. Nur ein winziger Bruchteil (0,018%) des Süßwassers kann wirklich zur Trinkwasserversorgung genutzt werden. Durch die oben erwähnten physikalischen Eigenschaften des Wassers ergibt sich ein natürlicher Kreislauf aus Verdunstung, Kondensation, Niederschlägen und Abfluss. Das Wasser wechselt dabei unter Veränderung seiner Aggregatzustände zwischen Erdoberfläche und Atmosphäre. Beinahe 90% der Verdunstung erfolgt über den Ozeanen, rund eine Milliarde Kubikmeter pro Minute; durch Abkühlung in höheren Luftschichten kondensiert der Wasserdampf zu größeren Tröpfchen, die als Niederschläge (Regen, Schnee, Hagel ...) zur Erdoberfläche zurückkehren. Etwa 20% der Niederschläge entfallen auf Landflächen, wo sie zum größten Teil in die unterirdische Sättigungszone versickern und das Grundwasserreservoir ergänzen. Dieses Grundwasser macht nur etwa 0,61% der gesamten Wassermasse aus, ist aber für die Wasserversorgung von größter Bedeutung, da es teilweise als Quelle an die Oberfläche tritt oder durch Brunnen genutzt werden kann (vgl. Bauner-Pfeiffer et. al. 2003, S. 49 f.)

5. Die geschichtliche Perspektive

Diese Dimension nimmt im Grunde alle historischen Veränderungen ins Visier, die sich in Bezug auf das Phänomen Wasser ergeben haben; dadurch liegt sie beinahe quer zu vielen anderen Perspektiven beziehungsweise verfolgt diese Veränderungen innerhalb des jeweiligen Bereiches. So kann beispielsweise die Wasserversorgung früher (in der römischen Antike oder auch im 19. Jahrhundert) betrachtet werden, was technische und gesellschaftliche Sichtweisen nahe legen.

Aber ebenso können Erosion, Versumpfung oder Verstepfung durch historische Veränderungen der Niederschläge behandelt werden, was zugleich einen Teil der geographischen Dimension darstellt. Die Nutzung von Gewässern zur Ernährung oder zum Transport in Vergangenheit oder Gegenwart (z. B. bei der Entstehung von Fischerzünften oder Flößerei) wiederum verweist auf die ökonomische Dimension, die als nächstes erläutert werden soll.



Römisches Aquädukt aus dem 1. Jahrhundert n. Ch. (Pont du Gard)

6. Die wirtschaftliche Perspektive

Sie beinhaltet alle Aspekte des Kaufens und Handelns mit Wasser, wobei hier vor allem die Kosten der Trinkwasserversorgung, aber auch der Abwasserreinigung, die ja erheblich höher sind, mit einbezogen werden sollten. Hinzu kommen, vor allem bei gegebenem Anlass, die volkswirtschaftlichen Schäden durch Wasserverschmutzung beziehungsweise Schutzmaßnahmen, die gegen Hochwasser, Überflutungen usw. getroffen werden müssen. Ein weiterer Posten sind die Preise für abgefülltes Mineralwasser, die wirtschaftliche Bedeutung von Gewässern für Tourismus, Transport oder Fischerei.

7. Die mathematische Perspektive

Sinnvollerweise lassen sich vor allem Sachaufgaben zum Rechnen mit Mengenangaben und Größen an dieses Thema anbinden – und zwar im Grunde genommen in allen Dimensionen. Das Kernanliegen des Mathematikunterrichts, nämlich Umweltgegebenheiten in mathematische Beziehungen umzusetzen und dadurch zu erschließen, lässt sich geradezu beispielhaft verwirklichen. Dabei kann etwa der tägliche/wöchentliche/monatliche Wasserverbrauch einer vierköpfigen Familie berechnet werden (bei ca. 130-150 l pro Tag und Person) oder der Verbrauchsunterschied zwischen Duschen (ca. 35 l) und Baden (ca. 150 l). Auch die Kosten dieser Leistungen lassen sich ermitteln (momentan etwa 2 € pro m³).

Täglicher Wasserverbrauch in Privathaushalten pro Person (vgl. Bauer-Pfeiffer et al. 2003, S. 59)	
Tätigkeit	Wasserverbrauch in Litern
Duschen und Baden	ca. 47
Geschirrspülen	ca. 8
Wäschewaschen	ca. 17
Putzen, Auto waschen	ca. 7
Körperpflege (Zähne putzen, Hände waschen)	ca. 8
Toilettenspülung	ca. 43
Trinken, Kochen	ca. 3
Sonstiges (Garten bzw. Blumen gießen)	ca. 5

Sachdienlich wäre auch die Berechnung des Aufwandes für künstliche Bewässerung oder der Wassermenge beim Autowaschen, der Kapazität einer Kläranlage o.ä.m. Natürlich lassen sich auch einfache Sachaufgaben wie das Füllen eines Planschbeckens von 130 l Inhalt mit Hilfe eines 5- oder 10-l-Eimers stellen. Allerdings wird gerade bei einem derartigen Beispiel klar, dass damit lediglich ein thematischer Anknüpfungspunkt im Sinne des alten Gesamtunterrichts gefunden wurde und eine echte inhaltliche Erschließung des Phänomens Wasser nur sehr bedingt stattfindet.

8. Die sprachliche Perspektive

Ähnlich wie bei der mathematischen Perspektive handelt es sich im Bereich der sprachlich-begrifflichen Darstellung um ein immanentes Unterrichtsprinzip, das immer wieder zum Tragen kommen sollte, auch ohne betont fächerübergreifende Zielsetzung. Beim Thema Wasser können hier Versuchsbeschreibungen von Verdunstungs- oder Kondensationsexperimenten, eine zusammenhängende Darstellung des Wasserkreislaufes mit sinnvollen Textkonnotationen, verbale Diskurse und Diskussionen zur Begründung eines ressourcenschonenden Umgangs mit Wasser eingesetzt werden, aber ebenso gut lautmale- rische Regengedichte mit Wortfeldern (plätschern) oder Wortfamilien (Wasser). Daneben können aber auch phantasievolle Erzählungen zugelassen werden zur »Reise eines Wassertröpfchens«, selbst wenn diese Sichtweise mit der naturwissenschaftlichen Erklärung nachdrücklich kollidiert. Aber vielleicht ist gerade das bewusste Gegenüberstellen von zwei diskrepanten »Wahrheiten«, von poetischer und physikalischer Deutung ein wichtiger Beitrag zu Aufklärung und Ambiguitätstoleranz, also dem Aushalten von Widersprüchen.

9. Die ästhetische Perspektive

Durchaus verwandt mit der sprachlichen präsentiert sich die ästhetische Zugangsweise, die den Umgang mit Wasser auf der erlebnishaften und musischen Ebene verarbeitet. Die bekannten Musikbeispiele wie Smetanas *Moldau* oder Händels *Wassermusik* seien nur der Vollständigkeit halber genannt. Das Bauen einer Glasharfe (verschieden gefüllte Gläser) oder Flaschenorgel (Flaschen an Schnüren, verschiedene Füllhöhen nach Ganz- oder Halbtonschritten ordnen) kann ebenfalls dazugehören. Natürlich lassen sich auch die unterschiedlichsten Darstellungsmöglichkeiten aus der bildenden Kunst heranziehen, die entweder biologische (Wasser als Lebensraum), geographische (Wasserkreislauf – Wasser versickert in der Erde) oder gesellschaftliche (Stimmungen/Freizeitmöglichkeiten am Wasser) Inhalte als bildnerische Aufgabe wählen oder auf der technischen Seite das Mischen von Wasser und Farbpigmenten zum Schwerpunkt machen.

10. Die ethisch-religiöse Perspektive

Unter dieser Perspektive spannt sich der inhaltliche Bogen vom allgemeinen Menschenrecht auf Leben und damit auch auf Zugang zu Wasser hin zu den symbolischen und allegorischen Bedeutungen des Wassers. So steht es zwar einerseits häufig genug als Sinnbild des Weiterlebens (Wasser des Lebens), der Reinigung und Erneuerung (Taufe), aber auch als Allegorie der verfließenden Zeit (Fluss des Lebens). Der Brunnen steht gar als Symbol des Allertiefsten, Unbewussten, Beängstigenden. Die gewaltige Meeresflut ist ein Entstehungsort des Lebens, aber auch großes Strafgericht und Ende aller Zeiten (Sintflut). Ganz handgreiflich wird dies beim manchmal erschreckenden Gegensatz zwischen Wasserverschwendung in Industrienationen und Wasserknappheit in Ländern Afrikas und Asiens.

Bereits auf den ersten Blick wird deutlich, dass die Vielzahl möglicher Perspektiven mit ihren zusätzlichen Einzelfacetten niemals alle gleichermaßen Eingang in den Unterricht finden können; der Versuch einer unterschiedslosen Fächerintegration würde zu völliger Überdehnung und Banalisierung führen. Außerdem wird nachvollziehbar, dass gerade bei einem so weiten Thema wie »Wasser« (viel stärker als beim später skizzierten Thema »Staubsauger«) die Menge der möglichen Einzelpunkte besonders überwältigend ausfällt. Es gilt also auszuwählen und sinnvoll zu verbinden. Die aufgelisteten Aspekte sollen im Folgenden unter den Kriterien Exemplarität/Repräsentativität, Zugänglichkeit und Ergiebig-

