

Möller, Kornelia: Was lernen Kinder über Naturwissenschaften im Elementar- und Primarbereich? - Einige kritische Bemerkungen. In: Lauterbach, Roland; Giest, Hartmut; Marquardt-Mau, Brunhilde (Hrsg.): Lernen und kindliche Entwicklung. Elementarbildung und Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt 2009 (= Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts. Bd. 19), S. 165-172.

Kornelia Möller

Was lernen Kinder über Naturwissenschaften im Elementar- und Primarbereich? – Einige kritische Bemerkungen

Even though the increased interest in early science education can be considered as very positive, some implementations of early science teaching and learning are of concern. Examples from pre-primary and primary education illustrate that teaching materials do not always reflect the current scientific understanding of learning and the nature of science. Furthermore, there is a lack of coordination between the educational levels. This article emphasises the importance of a science-based curriculum focusing on cumulative development of competences.

Dass naturwissenschaftliches Lernen¹ bereits früh beginnen sollte, ist heute – nach einer langen Phase der Vernachlässigung dieses Bildungsbereiches – weitgehend geteilte Meinung. Initiativen zur Förderung des naturwissenschaftsbezogenen Lernens im Elementar- und Primarbereich haben entsprechend Konjunktur, und in vielen Bundesländern wurde der Bereich der grundlegenden naturwissenschaftlichen Bildung inzwischen (wieder) in den Lehr- bzw. Bildungsplänen verankert. Trotz dieser erfreulichen Entwicklung sollten wir uns intensiver als bisher über Inhalte und Ziele einer frühen naturwissenschaftlichen Bildung aussprechen, um Fehlentwicklungen zu vermeiden.

¹ Ob es sinnvoller wäre, von einem frühen naturwissenschaftsbezogenen Lernen zu sprechen, sollte noch einmal kritisch reflektiert werden, was aber an dieser Stelle nicht möglich ist.

Zielsetzungen frühen naturwissenschaftsbezogenen Lernens und die Gestaltung von Lernprozessen

Dass frühes naturwissenschaftliches Lernen in hohem Maße multiperspektivisch anzulegen ist, ist weitgehend Konsens:

- Es sollte sowohl zur Orientierung von Kindern in ihrer derzeitig erlebten Welt beitragen, Fragen der Kinder aufnehmen und zu einem besseren Verständnis der die Kinder umgebenden Welt beitragen als auch eine Basis für spätere Ausdifferenzierungen von Kompetenzen bereit stellen.
- Es sollten sowohl motivationale, selbstbezogene² wie auch kognitive Zielsetzungen verfolgt werden.
- Prozessbezogene Kompetenzen (z.B. Beobachten, Fragen stellen, Vermutungen überprüfen, Argumentieren) sind ebenso wie inhaltsbezogene Kompetenzen (z.B. das Verstehen von grundlegenden Konzepten und deren Anwendung) zu entwickeln.
- Die Basis für frühes naturwissenschaftliches Lernen sollte ein breiter Begriff von Scientific Literacy sein, der sich nicht auf die im engeren Sinne naturwissenschaftlichen Bereiche beschränkt, sondern auch technische, soziale und gesellschaftliche Aspekte von Naturwissenschaften umfasst.

Um diese anspruchsvollen Ziele zu erreichen, bedürfen die Lernsituationen einer angemessenen Gestaltung. In Bezug auf die Gestaltung von Lehr-Lernprozessen haben vermehrt Ansätze an Aufmerksamkeit gewonnen, die durch den Gedanken der individuellen und sozialen Wissenskonstruktion gekennzeichnet sind. Mit Rückgriff auf Theorien zur situierten Kognition, zu Conceptual Change und zur Förderung von Interessen sowie auf sozial-kognitive Theorien sollten Lernprozesse

- in für die Lernenden bedeutsamen Kontexten stattfinden
- die Aktivität der Lernenden ermöglichen und fördern
- das Einbringen eigener Vorstellungen ermöglichen
- das Umstrukturieren von Vorstellungen unterstützen und
- kooperatives und reflexives Lernen anregen.

