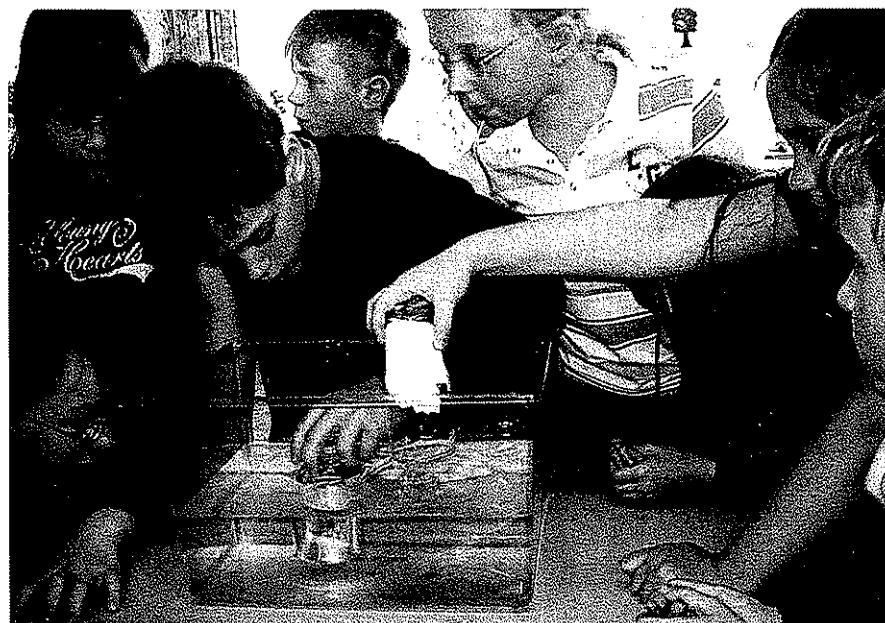




Abb. 1: Dass Luft das Wasser daran hindert, in das Glas einzudringen, finden die Kinder mit Hilfe des Taucher-glockenversuches heraus. Luft ist nicht nichts – diese Einsicht ist Voraussetzung, um zu verstehen, dass Luft Widerstand bietet, Dinge in Bewegung versetzen kann und Gewicht hat.



## Kindern beim Erlernen von Naturwissenschaften helfen

# Naturwissenschaftlicher Sachunterricht

Kornelia Möller Naturwissenschaftliches Lernen in der Grundschule muss die Lernmöglichkeiten von Grundschulkindern berücksichtigen, um Überforderung, aber auch Unterforderung zu vermeiden. Lernangebote sollten sich, so der russische Psychologe Wygotski in der so genannte »Zone der nächsten Entwicklung« befinden – mit Hilfe der Lehrkraft können dann Lernfortschritte ermöglicht werden, die über das, was bereits gewusst, gekonnt oder verstanden wird, hinausgehen. Wie aber bestimmt man die Zone der nächsten Entwicklung? Und welche Aufgabe hat die Lehrkraft in einem solchen Unterricht?

### Naturwissenschaftliche Themen haben Eingang in die Grundschullehrpläne gefunden

Naturwissenschaftliche Themen der belebten und unbelebten Natur haben Eingang in die Lehrpläne für den Sachunterricht gefunden, in Deutschland und international, in Industrieländern wie auch in Entwicklungsländern. Worauf ist diese gegenwärtige Betonung der Naturwissenschaften in der Grundschule zurückzuführen? Zum einen sicherlich auf das schlechte Abschneiden vieler Länder in den internationalen Leistungsvergleichsstudien, zum anderen aber auch auf den gestiegenen gesellschaftlichen Bedarf

an Technikern und Naturwissenschaftlern, dem man durch eine frühe Förderung des naturwissenschaftlichen und technischen Lernens begegnen möchte. Zudem haben neuere entwicklungs- und lernpsychologische Erkenntnisse dazu beigetragen, dass wir Grundschulkindern heute kognitiv mehr zutrauen: In Forschungen zeigte sich, dass sich Grundschulkinder auch mit anspruchsvollen Themen, wie zum Beispiel mit Themen wie Schwimmen und Sinken, Luft und Luftdruck, Schall, Optik und Verbrennung interessiert und verstehend auseinandersetzen und dabei naturwissenschaftliche Arbeitsweisen erlernen können. Auch deuten Forschungsergebnisse zum Lernen von Mathematik darauf hin, dass frühes Lernen im Grundschulalter spätere Lernchancen eindeutig erhöht (Stern 2003).