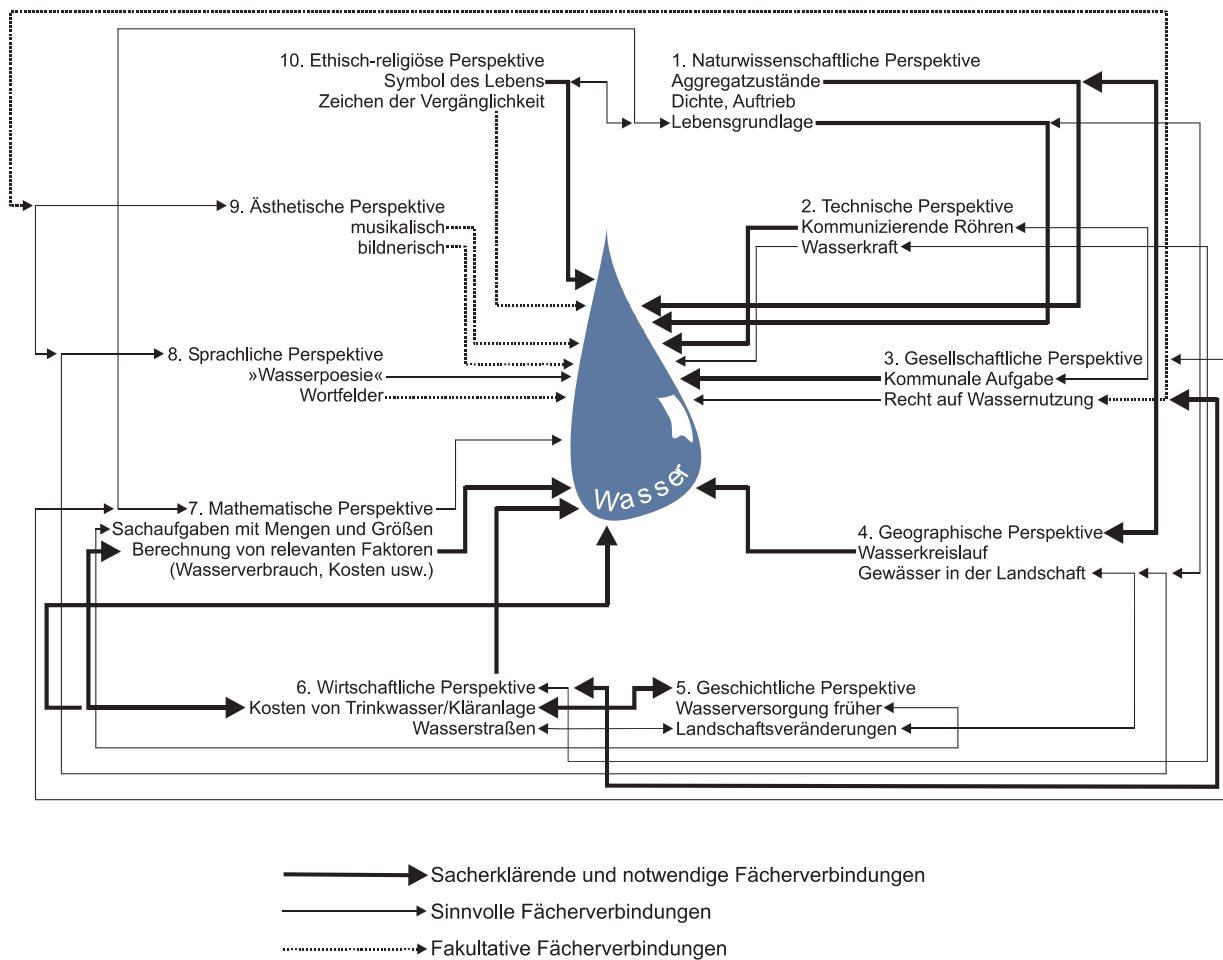
keit analysiert werden, das abschließende Schaubild dient, ähnlich wie eine mind-map, zur zusätzlichen Verdeutlichung der möglichen Fächerverbindungen.

1. Sicherlich stellt die *naturwissenschaftliche Perspektive* eine unverzichtbare Grundlage dar, vor allem Aggregatzustände, Dichte und Auftrieb (die ja exemplarisch für alle Stoffe gelten) mit den lebenspraktisch wichtigen und leicht zugänglichen Inhalten wie Schmelz- und Siedepunkte, die zudem eine logische Verbindung zwischen Physik, Biologie und Technik (Thermometer) ermöglichen.
2. Unter der *technischen Perspektive* ist als zugängliches und alltägliches Lebensweltthema sicher die Wasserver- und -entsorgung zentral, die zudem exemplarisch für kommunale Aufgaben (Verbindung zu gesellschaftlicher und ökonomischer Perspektive) und Umweltschutz (Verbindung zu ökologischer Perspektive) stehen. Die Nutzung von Wasserkraft könnte zwar zwanglos die historische Perspektive integrieren (Mühlenräder □ Turbinen), scheint aber eher als differenzierendes Additivum sinnvoll.
3. Die *gesellschaftliche Perspektive* sollte auf jeden Fall mit der Wasserversorgung durch die Gemeinde berücksichtigt werden, das integrative Moment zu Technik und Biologie liegt auf der Hand. Die anderen, durchaus interessanten Aspekte sind wiederum eher als Differenzierungsangebote nach oben zu verstehen.
4. Bei den *geographischen Aspekten* stellt der Wasserkreislauf sicher das Fundamentum dar, da es einen ebenso intensiven Lebenswelt- wie auch Problembezug (»Wohin verschwindet das Wasser?«) aufweist. Fundamental ist zudem die Einsicht, dass nichts verloren geht. Die Verteilung von Salz- und Süßwasser und der Grad an Nutzbarkeit bleiben für die meisten Grundschüler eher dürre Zahlen.
5. In *geschichtlicher Hinsicht* mag der Blick auf die Wasserversorgung im 19. Jahrhundert ein exemplarisches Verständnis für die gewandelten staatlichen und kommunalen Aufgaben thematisieren (Verbindung zu Technik und Soziologie). Der Ausbau von Wasserwegen kann bei lokaler Zugänglichkeit ebenfalls thematisiert werden.
6. Die *wirtschaftliche Perspektive* scheint bei der Wasserversorgung so eng mit technischen, ökologischen und gesellschaftlichen Dimensionen verbunden, dass sie ganz unabweisbar im Unterricht aufgegriffen werden sollte. Die anderen Aspekte (s. S. 11 f.) bieten sich wiederum nur bei lokaler Verfügbarkeit an.
7. Bei den *mathematischen Herangehensweisen* besteht sicherlich die Gefahr der alten Klebekonzentration des Gesamtunterrichts, wenn mit Mengen und Größen (Wasserpreis, Füllmengen) gerechnet wird. Viele Sachsituationen (»Tanja will ihr Planschbecken mit 150 l Wasser füllen. Sie hat einen 10-l-Eimer.«) erscheinen dann nur als zufällige inhaltliche Assonanz, ohne wirklich einen klärenden Zugang zum Phänomen Wasser zu ermöglichen. Bei Problemen wie den Kosten des Trinkwassers aber stellt die Mathematik natürlich ein unverzichtbares Verständnisinstrument dar (»Familie Schmidt verbraucht rund 15.000 l Wasser im Monat. Ein m³ Wasser kostet 1,98 €. Wie hoch sind die Jahreskosten? Durch den Einbau neuer Spülkästen können sie täglich 45 l sparen.«). Ein ähnlich sinnvolles lebensweltliches und sachklärendes Potenzial entfaltet die mathematische Perspektive etwa bei der Frage nach notwendigen Bewässerungsmengen (z. B. im Schulgarten), nach dem Verhältnis von Trinkwasser und Brauchwasser (etwa bei der Toilettenspülung), der Kapazität und den Kosten der Kläranlage oder den Dimensionen von Wasserverschmutzung (»1 l Öl macht 1 Mio. l Trinkwasser ungenießbar«).
8. Ähnliches gilt für die *sprachliche Perspektive*, ohne die ja sowieso kaum ein Unterricht denkbar ist; hier explizit auf fächerintegratives Potenzial hinzuweisen, indem etwa Versuche mündlich oder

schriftlich beschrieben werden (z. B. zu den kommunizierenden Röhren), wirkt beinahe überzogen. Oftmals sind literarische Bezüge auch eher gesamtunterrichtlich angeklebt (Gedicht: »Das Büblein auf dem Eise«). Allerdings kann etwa die poetische oder stimmungsvolle Herangehensweise an das Phänomen Wasser ganz bewusst als konträre Sichtweise neben den naturwissenschaftlichen oder ökonomischen Zugang gestellt werden. Dies lässt sich auch durchaus exemplarisch für eine kulturelle Überhöhung und Poetisierung des Alltags nehmen, die sich ja in vielen Bereichen findet.

9. Die eben beschriebenen Gefahren gelten auch für die *musisch-ästhetische Perspektive*; ein blankes Ankleben (Unterwasserbild, Musikbeispiele von der Moldau bis zur Mühle am rauschenden Bach) dürfte häufig zu finden sein und ist auch per se nicht falsch. Wichtig wäre aber zum einen, dass man sich als Lehrer darüber im Klaren ist, dass damit nicht wirklich ein weiterer Verstehensprozess eingeleitet wird und dass man zum zweiten vielleicht ganz explizit auf diese andere Sichtweise hinweisen muss (möglicher Impuls z. B.: »In Smętanas Moldau geht es ja eigentlich auch um den Wasserkreislauf!«). Das Einbeziehen divergierender Betrachtungs- und Erkenntnisweisen bedeutet unseres Erachtens fächerintegrierende Vielperspektivität im eigentlichen und besten Sinne.
10. Das Gesagte trifft auch auf die *ethisch-religiöse Perspektive* zu. Sicher muss hier die Verbindung zur Biologie beachtet werden, ebenso wichtig erscheint, interkulturell und exemplarisch zugleich, die Bedeutung des Wassers in vielen Kulturen, Mythen und Religionen als zentrales Symbol für Leben und Reinheit, aber ebenso als unheimliche Bedrohung und Lebensende. Bei der Styx, dem altgriechischen Totenfluss, ist das beispielsweise der Fall, daneben in den verschiedenen Sintflut-Erzählungen. Die Behandlung der Taufe sollte eben nicht bei der oberflächlichen Analogie »Auch hier wird Wasser verwendet« stehen bleiben, sondern sollte gezielt diese andere, religiöse Perspektive aufgreifen.

Bei der zusammenfassenden Übersicht (siehe nächste Seite) konnten wegen der Fülle der denkbaren Inhalte und fächerübergreifenden Verbindungsmöglichkeiten nicht alle der angesprochenen Varianten wiedergegeben werden. Es soll lediglich ein Vorbild für eigene Auswahl- und Integrationsversuche gegeben und außerdem verdeutlicht werden, dass die Anbindungen unseres Erachtens nach ganz unterschiedlich intensiv, hilfreich und zwingend sind.