Die Rolle der Lehrkraft wird dabei – in Anlehnung an das Scaffolding Konzept von Wood, Bruner & Ross (1976), Mayer (2004) und an Vygotskis

² Mit selbstbezogenen Zielsetzungen werden Ziele bezeichnet, die sich auf das Erleben von Kompetenz und Selbstwirksamkeit beziehen und zu einem positiven Selbstwertempfinden und einem positiven Fähigkeitsselbstbild beitragen können.

Theorie zur Zone der nächsten Entwicklung (1978) – als anspruchsvolles Verhalten der Unterstützung beschrieben, das Ergebnisse und Erklärungen nicht transmissiv vermittelt, sondern durch kognitive Aktivierungs- und Strukturierungsmaßnahmen Schüler über kooperative Prozesse zur individuellen Wissenskonstruktion anregt (Möller 2006, 2007). Die mit diesen Grundgedanken verbundene Position wird in der Literatur häufig auch als ein an (moderat-)konstruktivistischen Sichtweisen des Lernens orientierter Ansatz bezeichnet, wobei sich der Begriff „konstruktivistisch“ hier auf lernpsychologische Theorien bezieht und nicht mit erkenntnistheoretischen Positionen verwechselt werden darf.

Problematische Entwicklungen

Vermutlich der recht schnellen (Wieder-)Belebung von Ansätzen zum frühen naturwissenschaftlichen Lernen ist eine Reihe von Problemen geschuldet, die im Folgenden aufgezeigt werden sollen. Zwei Beispiele, eines aus dem Primar-, eines aus dem Elementarbereich, sollen genutzt werden, um diese Probleme zu verdeutlichen.

Ein Beispiel aus dem *Primarbereich* zum Thema Schwimmen und Sinken: Im Unterricht sollen in einem ersten Schritt verschiedene Gegenstände wie eine Schere, ein Radiergummi und ein Bleistift auf das Verhalten im Wasser überprüft werden – schwimmen sie oder gehen sie unter? Dabei sollen die Kinder zunächst vermuten, was passieren wird, dann ihre Vermutung überprüfen und das Ergebnis mit der Vermutung vergleichen.

Ihre Ergebnisse tragen sie in eine Tabelle ein. In einem zweiten Schritt wird eine Zusatzaufgabe gestellt, die mit einer Frage beginnt: Große Schiffe sind aus Eisen gebaut und schwimmen doch. Wie ist das möglich? Die Lösung der Frage sollen die Kinder mit Hilfe einer Plastilinkugel finden:

Wenn ihr die Kugel ins Wasser legt, sinkt sie. Plastilin ist also schwerer als Wasser. Wenn ihr die Kugel aber durch Kneten in eine andere Form bringt, schwimmt das Plastilin auf dem Wasser.

Auf dem Kopf stehend wird den Kindern die folgende Erklärung geliefert:

Wenn das Plastilin die Form eines Schiffes erhält, schwimmt es. Es braucht so mehr Platz und verdrängt mehr Wasser. Dadurch wird es stärker vom Wasser nach oben gedrückt.

Ein weiteres Beispiel aus dem *Elementarbereich* zum selben Themenfeld: Kinder sollen zunächst vermuten und dann ausprobieren, von welchen Gegenständen (Stück Holz, kleiner Stein, Zuckerwürfel, Münze, ein Stück Eis

sowie beliebig viele weitere Stoffe) zwei Gummibärchen getragen werden können. Die Aufgabe ist kindgemäß eingekleidet (die Gummibärchen wollen nicht nass werden). Für die Dauer des Versuches werden 25 Minuten vorgeschlagen. Als Lerninhalt wird angegeben, dass es Stoffe gibt, die leichter sind (d.h. eine geringere Dichte haben) als Wasser und andere, die schwerer sind. Als ein weiteres Ergebnis soll erarbeitet werden: Gefrorenes Wasser, also Eis, ist leichter als Wasser. Die dazu notwendigen Erklärungen werden von einer Oma – eingekleidet in eine Geschichte – den Enkelkindern „erzählt“:

Es gibt Stoffe, die leichter sind als Wasser. Gefrorenes Wasser, also Eis, ist leichter als Wasser. Wasser besteht aus Wasserteilchen, diese gehen weiter auseinander, wenn es kalt ist. Dann braucht das Eis mehr Platz. Aber jedes einzelne Wasserteilchen wiegt noch genau soviel wie vorher. „Wenn man ein Stück Eis ausschneidet, das genauso viel Platz wegnimmt wie vorher das Wasser, hat es weniger Teilchen. Deshalb ist es leichter. Und alles, was leichter ist als Wasser, das schwimmt oben.“

Welches Lernverständnis liegt zugrunde?