**Lernen von Naturwissenschaften als Verändern vorhandener Vorstellungen**  
Gerade im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht kommt es darauf an, zunächst einmal herauszufinden, was Grundschulkinder an Vorfahrungen und Vorstellungen zum vorgesehenen Unterrichtsthema mitbringen. Aus der internationalen Forschung haben wir eine Fülle von Ergebnissen zu sog. Präkonzepten. Damit sind Vorstellungen gemeint, mit denen Grundschulkinder in den Unterricht eintreten. So wissen wir zum Bei-

### Literatur

- Möller, Kornelia: Naturwissenschaftliches Lernen in der Grundschule: Eine neue Idee? Erscheint in: P. Hanke (Hrsg.): Grundschule in Entwicklung. Herausforderungen und Perspektiven für die Grundschule heute. Münster: Waxmann Verlag, S. 107–127.
- Fölling-Albers, Maria: Lernen, Wissen und Verstehen. In: Grundschule, Heft 10, 1997.
- Stern, E. (2003): Früh übt sich. Neuere Ergebnisse aus der LOGIK-Studie zum Lösen mathematischer Textaufgaben in der Grundschule. In: Fritz, A./Ricken, G./Schmidt, S. (Hrsg.): Handbuch Rechenschwäche, Lernwege, Schwierigkeiten und Hilfen. Weinheim: Beltz.

spiel, dass viele Grundschulkinder glauben, Luft sei eigentlich »Nichts«, habe kein Gewicht und sei nur vorhanden, wenn sie bewegt ist, wenn also Wind weht. Die Lehrkraft kann diese Vorstellungen in einem Kreisgespräch, mit Hilfe einer schriftlichen Befragung oder mit Hilfe von zeichnerischen Darstellungen zunächst erfragen, bevor sie mit dem Unterricht beginnt. Im Unterricht wird sie dann mit den Kindern anhand einfacher Versuche zunächst erarbeiten, dass Luft nicht Nichts ist, Platz braucht, Wasser verdrängen kann und auch Gewicht hat. Erst wenn diese Basis gelegt ist, geraten weitere Eigenschaften der Luft in die Zone der nächsten Entwicklung: Nun können Kinder erarbeiten, dass Luft Widerstand bietet, sich bei Erwärmung ausdehnt und Druck ausübt. Zu fragen ist also jeweils, wo Kinder in ihrem Wissen, Verstehen oder Können »stehen«, ob die angestrebten Einsichten bzw. das angestrebte Verhalten von diesem »Stand« aus im Unterricht erreichbar sind und welche Unterstützung Kinder brauchen, um entsprechende Lernschritte zu machen.

Häufig stehen die zu erarbeitenden Vorstellungen im Gegensatz zu dem, was Kinder bisher glauben bzw. gehört oder aus Medien übernommen haben. So haben z. B. viele Kinder (und auch Erwachsene) die Vorstellung, dass Bälle springen, weil sich darin Luft befindet. Dass Bälle auch ohne Luft springen und dass auch Holzkugeln und selbst Metallkugeln springen, weil das Material elastisch ist und sich nach Verformung wieder ausdehnt, ist ein anspruchsvolles Lernziel (Abb. 1).