3 Vielperspektivischer Sachunterricht am Beispiel Staubsauger

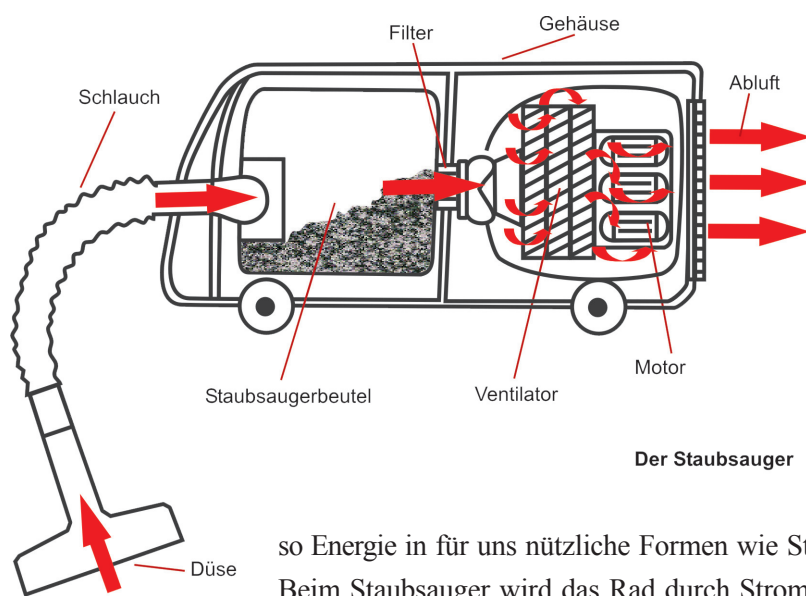
Der Staubsauger ist gerade 130 Jahre alt geworden, ein erster Vorläufer unserer heutigen Staubsauger wurde 1876 erfunden. Dies könnte ein Anlass sein, sich mit diesem Haushaltsgerät intensiver zu beschäftigen. Man kann den Staubsauger natürlich auch behandeln im Rahmen des Themas »Eigenschaften der Luft« als ein Beispiel zur technischen Nutzung des Luftdrucks. Stellt man das Thema Luft in den Kern eines mehrperspektivischen Ansatzes, so erhält man ein ähnlich umfangreiches Netz wie bei dem Thema Wasser. Wir haben daher in unserem zweiten Beispiel bewusst einmal ein technisches Gerät mit einer Anwendung eines naturwissenschaftlichen Phänomens in den Mittelpunkt gestellt, um die unterschiedlichen Auswirkungen herausstellen zu können. Eine Erarbeitung des Themas »Eigenschaften der Luft« sollte aber vorher stattgefunden haben (vgl. Möller, K. u. a. 2007: Klasse(n)kiste Eigenschaften der Luft. Essen: Spectra).

Haushaltsgeräte eignen sich hervorragend, um verschiedene Perspektiven des Sachunterrichts aufzugreifen. Am Beispiel des Staubsaugers sollen sinnvolle Dimensionen angeführt werden. In der Literatur wird häufig das Beispiel der Waschmaschine oder das Auto aufgegriffen (siehe Biester 1997, Laux 2001). Bei der Erarbeitung technischer Themen im Sachunterricht werden folgende Ziele verfolgt: Die Kinder sollen ...

- anhand einfacher Systeme technische Funktions- und Wirkungsweisen erfahren,
- erkennen, wie technischer Fortschritt zustande kommt und welche Interessen die Menschen dazu veranlassen, ihn voranzutreiben,
- aufmerksam werden auf die Gefahren für die Umwelt und den damit verbundenen Verlust an Lebensqualität,
- ein Wertebewusstsein aus der Einsicht heraus aufbauen, dass Menschen Urheber der Technik sind und daher auch verantwortungsvoll mit ihr umgehen müssen. (Vgl. Hollstein, G. 2001; GDSU: Perspektivrahmen Sachunterricht 2002)

Mit dem Blick auf die Verfolgung dieser Ziele sollen nun einige uns sinnvoll erscheinende Perspektiven aufgeführt werden, die im Zusammenhang mit dem Thema Staubsauger aufgegriffen werden können.

1. Technische Dimension



Die technische Funktionsweise ist bei einem Staubsauger sehr einfach. Man kann sie gut im Unterricht näher betrachten. Der Staubsauger hat einen Elektromotor, der eine Art Schaufelrad oder Ventilator antreibt. (Solche Räder kennen die Kinder vom Windrad, Wasserrad oder der Turbine, hier werden allerdings die Räder durch Wind, Wasser oder warme Luft angetrieben, um

so Energie in für uns nützliche Formen wie Strom oder Drehung zu verwandeln.) Beim Staubsauger wird das Rad durch Strom mit Hilfe des Elektromotors angetrieben. Der Motor kann mit unterschiedlicher Leistung angetrieben werden (Watt-

Angaben stehen auch auf jedem Gerät). Damit nun aber der Staubsauger für seine eigentliche Wirkungsweise, nämlich das Reinigen von (Teppich-) Böden, eingesetzt werden kann, muss dieser Ventilator, der im Staubsauger wie eine Pumpe funktioniert, gemäß eines sehr verbreiteten, aber oft falsch verstandenen physikalischen Prinzips funktionieren.

2. Naturwissenschaftliche Dimension

Mit dem Ventilator wird Luft quasi weggepumpt. Dadurch entsteht innerhalb des Staubsaugers ein Raum, in dem im Vergleich zu seiner Umgebung ein Unterdruck, also ein relatives Vakuum herrscht. Da es in der Natur immer das Bestreben gibt, Druckunterschiede auszugleichen, drückt Luft von außen in das Innere des Staubsaugers. Nun kann die Luft nur auf einem Weg in den Staubsauger eindringen, nämlich über die Düse durch den Schlauch, dann durch den Staubsaugerbeutel und durch einen zusätzlichen Luftfilter in den Innenraum, in dem sich der Ventilator dreht, von wo aus die Luft wieder schnell aus dem Staubsauger hinaus gepumpt oder verdichtet wird (vgl. Pfeile in der Abbildung oben). Das physikalische Prinzip ist die Herstellung eines relativen Vakuums, eines Raumes, in dem ein geringerer Druck herrscht als in seiner Umgebung. In der Alltagssprache wird dieser Prozess mit dem Begriff des Saugens beschrieben, was irreführend ist, da die Luft nicht aktiv angezogen wird.

3. *Geschichtliche Perspektive*

Hier kann man die Entdeckung und Entwicklung der Staubsauger betrachten, zu deren Darstellung es einige Seiten im Internet und auch Museen mit Ausstellungen gibt. Teppiche wurden früher gereinigt, indem man sie draußen über ein Gestell hängte und dann mit einem Teppichklopfer ausklopfte. Im Winter wurden sie auch mit Schnee eingerieben und dann ausgeklopft. Diese Prozedur war mühsam und unangenehm. Nach Erzählungen war es eine Bäckerin, die ihren Mann dazu anregte, eine Säuberungsmaschine zu erfinden, weil im Bäckerladen täglich so viel Staub anfiel.

Die ersten Reinigungsmaschinen hatten einen Ventilator eingebaut, der Luft aus der Maschine hinaus blies, um so den Staub und Dreck in einen Behälter hinein zu blasen. Diese Maschinen verteilten allerdings den Schmutz eher als ihn zu beseitigen. Dann hatte ein Brückenbauingenieur die entscheidende Idee: Er drehte das Prinzip des Ventilators einfach um. Statt mit Luft zu blasen, saugte er die Luft ein. Vor den Ventilator befestigte er einen Filter, der gleichzeitig als Staubauffangbehälter diente. So sammelte sich der Schmutz im Beutel und konnte mit dem Beutel entsorgt werden. Ausführlichere Beschreibungen finden sich auf folgenden Internetseiten:

- www.kindernetz.de/infonetz/erfindungen/staubsauger/-/id=16014/nid=16014/did=33156/95mq6/index.html
- www.energiegeschichte.de/ContentFiles/Museum/Downloads/Sammelblatt_Staubsauger.pdf
- www.wikipedia.de (Suchbegriff Staubsauger).

4. *Gesellschaftliche Perspektive*

Eng verbunden mit der historischen Perspektive ist auch die gesellschaftliche Perspektive beim Staubsauger. Beide Blickwinkel sind interessant. Anfangs war Staubsaugen Männersache, weil die Geräte so groß und schwer waren, dass Frauen sie nicht bedienen konnten. Die Hausreinigung war ursprünglich Aufgabe der Frauen, durch die Technisierung wurde sie vorübergehend zur Männersache. Sobald die technische Entwicklung kleine, leichte und handliche Geräte hervorbrachte und Männer kein Geld mehr damit verdienen konnten, in fremden Haushalten das körperlich anstrengende Staubsaugen zu übernehmen, war es wieder Aufgabe der Frauen, Räume zu saugen. Heute sind die Aufgaben in den Familien unterschiedlich verteilt und es wäre sicherlich interessant, sich auch ein Bild über die Aufgabenverteilungen in den eigenen Familien zu machen.

Aufgabe: Wer putzt bei euch zuhause? Welche Arbeiten fallen im Haushalt noch an? Wie sind die Arbeiten im Haushalt in eurer Familie aufgeteilt? Welche Aufgaben übernimmst du selbst?

Ein weiterer Aspekt ist die Entwicklung der Hygiene. Die Bedeutung sauberer Wohnumwelt und intensiver regelmäßiger Reinigung der Wohnräume ist noch nicht lange bekannt. Erst im 19. Jahrhundert begann eine intensive, auch wissenschaftliche Auseinandersetzung mit der Bedeutung der Hygiene. Andererseits hat auch eine gesteigerte Hygiene Auswirkungen auf die Gesundheit. So treten heute gehäuft Allergien auf, die einerseits zumindest teilweise auf übertriebene Sauberkeit zurückzuführen sind, andererseits aber auch zu einer weiteren Verbesserung von Staubsaugern führen, wodurch die Wohnräume noch intensiver gereinigt werden. Hierzu könnte man sich neuere technische Entwicklungen ansehen.

5. *Wirtschaftliche Perspektive*

Bei der Erfindung und Entwicklung von Staubsaugern sahen wir eine langsame Durchsetzung der Technik aus wirtschaftlichen Gründen. Die Firmen, die früh in das Staubsaugergeschäft einstiegen, existieren heute noch: Hoover (in den USA) und Elektrolux (in Europa) waren die ersten Staubsaugerfirmen.