Analysiert man die impliziten und expliziten Informationen, die in der Erklärung bzw. in der Erzählung enthalten sind, so wird deutlich, dass den Lernenden mit diesen sprachlichen Vorgaben eine Reihe wichtiger Denkoperationen abgenommen werden (vgl. Tab. 1 und 2).

Tabelle 1: Analyse der vorgegebenen Denkprozesse in einer Erklärung zum Schwimmen und Sinken – Beispiel aus dem Primarbereich

Erklärende Aussagen	Vermittelte Vorstellungen
<i>Wenn ich die Kugel ins Wasser lege, sinkt sie. Plastilin ist also schwerer als Wasser.</i>	Vorgabe des Dichtekonzepts sowie der Erklärung des Schwimmens und Sinkens über einen Dichtevegleich
<i>Wenn das Plastilin die Form eines Schiffes erhält, schwimmt es.</i>	Vorgegebene Formulierung einer beobachtbaren Wenn-dann-Beziehung
<i>Es braucht so mehr Platz und verdrängt mehr Wasser.</i>	Vorgabe des Verdrängungskonzeptes
<i>Dadurch wird es stärker vom Wasser nach oben gedrückt.</i>	Vorgabe der Auftriebsvorstellung und Vorgabe des Zusammenhangs: Verdrängung – Auftrieb (je mehr Platz, umso mehr Verdrängung, umso mehr Auftrieb)

Tabelle 2: Analyse der vorgegebenen Denkprozesse in einer Erklärung zum Schwimmen und Sinken – Beispiel aus dem Elementarbereich (die Sätze in der linken Spalte stammen aus einer erzählten „Geschichte“)

Erklärende Aussagen	Vermittelte Vorstellungen
<i>Es gibt Stoffe,</i>	Abstraktion von Gegenständen auf Materialien
<i>die leichter sind als Wasser.</i>	Vorgabe des Dichtebegriiffs und des Dichtevergleichs
<i>Gefrorenes Wasser, also Eis, ist leichter als Wasser.</i>	Vermittlung einer Schlussfolgerung (über Dichtevergleich): Weil Eis schwimmt, ist es leichter als Wasser.
<i>Wasser besteht aus Wasserteilchen,</i>	Teilchen – Modellvorstellung
<i>diese gehen weiter auseinander, wenn es kalt ist.</i>	Teilchenmodell in Bezug auf die Temperatur
<i>Dann braucht das Eis mehr Platz.</i>	Teilchenmodell – Folgerung zur Ausdehnung bei Kälte
<i>Aber jedes einzelne Wasserteilchen wiegt noch genau soviel wie vorher.</i>	Identifizierung von Teilchen mit Gewicht
<i>„Wenn man ein Stück Eis ausschneidet, das genauso viel Platz wegnimmt wie vorher das Wasser, hat es weniger Teilchen. Deshalb ist es leichter.</i>	Vergleich der Teilchenmenge in einem Stück Eis und in gleichviel Wasser. Vorgabe der Schlussfolgerung
<i>Und alles, was leichter ist als Wasser, das schwimmt oben“.</i>	Vorgabe der Generalisierung: Alles, was leichter ist als Wasser...

Kontrastiert man dieses Vorgehen mit unseren Forschungsbefunden, nach denen die Lernenden intensive Lerngelegenheiten benötigen, um Vorstellungen zur Dichte, zur Verdrängung und zum Auftrieb aufzubauen und verstehen zu können, so ist zu vermuten, dass in beiden Beispielsituationen die Informationen zwar verbal vermittelt werden, nicht aber zum Aufbau nachhaltiger Vorstellungen führen können (Möller 2006).