Kinder erreichen dieses Lernziel, indem sie entsprechende Gegenstände testen, ihr Springverhalten beobachten und ihre Beobachtungen auswerten. Bereits vorhandene Vorstellungen werden so überprüft, erweitert, differenziert und manchmal auch »über Bord geworfen«. Nach einem Unterricht zum Schwimmen und Sinken sagte uns ein Kind als Beantwortung auf die Frage, warum ein großes Schiff nicht untergeht: »Es liegt nicht an der Luft, es liegt auch nicht an dem Gleichgewicht, es liegt an dem Wasser.« In diesem Fall hat das Kind einen »Wechsel« in seinen Vorstellungen vollzogen: Es hat bewusst eine nicht haltbare Vorstellung durch eine angemessene Vorstellung ersetzt. Weil Lernende in solchen Prozessen Wissen aktiv konstruieren, sprechen wir auch von sog. konstruktivistischen Auffassungen im Hinblick auf Lernen. Diese Beispiele zeigen, wie naturwissenschaftliches Lernen ablaufen sollte: Vorhandene Vorstellungen werden zunächst geäußert, dann überprüft und anschließend gegebenenfalls modifiziert. Lernpsychologen sprechen von Conceptual Change von der Veränderung vorhandener Vorstellungen.

ner Vorstellungen im Lernprozess. Nur wenn diese Veränderungen aktiv vom Lernenden vollzogen werden, lassen sich nachhaltige Lernprozesse erreichen. Wissen muss vom Lernenden selbst aufgebaut, getestet und differenziert werden – es kann nicht wie im Nürnberger Trichter-Modell den Lernenden vermittelt werden (vgl. auch Fölling-Albers 1997).

**Ein weit verbreitetes Missverständnis:  
Handeln statt Denken**

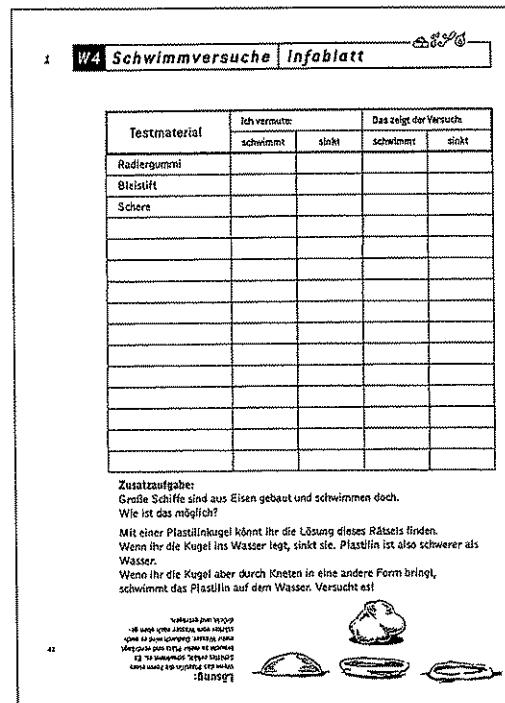
Was bedeutet das für den konkreten Unterricht? Leider wird dieses Prinzip häufig missverstanden, indem die erforderliche Aktivität der Lernenden auf das Handeln, z. B. auf das nach Anleitung erfolgende Durchführen von Versuchen, beschränkt wird. Die Erklärung der beobachteten Effekte wird dann anschließend von der Lehrkraft vermittelt.

### Zu Abbildung 2

In diesem Beispiel liefert das Schulbuch die Erklärung. Ein Nachdenken ist nicht mehr erforderlich - das anspruchsvolle Schlussfolgern aus den durchgeführten Versuchen wird den Kindern abgenommen. Aus der lernpsychologischen Forschung wissen wir aber, dass solche Lernresultate nicht nachhaltig sind: Vollziehen Kinder solche Schlussfolgerungen nicht selber, können sie diese nicht wirklich verstehen und lernen sie allenfalls auswendig. Nicht verstandenes und nicht integriertes Wissen ist allerdings kaum anwendbar - es steht uns nicht zur Verfügung, wenn wir z. B. erklären wollen, warum ein schwerer Baumstamm nicht sinkt. Hierzu müssten die Kinder ein tieferes Verständnis erwerben: Das Schwimmen bzw. Sinken ist wie ein Kräftespiel. Wenn das nach unten ziehende Gewicht schwächer ist als das nach oben drückende Wasser, dann schwimmt ein Gegenstand. Dieses Verständnis steht am Ende eines Unterrichts, in dem die Kinder das Nach-Oben-Drücken des Wassers und die Abhängigkeit des Drückens von der erzeugten Wasserverdrängung in vielen Versuchen, auch im Schwimmbad, erfahren und reflektiert haben.