Ein anderer Aspekt ist der Stromverbrauch, der bei immer leistungsstärkeren Staubsaugern steigt. Hier könnte man untersuchen, ob die Leistungssteigerung des Elektromotors in den Staubsaugern auch mit einer erhöhten Effizienz einhergeht beziehungsweise welche Daten geeignet sind, um die Saugleistungen oder »Säuberungsleistungen« von verschiedenen Staubsaugern zu vergleichen. Dies geht aber wohl über die Möglichkeiten der Grundschule hinaus (vgl. www.wikipedia.de).

Ein Aspekt, der beim Kauf eines Staubsaugers interessant wird, ist auch der Preis für die zugehörigen Staubsaugerbeutel. Hier sind die Stückpreise und das Fassungsvermögen wichtig – eine sinnvolle Mathematisierung.

Fabrikat und Anschaffungspreis	Maximale Leistung in Watt	Fassungsvermögen des Staubbeutels	Anzahl der Beutel pro Packung	Packungspreis
Miele Tango plus 140,00 €	1800	4 l	10 Stück	11,94 €
Bosch BSG 61831 160,00 €	1800	4 l	5 Stück	11,13 €
Philips Performance FC 9150/01	2000	4 l	10 Stück	9,92 €
Fakir 1800 140,00 €	1800	4 l	5 Stück	7,62 €
AEG AVQ 2135 190,00 €	2200	3,5 l	10 Stück	8,64 €
Siemens VS 07G1840 200,00 €	1800	5 l nutzbar 4,5l	10 Stück	9,92 €

6. Sprachliche Dimension

Sprachlich ist außer der Informationsentnahme aus und der Erstellung von Texten ein Aspekt der vergleichenden Sprachbetrachtung interessant. Der Staubsauger heißt auf Englisch *vacuum cleaner*, was wortwörtlich soviel wie »Vakuum-Säuberer« bedeutet. Dieser Begriff trifft die Funktionsweise aus physikalischer Sicht besser als unser deutscher Begriff des Staubsaugers. Auf Französisch nennt man den Staubsauger *aspirateur* (»Einatmer« oder »Einsauger«) und auf Spanisch *aspirador*, während er im Italienischen *ventilatore* oder *aspirapolvere* heißt. Interessant ist auch, dass man im Englischen zum Verb »staubsaugen« meist *to Hoover* sagt. Dieses Verb geht zurück auf die Firma Hoover, die erste Staubsaugerfirma in den USA.

7. Ethisch/gesellschaftliche Perspektive

Natürlich sind Staubsauger elektrische Geräte, die Hausarbeiten erleichtern, die früher mit Lappen, Besen, Teppichklopfen und Schrubbern erledigt wurden. Dadurch führen sie aber auch zu einem erhöhten Stromverbrauch. Eine Diskussion über Möglichkeiten, beim Einsatz des Staubsaugers Strom zu sparen, könnte sich anschließen. Hier gibt es verschiedene Ansätze:

- Den Staubsauger nur anstellen, wenn man unbedingt saugen muss. Wenn ich nur groben Schmutz auf-sammeln will, kann ich auch den Besen benutzen.
- Den Staubsauger nicht immer mit der höchsten Leistung bedienen, beim Kauf evt. auf Geräte mit Energiesparfunktionen zurückgreifen.

4 Vielperspektivischer Sachunterricht am Beispiel Schall

Ein weiteres Beispiel für Fächerübergreifendes Lernen könnte das Thema Schall sein. Hier wird ein physikalischer Aspekt als Ausgangspunkt genommen. Betrachtet man die diversen Anwendungen, in denen der Schall und das zugrundeliegende Prinzip der Schallübertragung genutzt werden, so entdeckt man die unterschiedlichsten Fachbezüge, die das Thema für Kinder interessant machen. Wir schlagen vor, von der physikalischen Dimension auszugehen, um dann das Phänomen Schall in anderen Dimensionen aufzuspüren. (Eine ausführlichere Beschreibung zum Vorgehen sowie Arbeitsblätter und Arbeitsaufträge befinden sich in: Jonen, A.: Wie wir hören – Versuche zum Thema Schall. In: Grundschulmagazin 1/2007, S. 17-22; im Anhang dieser Modulbeschreibung abgedruckt.)

1. *Physikalische Dimension*

Aus physikalischer Sicht ist Schall nichts anderes als die Erzeugung und Übertragung von Schwingungen. Diese Schwingungen können mit Hilfe der unterschiedlichsten Gegenstände oder auch durch die Luftströmung erzeugt werden und sie müssen durch ein Medium übertragen werden: z. B. durch Luft, Wasser, Holz oder Metall. Von der Anzahl der Schwingungen pro Sekunde (Frequenz) hängt die Tonhöhe ab. Das heißt, je schneller z. B. eine Gitarrenseite schwingt, umso höher ist der Ton, den sie erzeugt. Die Lautstärke hängt hingegen von dem Ausschlag, der Größe der Amplitude einer Schwingung, ab. Je stärker der Ausschlag einer Seite, umso lauter der Ton. Schwingungen können außerdem auch von Flächen reflektiert werden; dieses Phänomen nennt man das Echo.

2. *Technische Dimension*

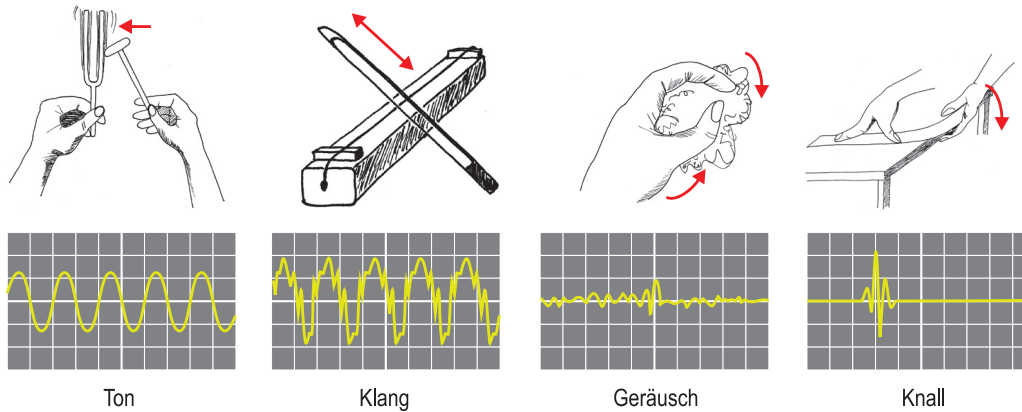
Diese Schwingungen und ihre Eigenschaften werden technisch für eine Vielzahl von Geräten genutzt. Aus technischer Perspektive ist es also interessant herauszufinden, wie die Schwingungen erzeugt, übertragen, verstärkt oder genutzt werden, aber auch, wo Gefahren liegen und wie man sich vor ihnen schützen kann. Einige Beispiele für technische Geräte sind der Schallplatten- oder CD-Spieler, Lautsprecher, das Echolot, das Telefon, Ultraschallgeräte und Hörgeräte. Genauso wichtig sind aber auch Möglichkeiten des Lärmschutzes oder der Lärmdämmung.

3. *Biologische Dimension*

Die biologische Sichtweise befasst sich mit der Stimme und dem Ohr: Wie sind Gehör- und Stimmorgane aufgebaut und wie funktionieren sie? Wie und was können verschiedene Tiere hören und wie nutzen sie Stimme und Gehör (Ultraschall, Schall und Infraschall, Echo) zur Orientierung? Auch die Gesundheitserziehung ist ein ganz wichtiger Aspekt in unserer Zeit. In diesem Zusammenhang kann man sich mit den Themen Schwerhörigkeit, Hörsturz, Gehörlosigkeit, Hörstress, Hörschädigungen und Hörschutzmaßnahmen beschäftigen.

4. *Ästhetische Perspektive*

Beim Thema Schall ist eine Verbindung mit der ästhetischen Dimension eine Verständnishilfe und eine Bereicherung für mehrere Dimensionen. Wie funktionieren verschiedene Instrumente? Wie groß ist die Differenz der Anzahl der Schwingungen zwischen zwei Tönen, die zusammen eine Oktave, Quint oder Terz bilden (vgl. mathematische Perspektive)? Was bedeutet das für das Stimmen von Instrumenten? Was sind die Unterschiede zwischen Tönen, Klängen und Geräuschen? Wieso spielen in einem Orchester meist viele Violinen, aber nur wenige Bratschen und noch weniger Kontrabasse mit?

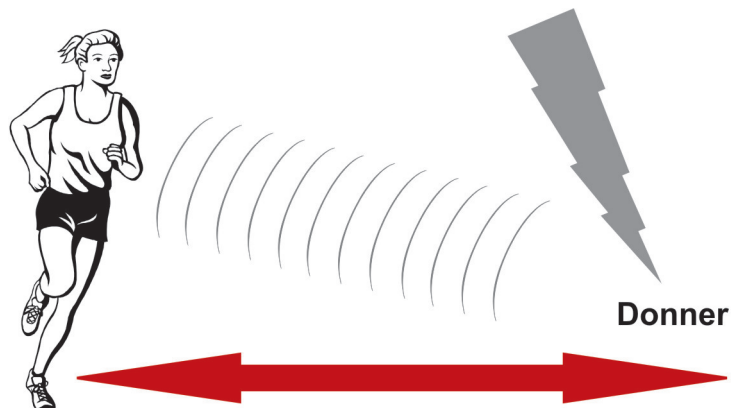


Schallarten (nach Stiegler 1980, S. 187)

Ein ganz anderer Aspekt ist die Darstellung von Schall oder lauten und leisen, angenehmen und unangenehmen Geräuschen in Comicbildern oder in der Werbung. Kinder kennen diese Ausdrucksform für Schall und verstehen sie ohne Erklärungen.

5. Mathematische Perspektive

Aus mathematischer Perspektive ist eine Beschäftigung mit der Schallgeschwindigkeit interessant. Diese ist abhängig vom Medium, in dem Schall übertragen wird. Ein Vergleich mit anderen Geschwindigkeiten ist hier sinnvoll, ebenso die Übertragung auf die Feststellung der Entfernung eines Gewitters. Hier gilt die Regel, dass man die Sekunden zählt, die zwischen der Wahrnehmung von Blitz und Donner liegen. Dividiert man die Anzahl der Sekunden durch 3, so erhält man die Entfernung des Gewitters in Kilometern. In der folgenden Tabelle sind weitere Geschwindigkeiten aufgeführt, mit denen man die Schallgeschwindigkeit vergleichen kann.