Beide Beispiele sind gekennzeichnet durch

- das Vorgeben von Abstraktionen (es gibt Stoffe...)
- das Vorgeben von Konzepten (Stoffe, die leichter sind als Wasser - Dichte-konzept)

- das Vorgeben von Folgerungen (weil Eis schwimmt, ist es leichter als Wasser)
- das Vorgeben von beobachtbaren Wenn-Dann- bzw. je-desto-Beziehungen
- die mangelnde Berücksichtigung bereits vorhandener Vorstellungen und Vermutungen
- das Zusammenfügen von Teilespekten zu komplexen Erklärungen und
- durch extrem kurze Bearbeitungszeiten.

In beiden Beispielen werden Erklärungen und Vorstellungen vom Schulbuch vermittelt, nicht aber schrittweise und selbstdidaktisch aufgebaut. Trotz der handlungsbezogenen Erarbeitung werden die Lernenden kaum kognitiv aktiviert, da die Denkoperationen im Wesentlichen vorgegeben werden. Der Einbezug des Vorwissens und die Prüfung und Korrektur nicht angemessener Vorstellungen durch die Lernenden hat in einem solchen Unterricht wenig Platz. Insgesamt folgt der skizzierte Unterricht einem transmissiven Verständnis von Lernen, das von der direkten Vermittelbarkeit von Vorstellungen und Begriffen ausgeht, die Lernenden als „empty plate“ betrachtet und die kognitive Aktivierung der Lernenden vernachlässigt.

Welches Wissenschaftsverständnis liegt zugrunde?

Die vorgestellten Unterrichtsbeispiele sind nach folgendem Muster aufgebaut: Die Kinder führen „Experimente“ durch – anschließend geben die Schulbücher oder die Lehrperson die Erklärung. Implizit wird damit das folgende Verständnis transportiert: In Experimenten werden Phänomene gezeigt, die mit Hilfe von nur schwer oder gar nicht verständlichen Theorien durch *Experten* anschließend erklärt werden.

Ein wissenschaftskonformeres Verständnis würde stattdessen zu einem Unterricht anregen, in dem Experimente/Untersuchungen als Befragung der Sache und als aktive Exploration verstanden werden, wobei das Ziel verfolgt wird, eigene Ideen zu überprüfen und angemessenere Vorstellungen aufzubauen. Im angelsächsischen Bereich wird dieser Ansatz als „scientific inquiry“ bezeichnet (Worth & Grollman 2003).

Er arbeitet im Gegensatz zu einem Unterricht, der dem Muster „Versuche durchführen – Erklärungen entgegennehmen“ folgt, am Verstehen von Zusammenhängen, am Erlernen von wissenschaftlichen Methoden wie auch an dem Erlernen von Wissenschaftsverständigkeit. Über ein bloßes Hantieren mit Gegenständen geht er weit hinaus. Ein solcher Unterricht ermöglicht zudem das Erleben von Kompetenz und begünstigt damit den Aufbau eines positiven Fähigkeitsselbstkonzepts. Gelingt es Lehrkräften, den Lernenden

das Gefühl zu vermitteln, dass wirklich jede Idee wichtig ist und ernst genommen werden muss, dass es keine dummen Ideen gibt und dass man aus falschen Ideen viel lernen kann, kommt man einem naturwissenschaftlichen Denken und Arbeiten wesentlich näher als durch das Vermitteln kaum verstehtbarer Erklärungen.

Welche Lernsituationen eignen sich für welche Bildungsbereiche?

Vergleicht man beide Beispiele, so fällt auf, dass das Beispiel aus dem Elementarbereich sich nur wenig von dem Beispiel aus dem Grundschulbereich unterscheidet. Zwar wird die Aufgabe in dem Beispiel für den Elementarbereich in eine kindgemäße „Geschichte“ eingekleidet; im kognitiven Anspruch liegt es aber sogar noch über den Anforderungen des Beispiels für den Primarbereich. Eine Orientierung an einem schrittweisen Aufbau von Kompetenzen, d.h. an einer allmählichen, aufeinander aufbauenden Entwicklung von Fähigkeiten mit zunehmend höherem Anspruch, ist hierbei nicht zu erkennen.

