

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*

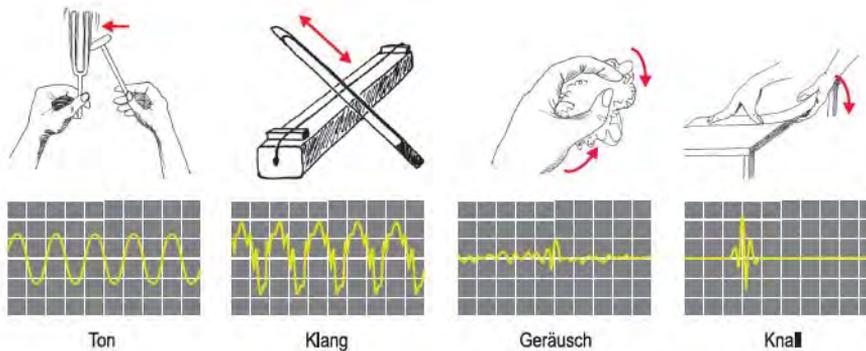
Diese Schwingungen und ihre Eigenschaften werden technisch für eine Vielzahl von Geräten genutzt. Aus technischer Perspektive ist es also interessant herauszufinden, wie die Schwingungen erzeugt, übertragen, verstärkt oder genutzt werden, aber auch, wo Gefahren liegen und wie man sich vor ihnen schützen 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?

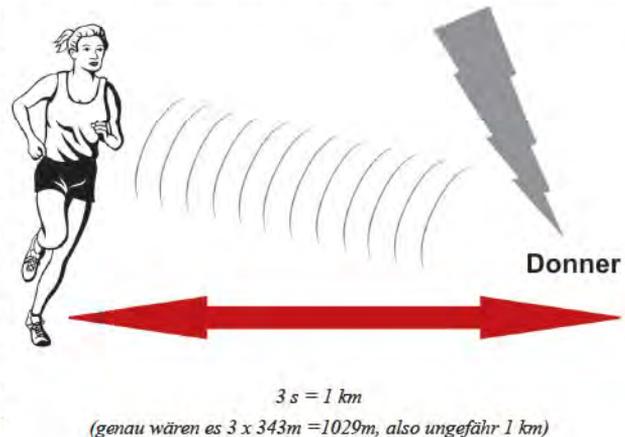


Schallarten (nach Stiegler 1980, S. 187)

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 und hinhört?

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, perspektivesches 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 Verständnisebenen 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 Methodenwechseln. 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 Jonek 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

Anhang

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

Abgedruckt mit freundlicher Genehmigung des Verlages.

www.oldenbourg-bsv.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 Ellenbogen?).

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



Streu 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



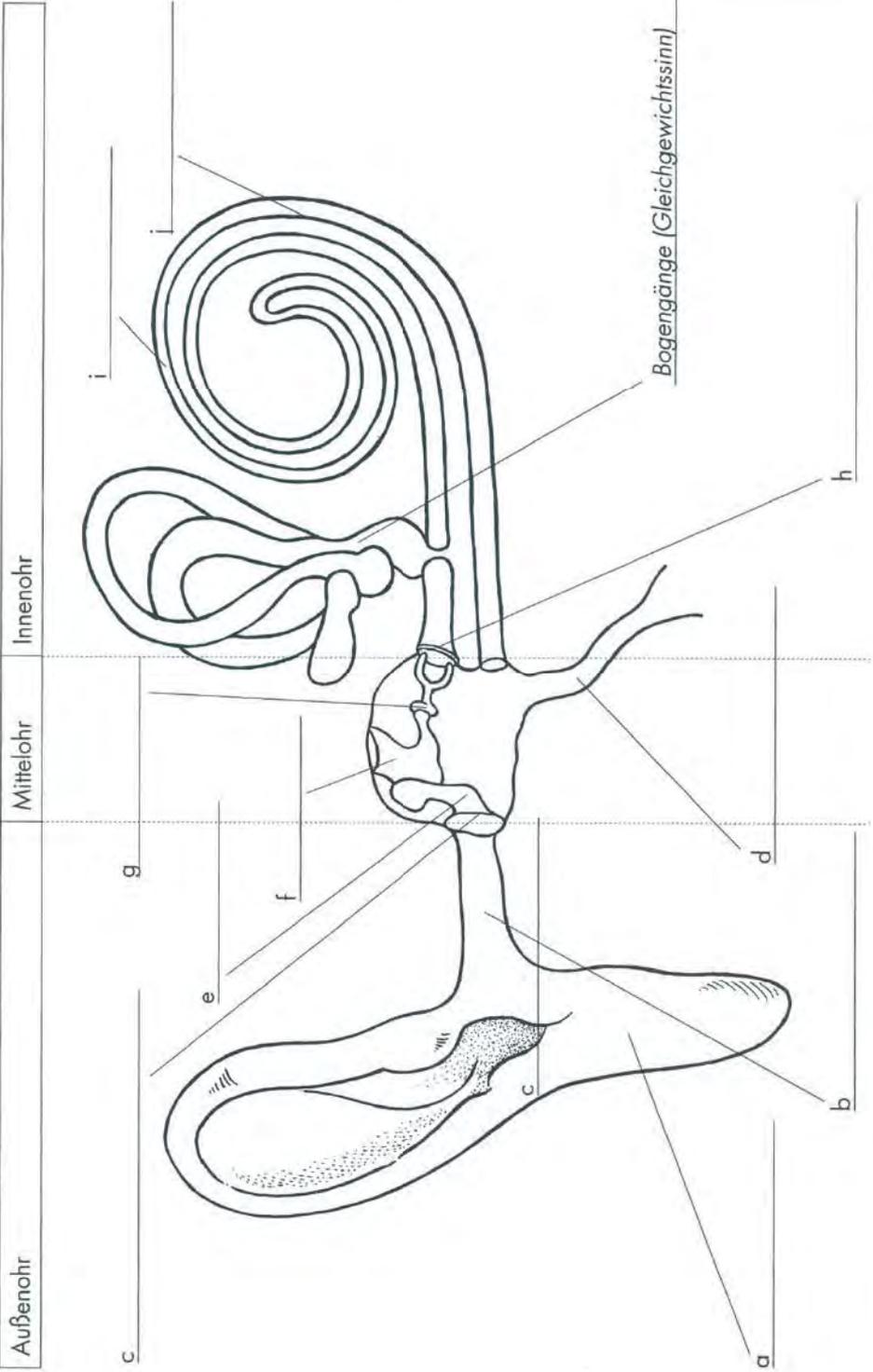
Arbeitet zu zweit:
Ein Kind schlägt unter Wasser zwei Steine gegeneinander.
Das zweite Kind legt sein Ohr direkt an die Wand des Wasserbeckens.
Wechselt euch ab.

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 Schleswig-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 mathematisch-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 Zeitraum. Im Nachfolgeprogramm *SINUS an Grundschulen* sind die Kooperationen anders strukturiert.

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