Schallgeschwindigkeit in verschiedenen Medien

Medium	Schallgeschwindigkeit in Metern pro Sekunde (m/s)	Schallgeschwindigkeit in Kilometern pro Stunde (km/h)
Luft (bei 20° C)	343	1235
Wasser (bei 0° C)	1407	5065
Eis (bei -4° C)	3250	11700
Stahl	5920	21312
Eisen	5170	
Holz (Buche)	3300	11880
PVC hart	2250	
PVC weich	80	288

Beton	3655	
Glas	5300	
Diamant	18000	648000

Geschwindigkeiten zum Vergleich

	Geschwindigkeit in m/s	Geschwindigkeit in km/h
ICE	56	200
Auto (Stadt)	14	50
Auto (Autobahn)	33	120
Fahrrad	6	20
Rennrad	17	60
Flugzeug	250	900
Marathonläufer (Weltrekord)	etwas mehr als 5	19
Sprinter	10	36
Gepard	31	112
Fliege	1-2	6

Mögliche Aufgaben

Versuch: Ein Kind soll auf dem Schulhof oder dem Sportplatz oder Bürgersteig eine Starterklappe zusammenknallen. Wichtig ist, dass ihr mindestens 100 m von dem Kind entfernt steht und trotzdem die Starterklappe gut sehen könnt. Was beobachtet ihr, wenn ihr genau hinseht undinhört?

Vergleicht die Schallgeschwindigkeiten in verschiedenen Materialien.

Warum wird die Geschwindigkeit in m/s angegeben und nicht, wie bei Autos üblich, in km/h?

Messt im Sportunterricht eure eigene Geschwindigkeit. Wie schnell seid ihr, wenn ihr 50 m so schnell rennt wie ihr könnt? Wie schnell seid ihr, wenn ihr 800 m (zwei Runden im Stadion) lauft? Wie schnell seid ihr, wenn ihr wandert? Wie viele Kilometer schafft ihr mit dem Fahrrad in einer Stunde?

Warum zählt man bei einem Gewitter die Sekunden, die zwischen dem Blitz, den man sieht, und dem Donner, den man hört, vergehen? Wie kann man die Entfernung eines Gewitters in Kilometern herausfinden?

Was bedeutet der Begriff »Überschallgeschwindigkeit«? Findet ein Transportmittel heraus, das Überschallgeschwindigkeit erreichen kann.

Weitere interessante mathematisierte Daten sind Frequenzen (Anzahl der Schwingungen pro Sekunde), die die Tonhöhe bestimmen, und die Lautstärke, die in Dezibel gemessen wird. Bei der Tonhöhe sind Vergleiche z. B. von zwei Tönen interessant, von denen einer doppelt so viele Schwingungen pro Sekunde hat als der andere.

Ton	Schwingungen pro Sekunde (Frequenz)
c'	264
d'	297
e'	330
f'	352
g'	396
a'	440
h'	495
c''	528
d''	594
e''	660



Ein Intervall bezeichnet den Höhenunterschied zwischen zwei gleichzeitig oder nacheinander erklingenden Tönen. Ein musikalischer Mensch kann das Intervall zwischen zwei Tönen ohne Hilfsmittel zuordnen. Dabei ist es unerheblich, was als erster Ton erklingt. Zum Beispiel ist das Intervall von c' nach g' dasselbe wie von f' nach c'', nämlich eine Quinte. Physikalisch gesehen ist das Intervall das Frequenzverhältnis zwischen zwei Tönen.

Intervall	Noten Hören	Zusammen
Oktav		528:264 = 2:1
Quint		396:264 = 3:2
Quart		352:264 = 4:3
Große Terz		330:264 = 5:4

5 Weitere Themen

Es gibt natürlich noch eine ganze Reihe weiterer sinnvoller Inhalte. Messen und Messgeräte ist z. B. ein immanent fächerübergreifendes Thema. Hierzu findet sich im Modul G6 Mathematik das Beispiel Zeit. Ein weiteres Beispiel, das auch mit Messverfahren und -geräten zusammenhängt, ist das Wetter. In der Literatur findet man auch Themen aus der Astronomie: Sterne, ihre Systeme, Entfernungen und mythischen Bedeutungen sowie ihre Bedeutung als Orientierungshilfe etc.

Wir möchten aber auch mögliche fächerübergreifende Aspekte erwähnen, die in mehr oder weniger großem Umfang in anderen Fächern aufgegriffen werden können. Hierzu finden sich umfangreiche Beispiele und Anregungen in den einschlägigen Grundschulzeitschriften. Wir möchten auf einzelne hinweisen, die das Spektrum unserer Vorschläge noch erweitern können: Zu nennen wäre etwa das Thema »Licht und Schatten« mit der Verknüpfung zum Kunst- und Deutschunterricht (Schattenspiel, perspektivisches Zeichnen, Beleuchtungswirkung in der Kunst) und Mathematik im Hinblick auf Zeitmessung

und Kalender (vgl. Modul G6 Mathematik). Fächerübergreifende Verbindungen lassen sich auch zum Thema »Serienfertigung« schlagen: Mathematische (Produktionskosten berechnen), technische (Herstellung, Maschinen), wirtschaftliche (Endpreise, Standortfaktoren) und historische Aspekte (Entstehung von Produktionsstandorten) können hier mit einfließen.

6 Methoden fächerübergreifenden Unterrichts

In der Literatur werden insbesondere die Projektarbeit und die Werkstattarbeit als Unterrichtsmethoden genannt, mit denen sich besonders gut und sinnvoll verschiedene Fachperspektiven erarbeiten lassen. Fächerübergreifendes Lernen ist aber in keiner Weise an eine bestimmte Methode gebunden. Wir können verschiedene Fachperspektiven sowohl im Lehrgang, als auch in Referaten, in Freiarbeit, in Projekten, Werkstätten oder im Training berücksichtigen. So wäre es schade, wenn ein Thema nur im Rahmen von Projekten oder Lernwerkstätten fächerübergreifend erarbeitet würde. Die Wahl der Methode sollte sich auch hier von Zielen, Bedingungen, Themen und Lernschrittanalysen ableiten. Die folgende Aufstellung zeigt nur einige Möglichkeiten, wie man in welcher Methode fächerübergreifende Bezüge eröffnen kann.

Methode	Möglichkeit der Organisation
Werkstatt	Verschiedene Fachperspektiven zu einem Thema können an den unterschiedlichen Stationen oder Arbeitsaufträgen erarbeitet werden. Dabei kann es Pflicht- und Wahlperspektiven geben. Dies eignet sich besonders, wenn gutes Material und Aufgaben zu verschiedenen Perspektiven vorhanden sind, die den Verständnisniveaus der Lernenden angemessen sind und deren Bearbeitung einen überschaubaren Zeitaufwand erfordert.
Projekt	Verschiedene Gruppen können unterschiedliche Herangehensweisen zur Bearbeitung eines Problems oder eines Vorhabens wählen, die auch den verschiedenen Fachperspektiven entsprechen könnten. Diese werden am Ende von den Gruppen präsentiert und diskutiert.
Lehrgang	Nacheinander werden die Perspektiven verschiedener Fächer, evt. auch deren Methoden, anhand eines Themas erarbeitet. Anschließend sollen die Fachperspektiven verglichen und diskutiert werden.
Referat	Ergänzend zu einer Kernperspektive, die im Klassenverband erarbeitet wurde, sollen weitere Perspektiven von den Lernenden selbst erarbeitet und vorgestellt werden. Dies eignet sich besonders, wenn bei Kindern bestimmte Interessengebiete oder Bereiche mit besonderem Vorwissen bekannt sind.

Selbstverständlich ergeben sich oft Mischformen mit Methodenwechsellern. Bei unseren Beispielen ist es eventuell sinnvoll, die naturwissenschaftliche Perspektive (Schall oder Luftdruck) eher in einem Lehrgang zu erarbeiten, um dann verschiedene weitere Perspektiven in Gruppenarbeit arbeitsteilig mit Präsentationen oder an Stationen erarbeiten zu lassen.

Literatur

- Arbeitsgruppe für Unterrichtsforschung Göttingen (1970): Weg in die Naturwissenschaft. In: Grundschule 3. S. 21-27
- Bauner-Pfeiffer, W., Dressler-Freitag, M., Dröse, I., Hoderlein-Rein, M., Jung, J. & Stach, U. (2003): Jo-Jo. Heimat- und Sachunterricht Bayern 4. Handreichungen für den Unterricht. Berlin: Cornelsen.
- Bauner-Pfeiffer, W., Dressler-Freitag, M., Dröse, I., Hoderlein-Rein, M., Jung, J. & Stach, U. (2003): Jo-Jo. Heimat- und Sachunterricht Bayern 4. Schülerbuch. Berlin: Cornelsen.
- Biester, Wolfgang: Automaten verändern die Hausarbeit. Sachunterricht im 4. Schuljahr. In: Die Grundschulzeitschrift. 108, 1997. S. 17-19.
- Engelhardt, W. & Stoltenberg, U. (Hrsg.) (2002): Die Welt zur Heimat machen? Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Feige, B. (2007): Der Sachunterricht und seine Konzeptionen. 2. Aufl. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) (2002): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Giel, K., Hiller, G. & Krämer, M. (1974): Stücke zu einem mehrperspektivischen Unterricht. Stuttgart: o.V.
- Götz, M. (1989): Die Heimatkunde im Spiegel der Lehrpläne der Weimarer Republik. Frankfurt a.M. u. a.: Lang.
- Götz, M. (2002): Der unterrichtliche Umgang mit Heimat in der Geschichte der Heimatkunde der Grundschule. In: Engelhardt, W. & Stoltenberg, U. (Hrsg.) Die Welt zur Heimat machen? Bad Heilbrunn: Klinkhardt. S. 51-56.
- Götz, M. (2003) (Hrsg.): Zwischen Sachbildung und Gesinnungsbildung. Historische Studien zum heimatkundlichen Unterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Götz, M. & Jung, J. (2001): Die Heimatkunde als Vorläuferfach des Sachunterrichts. In: Köhnlein, W. & Schreier, H. (Hrsg.): Innovation Sachunterricht – Befragung der Anfänge nach zukunftsfähigen Beständen. Bad Heilbrunn: Klinkhardt. S. 21-42.
- Gärtner, F. (1958): Neuzeitliche Heimatkunde. München: o.V.
- Hansen-Schaberg, I. (2004): Demokratie und Erfahrungslernen bei Fritz Karsen (1885-1951). In: Kaiser, A. & Pech, D. (Hrsg.): Basiswissen Sachunterricht. Bd. 1. Baltmannsweiler: Schneider-Verlag Hohengehren. S. 135-138.
- Hollstein, G. (2001): Zur Verbindung von technischer Elementarbildung mit ökologischem und historischem Lernen. In: Blumenstock, L.; Klein, H.; Petillon, H.: Lernziel Grundschule weiterentwickeln. Weinheim: Beltz. S. 227-238.
- Jonen, A.: Wie wir hören – Versuche zum Thema Schall. In: Grundschulmagazin 1/2007, S. 17-22
- Jung, J. (2004). Georg Kerschensteiner (1854-1932) und die Münchner Arbeitsschulbewegung. In: Kaiser, A. & Pech, D. (Hrsg.): Basiswissen Sachunterricht. Bd. 1. Baltmannsweiler: Schneider-Verlag Hohengehren. S. 102-105.
- Junge, F. (1885): Der Dorfteich als Lebensgemeinschaft nebst einer Abhandlung über Ziel und Verfahren des naturgeschichtlichen Unterrichts. Kiel, Leipzig: o.V.
- Kahlert, J. (2005): Der Sachunterricht und seine Didaktik. 2. Aufl. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Karnick, R. (1964): Mein Heimatort I. 18.-22. Aufl. 1965. Weinheim: Beltz.
- Karnick, R. (1964): Mein Heimatort II. 21.-25. Aufl. 1966. Weinheim: Beltz.
- Karnick, R. (1958): Redet um Sachen! Weinheim: Beltz.