Fazit

Zugegeben: Beide Beispiele sind vielleicht nicht gerade typisch für das auf dem Markt befindliche Angebot zum frühen naturwissenschaftlichen Lernen. In vielen Materialien ist jedoch ein recht sorgloser Umgang mit Erklärungen und Begriffen festzustellen. Ob Kinder solche Lernprozesse bereits vollziehen können, welche Voraussetzungen dafür notwendig wären, wie Lerngelegenheiten gestaltet werden müssten und wie Kinder zu unterstützen wären, um selber Beobachtungen und Zusammenhänge zu erfassen, bleibt häufig außer Acht. Eine größere Vorsicht im Anbieten fertiger Erklärungen und eine stärkere Ausrichtung an einem konstruktiven Aufbau von Vorstellungen und Fähigkeiten wären in vielen Fällen angebracht.

Und: Viele Angebote für den Elementarbereich unterscheiden sich kaum von Angeboten für den Grundschulbereich, was eine Überforderung in dem einen oder eine Unterforderung in dem anderen Bereich bedeutet, unnötige Doppelungen mit sich bringen kann und einen allmählichen Aufbau von Kompetenzen vernachlässigt.

Wie wir im Elementarbereich ein naturwissenschaftliches Lernen sinnvoll vorbereiten können, an dem das weitere Lernen in der Grundschulzeit und das anschließende Lernen in der weiterführenden Schule anknüpfen könnte, ist noch eine weitgehend unbeantwortete Frage. Anders als in anderen Ländern, wie z.B. in England, Kanada, den USA und der Schweiz, fehlt in Deutschland trotz einiger Ansätze bisher ein schulstufenübergreifendes Kon-

zept zur Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenzen. Dieses zu entwickelnde Konzept bedarf der normativen Begründung von wünschenswerten Kompetenzen, der Erforschung erreichbarer Ziele unter Berücksichtigung der Denk- und Lernmöglichkeiten wie auch der Interessen von Kindern sowie der Erforschung eines kumulativen Aufbaus von Kompetenzen.

Notwendig ist also die forschungsbasierte Entwicklung eines schulstufenübergreifenden Curriculums, das stärker als bisher zwischen dem Elementarbereich, dem Primarbereich und der weiterführenden Schule differenziert, die Übergänge zwischen den Bildungsbereichen in den Blick nimmt, prozess- und inhaltsbezogenes Lernen berücksichtigt, eine multikriteriale Zielsetzung verfolgt und an dem konstruktiven Aufbau von Kompetenzen orientiert ist. Gelingt es uns nicht, diese Aufgaben mit langem Atem anzugehen, so sollten wir nicht verwundert sein, wenn die verbreitete Akzeptanz, die das frühe naturwissenschaftliche Lernen zur Zeit erfährt, wie schon einmal – in den 70er Jahren – bald wieder in das Gegenteil umschlägt (Möller 2001).

Literatur

- Mayer, R. (2004): Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist*. 59, 14–19.
- Möller, K. (2001): Lernen im Vorfeld der Naturwissenschaften – Zielsetzungen und Forschungsergebnisse. In: Köhnlein, Walter & Schreier, Helmut (Hrsg.): *Innovation Sachunterricht – Befragung der Anfänge nach zukunftsfähigen Beständen*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt (= *Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts*. Bd. 4), S. 275-298.
- Möller, K. (2006): Naturwissenschaftliches Lernen in der Grundschule: Eine (neue) Herausforderung für den Sachunterricht? In: Hanke, Petra (Hrsg.): *Grundschule in Entwicklung. Herausforderungen und Perspektiven für die Grundschule heute*. Münster: Waxmann, S. 107-127.
- Möller, K. (2007): Naturwissenschaftlicher Sachunterricht. Kindern beim Erlernen von Naturwissenschaften helfen. In: *Grundschulmagazin*. 1/07, S.8-10.
- Vygotsky, L. (1978): *Mind and society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wood, D., Bruner, J.S. & Ross, G. (1976): The role of tutoring in problem solving. *Journal of Psychology and Psychiatry*. 17.
- Worth, K. & Grollman, S. (2003): Worms, Shadows, Whirlpools. *Science in the Early Childhood Classroom*, S. 17-23.