Abb. 2: Arbeitsblatt zum Thema »Schwimmen und Sinken«

Vorschnell gegebene Erklärungen verhindern den Aufbau von Wissen, insbesondere den in vielen Fällen notwendigen Umbau des bereits vorhandenen Wissens. Erzeugt wird »träges Wissen«, womit ein Wissen gemeint ist, dass uns nicht für Anwendungen zur Verfügung steht und das auch schnell wieder vergessen wird. Ein Unterricht, der Kindern helfen möchte, selbst aktiv Wissen aufzubauen, muss dagegen das eigene Denken der Kinder stimulieren. Er bietet Kindern einerseits notwendige Handlungserfahrungen, um Möglichkeiten zum Aufbau und zur Überprüfung von Vorstellungen bereit zu stellen, gibt zum anderen aber auch dem Reflektieren über diese Handlungserfahrungen ausgiebig Raum. Ein solcher Unterricht ist aktional und kognitiv aktivierend.





**Was wollen wir mit einem solchen Unterricht erreichen?**  
Vorrangiges Ziel ist nicht, eine möglichst breite Wissensbasis für weiterführendes Lernen zu schaffen. Der Unterricht soll vielmehr dazu beitragen, Kinder in naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen einzuführen und ihnen zu helfen, einige grundlegende naturwissenschaftliche Vorstellungen zu entwickeln. Entscheidend ist dabei die Art und Weise, wie naturwissenschaftliches Wissen erworben wird: Nicht durch Vermittlung, sondern durch eigenes Nachdenken und durch ein Sich-Einlassen auf forschendes Denken. Ein solches Lernen stärkt die Gedankenkräfte von Grundschulkindern, fördert das Interesse von Jungen und Mädchen und vermag Selbstvertrauen in die eigenen Denkfähigkeiten zu vermitteln.

**Das Unterrichtsgespräch ist wichtig**  
Unterrichtsgesprächen kommen in einem Unterricht, der Schülerinnen und Schülern beim Aufbau von Vorstellungen helfen möchte, eine besondere Bedeutung zu. Gemeinsam wird die Haltbarkeit von aufgestellten Vermutungen und möglichen Erklärungen überprüft. Die Lehrkraft hat in solchen Gesprächen eine unterstützende und gesprächssteuernde, nicht aber eine erklärende Funktion: Sie fordert die Kinder auf, Begründungen zu geben, fokussiert das Gespräch immer wieder auf die zu verfolgende Frage, hält Zwischenergebnisse fest und macht auf Erfahrungen, Beobachtungen, etwaige Widersprüche und ungeklärte Fragen aufmerksam. In der psychologischen Literatur wird dieses Verhalten der Lehrkraft häufig mit »Scaffolding« beschrieben. Die Lehrkraft stützt das eigenständige Denken der Kinder, indem sie ein »Gerüst« im Sinne notwendiger Hilfen mit dem Ziel anbietet, das eigene Denken der Kinder zu fördern. Montessoris Ausspruch »Hilf mir, es selbst zu tun« kann hierbei als Leitidee fungieren. Soviel Hilfe wie notwendig und so wenig Hilfe wie möglich zu geben, ist das zu Grunde liegende Prinzip. Auch der sog. genetische und sokratische Unterricht, der von Martin Wagenschein, einem Naturwissenschaftsdidaktiker, beschrieben wurde und von Siegfried Thiel, Walter Köhnlein und Michael Soostmeyer für den Sachunterricht aufgegriffen wurde, folgt diesem Grundgedanken.