- Köhnlein, W. (2001): Einleitung: Innovation und zukunftsfähige Bestände. In: Köhnlein, W. & Schreier, H. (Hrsg.): Innovation Sachunterricht – Befragung der Anfänge nach zukunftsfähigen Beständen. Bad Heilbrunn: Klinkhardt. S. 7-20.
- Laux, H. (2001): Technikorientiertes Lernen im Sachunterricht. In: Blumenstock, L.; Klein, H.; Petillon, H.: Lernziel Grundschule weiterentwickeln. Weinheim: Beltz. S. 239-252.
- Leicht, W. (1973): Physik und Chemie in der Grundschule. Lehrerhandbuch. 3. Jahrgangsstufe. München: Ehrenwirth.
- Markert, K. (1929): Das zweite Schuljahr unter Führung des heimatlichen Sachunterrichts. Nürnberg: o.V.
- Mitzlaff, H. (2004): Auf dem Weg zu einer modernisierten Heimatkunde – Rudolf Karnick (1901 – 1994). In: Kaiser, A. & Pech, D. (Hrsg.): Basiswissen Sachunterricht. Bd. 1. Baltmannsweiler: Schneider-Verlag Hohengehren, S. 151- 155.
- Möller, K. u. a. (2007): Klasse(n)kiste – Eigenschaften der Luft. Essen: Spectra
- Neuhaus-Siemon, E. (1994): Reform der Grundschule. 6. Aufl. Düsseldorf: Schwann.
- Schaub, H. (2004): Heimatkunde. In: Keck, R., Sandfuchs, U. & Feige, B. (Hrsg.): Wörterbuch Schulpädagogik. Bad Heilbrunn: Klinkhardt. S. 197-201.
- Spreckelsen, K. (1971): Naturwissenschaftlicher Unterricht in der Grundschule. Stoffe und ihre Eigenschaften. Frankfurt a.M.: Diesterweg.
- Stiegler, L. (1980): Natur und Technik. Physik Gesamtausgabe. Ein Arbeitsbuch für Physik in der Sekundarstufe I. Berlin: Cornelsen.
- Troll, M. (1929): Das zweite Schuljahr. 10. Aufl. Langensalza: Bayer und Maun. (1. Aufl. 1910.)

Bildquellen

- S. 11, Mühlrad: Eigene Zeichnung
- S. 12, Aquädukt: http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Pont_du_gard.jpg
- S. 16, Netzwerk Wasser und S. 17, Staubsauger: Eigene Zeichnungen
- S. 21, Schallarten: Eigene Zeichnung nach Stiegler 1980, S. 187
- S. 21, Schall und Geschwindigkeit: Eigene Zeichnung

Versuche zum Thema Schall

Wie wir hören

Angela Jonen Das Thema Schall fasziniert Kinder, weil mit einem ganz einfachen physikalischen Grundprinzip, der Schwingung, viele Phänomene des Alltags verstanden werden können. So sollte der gründlichen Erarbeitung dieses Prinzips Rechnung getragen werden. Verschiedenste Anwendungsbereiche aus dem Tierreich, der Technik, der Medizin oder der Musik können thematisiert werden.¹ Der Unterricht wird in der zeitlichen Abfolge dargestellt, wobei jeweils fachliche und didaktische Hinweise einfließen. Bei der Darstellung sind Äußerungen der Kinder berücksichtigt, die in Anführungszeichen gesetzt sind, da gerade bei den ersten Schritten zur Physik die Sprache den Kindern hilft zu verstehen und nicht zu früh durch Fachbegriffe abgelöst werden sollte (vgl. Wagenschein 2003).

Erzeugung von Tönen, Klängen und Geräuschen

Erste Erfahrungen mit Schall

Wir nähern uns dem Thema über die Erzeugung von Geräuschen oder Klängen. Was muss eigentlich mit einer Trommel passieren, damit wir sie hören können? Was muss mit einem Lineal geschehen, damit es Geräusche verursacht? Wie kann ein Luftballon quietschen, ein Weinglas klingen oder eine Gitarrensaite Klänge hervorzubringen?

Es ist sinnvoll erst einmal solche Gegenstände oder auch Instrumente genau zu betrachten, bei denen man das wichtige Prinzip des Schalls direkt sehen oder zumindest fühlen kann und auch einfach selbst hervorrufen und unterbinden kann.

- »Die Trommel ertönt nur, wenn das Trommelfell, das stramm über den Rahmen gespannt ist, rauf

und runter schwingt. Wenn ich das festhalte, ist es wieder ruhig.«

- »Das Lineal muss wackeln. Lauter ist es, wenn das Lineal auf den Tisch schlägt, dann wackelt der auch.«
- »Bei dem Luftballon ist das ja auch, da surrt die Öffnung total schnell hin und her.«
- »Die Gitarrensaite sieht man richtig schwingen, aber wie ist denn das dann, wenn ich rede oder singe? Wackelt in der Flöte auch was?«

Das physikalische Prinzip des Schalls

Aus den Beobachtungen ergeben sich Hinweise auf das physikalische Prinzip des Schalls. Was ist bei allen Gegenständen gleich? – Es muss immer etwas in Schwingung versetzt werden. Die Kinder ringen anfangs noch mit den Begriffen, sie suchen nach eigenen Beschreibungen und verwenden für die Schwingung Begriffe wie wackeln, surren, hin und her sausen, rauf und runter wackeln oder zittern. Diese Umschreibungen sowie der Versuch die Beobachtung auch zeichnerisch darzustellen (siehe M 1) helfen ihnen, das Phänomen zu fassen. Wichtig ist, die Kinder darauf aufmerksam zu machen, dass sie nicht beschreiben, was sie selbst getan haben, um das Geräusch zu erzeugen (»Ich habe die Trommel geschlagen und dann kam der Ton.«), sondern was mit dem Gegenstand passiert: »Das Trommelfell schwingt.«

Jetzt können wir versuchen, die Geräusche zu verändern. Wie kann man mit einem Gegenstand ein Geräusch so variieren, dass es einmal laut und einmal leise ist? Laut und leise lässt sich durch die Intensität der Schwingung verändern.

- »Um so mehr das Trommelfell rauf und runter wackelt, umso lauter ist das Geräusch.«
- »Wenn das Lineal ganz stark rauf und runter geht, ist es laut, wenn es nur so ein bisschen wackelt, ist es leise.«

Die Tonhöhen unterscheiden sich dagegen durch die Geschwindigkeit der Schwingung. Wenn eine Gitarrensaite den Ton a' erzeugt, muss sie 440-mal pro Sekunde hin und her schwingen. Dies entspricht auch der Einheit, mit der die Tonhöhe bezeichnet wird. Man sagt der Ton a' hat die Frequenz 440 Hertz, also muss hier z. B. eine Saite 440-mal pro Sekunde schwingen. Bei dem Ton a'', der eine Oktave höher ist, haben wir sogar 880 Schwingungen pro Sekunde. Diese Geschwindigkeit der Schwingung ändert sich nicht

NATURWISSENSCHAFTEN
Praxis Sachunterricht

ab 3

Anhang

Dieser Artikel erschien im *Grundschulmagazin*, Heft 1/2007, Oldenbourg-Schulbuchverlag, S. 17-22.

Abgedruckt mit freundlicher Genehmigung des Verlages.

www.oldenbourg-bsp.de

Die Materialien zu diesem Beitrag

- M 1 Wir erzeugen Klänge und Geräusche (AB)
- M 2 Beobachtungen 1 (Versuchskarten)
- M 3 Das Ohr (AB)
- M 3a Das Ohr (Lösungstext)
- M 4 Beobachtungen 2 (Versuchskarten)
- M 5 Lautstärke (AB)
- M 6 Schallexperimente: zusätzliche Informationen

Literatur

- Kirchner, Ernst/Engel, Christine: Schülervorstellungen über Schall. In: Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe, 22/1994/2, S. 53-57
- Möller, Kornelia u. a.: Klassenkisten für den Sachunterricht: Schall. Manuskript: Seminar für Didaktik des Sachunterrichts, Münster 2003, erscheint demnächst bei Spectra, Essen
- Rudolf, Simone/Wiesner, Hartmut: Können Grundschul Kinder grundlegende Phänomene zum Schall verstehen? In: Zur Didaktik der Physik und Chemie – Tagung 2000/2001, S. 159-161
- Wagenschein, Martin: Kinder auf dem Wege zur Physik. Beltz, Weinheim 2003

durch die Lautstärke, hier ändert sich nur der Ausschlag pro Schwingung. Eine Gitarrensaiten, die laut klingt, schwingt also mit einem größeren Abstand oder einem längeren Weg von oben nach unten, aber trotzdem mit genauso vielen Schwingungen pro Sekunde beim selben Ton. Wenn wir singen, müssen unsere Stimmbänder schwingen. Auch hier gelten dieselben Regeln. Es gibt einige Instrumente, bei denen die Schwingung nicht so offensichtlich ist, weil nicht ein Gegenstand (z. B. Fell, Saite) direkt in Schwingung versetzt wird, sondern nur über eine bestimmte Führung eines Luftzugs eine Luftsäule in Schwingung gerät (Blockflöte, Flasche, Orgel).

Übertragung von Schall


Aber wenn da immer nur was hin und her schwingt, warum können wir das dann hören? Dieser Frage nähern wir uns über einige verblüffende Beobachtungen, die an verschiedenen Stationen gesammelt werden können (M 2). Es eignet sich auch als motivierender Einstieg, den Kindern einen aufgeblasenen Luftballon in die Hände zu geben. Dann wird mit einem Rekorder laute Musik abgespielt. Die Kinder spüren überall im Raum, dass die Luftballonhaut vibriert, sobald die Musik erklingt. Wird die Musik abgestellt, so vibriert auch die Luftballonhaut nicht mehr, es sei denn, jemand spricht oder ruft. Wie kann das sein? Wir können fühlen, dass bei einem Rekorder die Lautsprecher wackeln oder schwingen. Auch hier wird also beim Erzeugen von Geräuschen etwas in Schwingung versetzt. Aber warum wackelt dann die Luftballonhaut in meinen Händen? Was befindet sich zwischen dem Lautsprecher und der Luftballonhaut? – »Überall im Raum ist Luft, auch direkt um den Lautsprecher herum. Wenn jetzt der Lautsprecher wackelt, dann wackelt auch die Luft davor und die stößt dann die Luft daneben an und dann stößt das immer weiter an und alle Luft ringsherum wackelt genauso und dann kommt die wackelnde Luft an die Luftballonhaut und dann stößt die auch die Luftballonhaut an und dann wackelt auch die Luftballonhaut und dann stößt die auch an meine Haut von der Hand und dann spüre ich das.«

Auf M 2 sind weitere Stationen beschrieben, an denen beobachtet werden kann, dass eine einmal erzeugte Schwingung durch Luft übertragen wird und dann auch andere Gegenstände in Schwingung versetzt (2 Weingläser, 2 Trommeln). Auch in anderen Medien können Schwingungen erzeugt werden, die wir als Geräusche wahrnehmen (siehe M 4: Steine im Wasser, Stimmgabel am Ellenbogen²).

Was kann man anhand dieser Beobachtungen verstehen vor dem Hintergrund, dass Geräusche immer durch Schwingungen erzeugt werden?

Wenn ich innerhalb eines Mediums (Luft, Wasser, Metall, Holz) Schwingungen erzeuge, dann werden diese Schwingungen immer weiter gegeben. Um die Übertragung von Schall zu verstehen, ist es dringend erforderlich, dass die Lernenden sich vorher mit dem Thema »Luft ist nicht Nichts« auseinandergesetzt haben. Bei diesem Aspekt des Themas tauchen auch die größten Lernschwierigkeiten auf, wie in verschiedenen Untersuchungen der physikdidaktischen Forschung festgestellt wurde (Kirchner 1994, Möller 2003, Rudolf 2001). Um die Übertragung von Schwingungen in verschiedenen Medien unterschiedlicher Aggregatzustände tatsächlich zu verstehen, müssten den Kindern der Aufbau der Materie und der gedankliche Umgang mit dem Teilchenmodell geläufig sein. Hier stoßen Kinder im Grundschulalter nach meiner Erfahrung immer wieder an Grenzen der Vorstellungsmöglichkeiten – besonders wenn sie unterschiedliche Bedingungen konsequent durchdringen sollen. Die Beschreibung des Unterrichts verbleibt auf der Phänomenebene: Wir können Schwingungen erzeugen. Die Schwingung muss durch verschiedene Medien übertragen werden und kann dann auch andere Gegenstände in räumlicher Entfernung zum Schwingen bringen. Dabei können wir erkennen, dass die Übertragung in allen Richtungen funktioniert. Das heißt, wenn ich mitten in einem Raum eine Trommel oder eine Triangel anschlage, so wird rundherum im ganzen Raum, auch nach oben und unten, die Schwingung weitergegeben. Wir können diese Übertragung auch in einem Experiment überprüfen. Was passiert, wenn ich um ein Instrument herum überhaupt gar nichts habe, also wenn ich z. B. eine elektrische Klingel in ein Vakuum, einen völlig leeren Raum stelle und anschalte? Ich höre tatsächlich nichts. Die Schwingung kann nicht übertragen werden. Daher kann man auch im Weltall nichts hören.

Das Ohr

Aber wie kommt es nun, dass wir diese feinen, Schwingungen wahrnehmen? Und warum spüren wir nicht ein Wackeln, sondern hören Töne? Wir müssen uns also mit dem biologischen Aspekt, dem Aufbau des Ohrs beschäftigen (M 3 und M 3a: Erklärungstext auf )

Wie wir hören

Nun müssen wir den Bogen spannen vom Erzeugen der Geräusche, über die Übertragung bis hin zu den Funktionen der verschiedenen Organe im Ohr. Wir müssen also die Lerninhalte alle in Zusammenhang bringen.

Wenn wir auf die Trommel schlagen, dann fängt das Trommelfell an zu schwingen. Um das Trommelfell herum ist Luft, in der dieses Wackeln, die



Schwingung, weitergeleitet wird. Die Schwingung der Luft trifft auf unseren Körper und versetzt die Luft im Gehörgang in Schwingung. Dabei funktioniert unsere Ohrmuschel wie ein Trichter. Das kann ich ausprobieren, indem ich die Ohrmuschel mit den Händen oder sogar mit einem Papiertrichter noch vergrößere. Die schwingende Luft im Gehörgang trifft auf das Trommelfell, das dann auch zu schwingen beginnt. Mit dem Trommelfell verbunden ist der Hammer, er schwingt nun und weil er wie ein Hebel funktioniert, verstärkt er die Schwingung sogar noch. Der Hammer überträgt die Schwingung auf den Amboss und dieser wiederum ist mit dem Steigbügel verbunden und überträgt, so wie bei dem Versuch mit der Stimmgabel am Ellenbogen, die Schwingung über den Knochen. Der Steigbügel ist am ovalen Fenster verwachsen. Wenn sich jetzt der Steigbügel bewegt, dann schwingt auch diese Membran und die Membran wiederum liegt direkt an der gallertartigen Flüssigkeit, die sich in der Schnecke befindet. Wenn die Membran schwingt, dann wird die Schwingung auch auf die Flüssigkeit übertragen, so wie bei dem Versuch mit den Steinen im Wasser. Schwingt nun die Flüssigkeit in der Schnecke, so werden auch die Härchen an der Innenseite der Schnecke hin und her bewegt. Diese Bewegung der Härchen wird dann in den Nervenzellen in elektrische Impulse verwandelt und diese elektrischen Impulse werden vom Gehirn interpretiert als Töne, Klänge und Geräusche. Es hilft den Kindern, diesen langen Weg an einer Zeichnung zu verfolgen und Schritt für Schritt in ihren eigenen Worten aufzuschreiben.

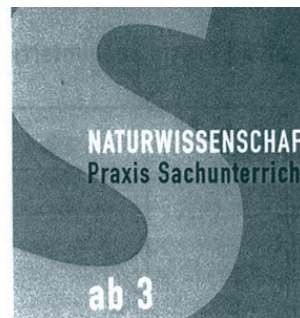
Schallgeschwindigkeit

Haben die Kinder diese lange Kette von Zusammenhängen formuliert, so steht die Frage im Raum: »Braucht das denn nicht wahnsinnig lang, bis das Wackeln von der Trommel in meinem Gehirn gelandet ist?« Diese Kinderfrage kann zum Ausgangspunkt genommen werden, sich mit der Schallgeschwindigkeit zu beschäftigen. Für unser Verständnis dauert es nicht lange, ein Geräusch zu hören, das direkt am Ohr entsteht. Dass Schwingungen aber durchaus eine gewisse Zeit benötigen, bis sie im Ohr angekommen sind


(z. B. mehr Zeit als das Licht braucht, bis es unser Auge erreicht), zeigt ein ganz einfacher, aber wirkungsvoller Versuch. Wir gehen mit den Kindern nach draußen. Eine Person bekommt eine Starterklappe aus dem Sport. Die Person mit der Starterklappe und die Schülerinnen und Schüler müssen sich in möglichst großer Entfernung voneinander aufstellen. Der Abstand muss mindestens 100 m betragen, wobei trotzdem Sichtkontakt gewahrt bleiben muss. Auf ein Zeichen wird die Starterklappe zugeschlagen. Die Kinder können zuerst sehen, dass die Starterklappe zu ist und mit kurzer Verzögerung hören sie den Knall. Schall verbreitet sich tatsächlich mit einer Geschwindigkeit von 340 m pro Sekunde (in 20° C warmer Luft). Er braucht also für eine Entfernung von 340 m in der Luft eine Sekunde Zeit, für einen km entsprechend ungefähr drei Sekunden. Diese Regel ist bekannt: Wenn wir bei einem Gewitter die Sekunden zählen, die zwischen dem Sehen des Blitzes und dem Hören des Donners vergehen, dann wissen wir, wie weit das Gewitter noch entfernt ist; bei drei Sekunden ist es 1 km, bei sechs Sekunden entsprechend zwei km entfernt. Allerdings ist die Übertragung des Schalls nicht in allen Medien gleich schnell. In Metall z. B. wird Schall wesentlich schneller übertragen als in Luft. Deshalb haben die Indianer angeblich immer ihr Ohr auf die Eisenbahnschienen gelegt, um das Herannahen eines Zuges schon früher zu hören.