**Erfahrungsmöglichkeiten bereit stellen**  
Neben der Gesprächsführung ist die Auswahl der Unterrichtsmaterialien und der bereitgestellten Erfahrungsmöglichkeiten ein wichtiges Element der Unterstützung. Welche Materialien, welche Erfahrungen helfen meinen Schülern, vorhandene Vorstellungen als nicht hinreichend zu erkennen? So gibt zum Beispiel ein im Wasser sinkendes hohles Porzellandöschen den Anstoß, die »Hohlheits«-Vorstellung beim Thema Schwimmen und Sinken als unzureichend zu erkennen. Wichtig ist, dass es sich um eindeutige und wirklich überzeugende Erfahrungen handelt. Der Besuch im Schwimmbad, der im Rahmen des Themas »Schwimmen und Sinken« stattfindet, lässt Kinder zum Beispiel den im Wasser wirkenden Auftrieb am eigenen Körpereindrücklich erleben.

**Unterricht angemessen gliedern**  
Häufig ist auch eine angemessene Gliederung des Unterrichtsthemas in Teilespekte erforderlich, um die Zone der nächsten Entwicklung für Grundschulkinder zu »treffen«. Problemorientierte und alltagsnahe Fragestellungen in anspruchsvollen Inhaltsgebieten sind oft von hoher Komplexität. Sie können das eigenständige Den-

ken von Kindern erschweren und die Lernenden entmutigen. Auch sollte stärker bedacht werden, in welcher Reihenfolge Unterrichtsthemen bearbeitet werden sollten. So sollte z. B. das Thema »Luft« vor dem Thema Schall erarbeitet werden, weil die Übertragung von Schall in der Luft nur verstehbar wird, wenn für die Lernenden Luft nicht »Nichts« ist. Aufgabe der Lehrkraft ist es, den Unterricht so anzulegen, dass er das Verstehen der Lernenden unterstützt und auch leistungsschwächeren Schülerinnen und Schülern Lernchancen bietet. (Abb. 2)

### **Was bewirkt ein solcher Unterricht?**

In Forschungen konnten wir zeigen, dass ein konstruktivistisch orientierter Unterricht, der mit einer angemessenen Gliederung und einer unterstützenden Gesprächsführung einhergeht, zu nachhaltigen Lernergebnissen im anspruchsvollen Inhaltsbereich Schwimmen und Sinken bei Grundschulkindern der dritten Klasse führte. Es konnte gezeigt werden, dass Fehlvorstellungen auch nach einem Jahr signifikant geringer vorkamen als in einer Vergleichsgruppe und dass wissenschaftliche Vorstellungen ebenfalls langfristig aufgebaut werden konnten. Auch leistungsschwache Kinder machten in dem Unterricht belegbare Lernfortschritte; die Mädchen starteten zwar mit einem geringeren Wissen als die Jungen in den Unterricht, konnten aber die Jungen im Unterricht in den Lernergebnissen einholen. Wir stellten ebenfalls fest, dass ein Unterricht, der im Sinne eines Werkstattunterrichts mit einem geringeren Umfang der Klassengespräche und einer geringeren Sequenzierung der Inhalte einherging, dem zuvor beschriebenen Unterricht in der Nachhaltigkeit der Lernergebnisse unterlegen war. Auch die leistungsschwächeren Kinder profitierten von diesem Unterricht deutlich weniger als von dem zuvor beschriebenen Unterricht. Insgesamt zeigen unsere Ergebnisse, dass Grundschulkinder in der Lage sind, anspruchsvolle Vorstellungen nachhaltig aufzubauen sowie nicht belastbare Vorstellungen abzubauen. Das aufgebaute Wissen war bei vielen Kindern bereits integriert und auch anwendungsfähig. Eine unterstützende Gesprächsführung und ein sequentieller Aufbau des Unterrichts hat sich dabei als förderlich erwiesen. Diese Maßnahmen scheinen insbesondere bei anspruchsvollen und komplexen Themenstellungen im Grundschulalter bedeutsam zu sein. Dass die Grundschulkinder sich insgesamt nicht überfordert fühlten, zeigten unsere Begleituntersuchungen. Mädchen und Jungen wiesen eine hohe Lernzufriedenheit auf, verfolgten den Unterricht sehr motiviert und zeigten ein hohes Interesse am Unterrichtsgegenstand. Auch auf die Erfolgszuversicht wirkte sich der Unterricht positiv aus.