Ausweitung

Anschließend sollten die Gefahren des Lärms und wie man sich vor Lärm schützen kann, besprochen werden. Sinnvoll ist es, die Lautstärke verschiedener Geräusche selbst mit Hilfe eines Schallpegelmessgeräts festzustellen (M 5 auf ). Weitere Fragen, die Kinder oft stellen und die sie im Zusammenhang mit dem Thema »hören« mit Hilfe von Informationsmaterialien arbeitsteilig beantworten können, finden sich mit Hinweisen zu Schülermaterialien im M 6 auf . Hier können die Kinder das Verständnis des Schalls anwenden und weitere Informationen entsprechend ihren Interessen integrieren. ■



Anmerkungen

- 1 Der vorgestellte Unterricht wurde in Zusammenarbeit mit vielen Lehrkräften und dem Seminar für Didaktik des Sachunterrichts an der Universität Münster entwickelt und erprobt.
- 2 Weitere gute Anregungen finden sich in den Kindersachbüchern auf M 6 auf .

Autorin

Angela Jonen
Grundschullehrerin
Unterdürrbacher Str. 356
97080 Würzburg

Anzeige

Lern- und Förderprogramme www.etverlag.de **Schulschriften**
kostenlose Downloads **Material zur Arbeitsblattgestaltung**
Infos kostenlos E.T. Verlag Hoher Esch 52 49504 Lotte Tel./Fax: 05404-71858

Wir erzeugen Klänge und Geräusche

<p>Trommel</p> 	<p>Was musst du tun, damit du bei der Trommel etwas hörst? Wie kannst du den Klang wieder verstummen lassen?</p>	<p>Was muss mit dem Trommelfell passieren, damit man etwas hört?</p>	<p>Versuche es zu zeichnen:</p>
<p>Lineal</p> 	<p>Wie kannst du mit einem Lineal ein Geräusch erzeugen? Wann ist das Geräusch laut und wann ist es leiser?</p>	<p>Was muss mit dem Lineal passieren, damit es ein Geräusch erzeugt?</p>	<p>Versuche es zu zeichnen:</p>
<p>Gitarrensaiten</p> 	<p>Wie kannst du mit einer Gitarrensaiten einen Klang erzeugen? Wie kannst du den Klang wieder verstummen lassen?</p>	<p>Was muss mit der Gitarrensaiten passieren, damit sie einen Klang erzeugt?</p>	<p>Versuche es zu zeichnen:</p>

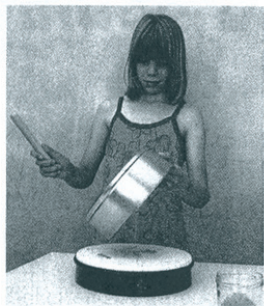
Vergleiche: Was muss mit allen Dingen passieren, damit man einen Ton, einen Klang oder ein Geräusch hören kann?

Versuche auch mit anderen Gegenständen Klänge und Geräusche zu erzeugen und zu verändern (laut, leise oder hoch, tief)!

Beobachtungen 1

M 2 

Zwei Trommeln

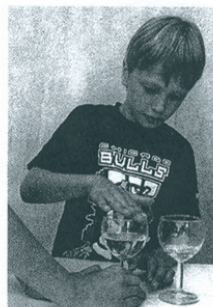


Streue einige Sandkörner auf die eine Trommel.
Halte die zweite Trommel über die Trommel mit den Sandkörnern.
Schlage die Trommel mehrmals kräftig an.

Was beobachtest du?

Wie erklärst du dir deine Beobachtung?

Zwei Weingläser



Stelle zwei Weingläser, die bis zum Strich mit Wasser gefüllt sind, dicht nebeneinander – Vorsicht, sie dürfen sich nicht berühren.
Auf den Rand von dem einen Glas legst du die Nähnadel.
Nun kannst du mit einem feuchten Finger über den Rand von dem zweiten Weinglas kreisen, so dass du einen Ton erzeugst.

Was kannst du bei den Gläsern, dem Wasser und der Nadel beobachten?

Wie erklärst du dir dieses Phänomen?

Achtung: Der Versuch funktioniert nur, wenn die Weingläser genau gleich gestimmt sind. Den Wasserstand vorher so lange verändern bis beide Gläser gleich klingen und dann einzeichnen!

© 2006 Oldenbourg Schulbuchverlag GmbH

Beobachtungen 2

M 4 

Stimmgabel am Ellenbogen



Stecke einen Finger in dein Ohr.
Schlage eine Stimmgabel an der Tischkante an und drücke sie sofort mit dem einen Ende an den Knochen deines Ellenbogens.

Was beobachtest du?

Wie erklärst du dir deine Beobachtung?

Steine unter Wasser



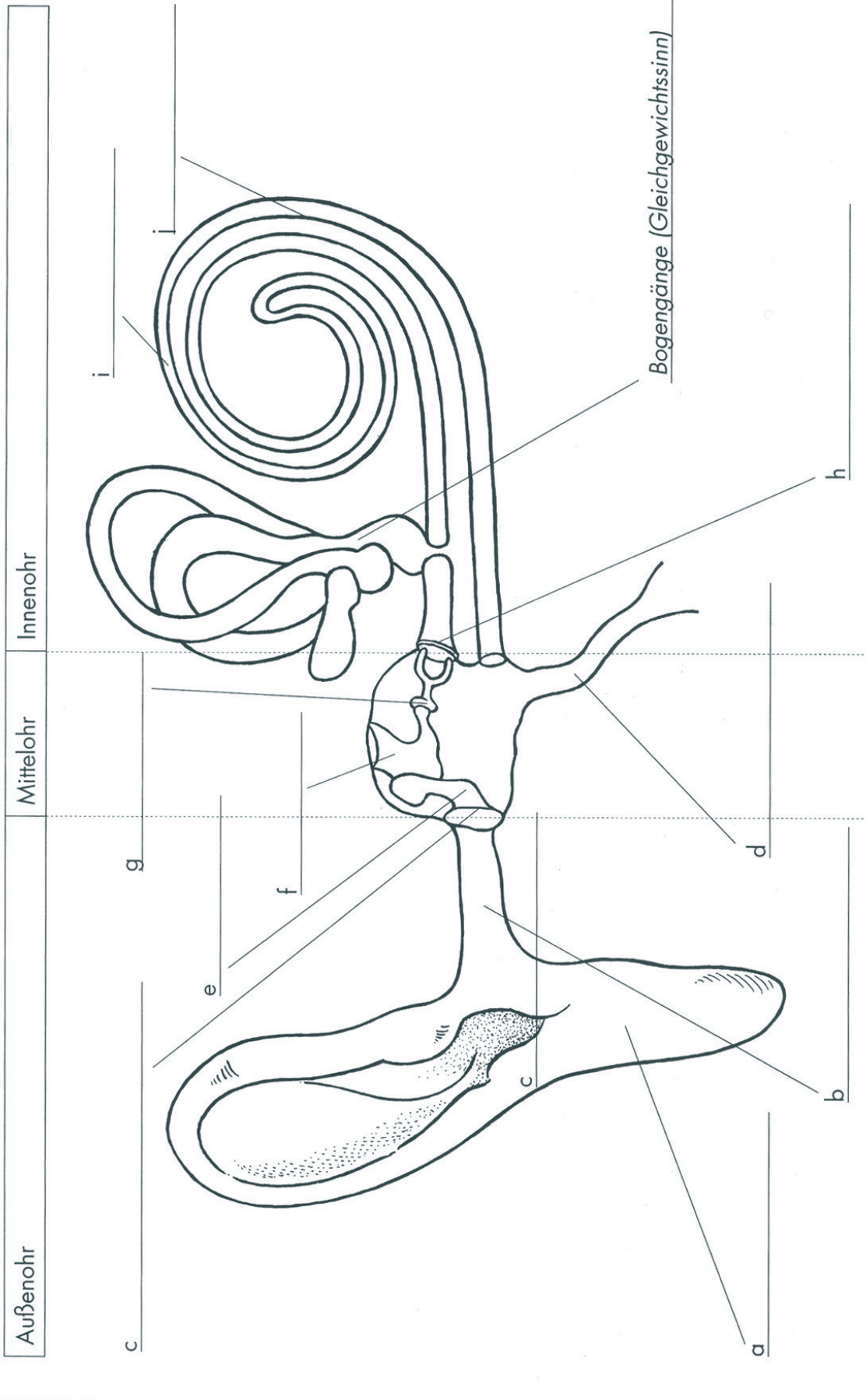
Arbeitet zu zweit:
Ein Kind schlägt unter Wasser zwei Steine gegeneinander.
Das zweite Kind legt sein Ohr direkt an die Wand des Waserbeckens.
Wechselt euch ab.

Was beobachtet ihr?

Wie erklärt ihr euch eure Beobachtung?

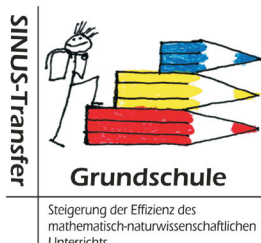
© 2006 Oldenbourg Schulbuchverlag GmbH

Das Ohr





Programmträger: IPN, Kiel
 Projektleitung: Prof. Dr. Manfred Prenzel
www.ipn.uni-kiel.de



SINUS-Transfer Grundschule
 Projektkoordination am IPN: Dr. Claudia Fischer
 Tel. +49(0)431/880-3136
cfischer@ipn.uni-kiel.de
www.sinus-grundschule.de

Ministerium für Bildung
 und Frauen
 des Landes Schleswig-Holstein



Programmkoordination für die Länder durch das
 Ministerium für Bildung und Frauen des Landes Schles-
 wig-Holstein (MBF)
 MR Werner Klein (SINUS-Transfer Grundschule)
<http://landesregierung.schleswig-holstein.de>



Landeskoordinatorenausbildung durch das
 Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung
 StD Christoph Hammer; gemeinsam mit dem IPN
www.isb.bayern.de



UNIVERSITÄT
 BAYREUTH

Serverbetreuung: Zentrum zur Förderung des mathema-
 tisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts der Universität
 Bayreuth (Z-MNU)
 Leitung: Prof. Dr. Peter Baptist
<http://zmnu.uni-bayreuth.de>

Hinweis: Die Modulbeschreibungen sind während der
 Laufzeit des Programms SINUS-Transfer Grundschule
 (2004-2009) entstanden.
 Die Liste der Kooperationspartner galt für diesen Zeit-
 raum. Im Nachfolgeprogramm *SINUS an Grundschulen*
 sind die Kooperationen anders strukturiert.

ISBN für diese Modulbeschreibung (NaWi G6)
 978-3-89088-195-9