

- Scherer, P./van den Heuvel-Panhuizen, M./van den Boogaard, S. 2007: Einsatz des Bilderbuchs „fünfter sein“ bei Kindergartenkindern – Erste Ergebnisse eines internationalen Vergleichs. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2007. Hildesheim: Franzbecker, S. 921–924.
- Schmassmann, M./Moser Opitz, E. 2007: Heilpädagogischer Kommentar zum Schweizer Zahlenbuch 1. 2. überarbeitete Auflage. Zug: Klett und Balmer.
- Schmassmann, M./Moser Opitz, E. 2008: Heilpädagogischer Kommentar zum Schweizer Zahlenbuch 2. 2. überarbeitete Auflage. Zug: Klett und Balmer.
- Sörensen Criblez, B./Wannack, E. 2006: Lehrpersonen für vier- bis achtjährige Kinder – zwischen Tradition und Innovation. In: Beiträge zur Lehrerbildung 24 (2), S. 177–182.
- Steinweg, A. S. 2000: Zur Entwicklung des Zahlenmusterverständnisses bei Kindern. Epistemologisch-pädagogische Grundlegung. Münster: LIT.
- Van Hiele, P.M. 1986: Structure and insight. A theory of mathematics education. Orlando: Academic Press.
- Waldow, N./Wittmann, E. Ch. 2001: Ein Blick auf die geometrischen Vorkenntnisse von Schulanfängern mit dem mathe 2000-Geometrie-Test. In: W. Weiser/B. Wollring (Hrsg.), Beiträge zur Didaktik der Mathematik für die Primärstufe. Hamburg: Dr. Kovač, S. 247–261.
- Weinhold Zulauf M./Schweizer, M./von Aster, M. 2003: Das Kindergartenalter: Sensitive Periode für die Entwicklung numerischer Fertigkeiten. In: Kindheit und Entwicklung 12, S. 222–230.
- Weißhaupt, S./Peucker, S. 2009: Entwicklung arithmetischen Vorwissens. In: A. Fritz/G. Ricken/S. Schmidt (Hrsg.), Rechenschwäche. Lernwege, Schwierigkeiten und Hilfen bei Dyskalkulie. 2. überarbeitete und ergänzte Auflage. Weinheim: Beltz, S. 52–76.
- Wittmann, E. Ch. 1995: Aktiv-entdeckendes und soziales Lernen im Rechenunterricht. In: G. N. Müller/E. Ch. Wittmann, Mit Kindern rechnen. Frankfurt/Main: Arbeitskreis Grundschule, S. 10–41.
- Wittmann, E. Ch./Müller, G. N. (Hrsg.) 2004a: Das Zahlenbuch 1. Lehrerband. Leipzig: Klett und Balmer.
- Wittmann, E. Ch./Müller, G. N. 2009: Das Zahlenbuch Frühförderprogramm. Stuttgart: Klett.

Kornelia Möller, Mirjam Steffensky

Naturwissenschaftliches Lernen im Unterricht mit 4- bis 8-jährigen Kindern

Kompetenzbereiche frühen naturwissenschaftlichen Lernens

Seit einiger Zeit wird das naturwissenschaftliche Lernen von jüngeren Kindern wieder verstärkt diskutiert. Auslöser hierfür sind unter anderem die Debatte in Folge der internationalen Schulvergleichsstudien, aber auch der (fehlende) Nachwuchs an Naturwissenschaftlern und -wissenschaftlerinnen und Ingenieuren und Ingenieurinnen. Bildungspläne verschiedener Länder und die internationale Fachdiskussion orientieren sich dabei an dem Bildungskonzept *scientific literacy*, also dem Konzept einer naturwissenschaftlichen Grundbildung, die ein lebenslanges anschlussfähiges Lernen ermöglicht. Eine solche Grundbildung soll Menschen befähigen, eine stark von Naturwissenschaften und Technik geprägte Welt zu verstehen und diese verantwortlich mitzugestalten (Bybee 1997; Prenzel 2000; Prenzel et al. 2001). Insbesondere im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung und die drängendsten Umweltprobleme sind naturwissenschaftliche und technische Kompetenzen von zentraler Bedeutung. Naturwissenschaften werden dementsprechend neben Sprache und Mathematik als ein zentraler und notwendiger Bestandteil einer modernen Bildung angesehen.

Eine naturwissenschaftliche Grundbildung im Sinne von *scientific literacy* bezieht sich auf zwei große Wissensbereiche, nämlich auf das naturwissenschaftliche Wissen sowie das Wissen über Naturwissenschaften (Norris/Phillips 2003; OECD 2006). Dabei wird „Wissen“ neueren lerntheoretischen Ansätzen gemäß nicht auf ein Wissen von Fakten beschränkt, sondern als ein Wissen definiert, das von Lernern verstanden wurde und diese in die Lage versetzt, es anzuwenden, zu reflektieren wie auch kompetent zu handeln.¹ Das „naturwissenschaftliche Wissen“ umfasst das Verständnis zentraler naturwissenschaftlicher Konzepte, wie zum Beispiel Auftrieb; der Bereich „Wissen über Naturwissenschaften“ bezieht sich dagegen auf ein Wissen über naturwissenschaftliche Methoden – also auf ein Verständnis typischer Denk- und Arbeitsweisen – wie auch auf das sogenannte Wissenschaftsverständnis (*nature of science*), wozu ein Wissen über Ziele, Grenzen und Vorgehensweisen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung wie auch ein Wissen über die Rolle der Naturwissenschaften in unserer Gesellschaft und das Verhältnis zwischen Naturwissenschaften und Technik gehören (Duit/Häussler/Prenzel 2001).

Neben diesen beiden Bereichen gehören zu einer naturwissenschaftlichen Grundbildung auch reflektierte Einstellungen und Haltungen gegenüber den Naturwissenschaften sowie die Bereitschaft und das Interesse, sich mit naturwissenschaftlichen

¹ Diese Unterscheidung wurde auch in großen Large-Scale-Untersuchungen aufgenommen: So umfassen die kognitiven Anwendungsbereiche zum Beispiel in der TIMSS-Studie 2007 neben dem Reproduzieren von Fakten auch das Anwenden und Problemlösen (Bos et al. 2008).

Themen auseinanderzusetzen (Gräber et al. 2002). Dies ist grundlegend, um an naturwissenschaftsbezogenen gesellschaftlichen Fragestellungen zu partizipieren, aber auch, um sich neue Sachverhalte zu erarbeiten und weiterzulernen, da hierfür eine positive innere Bereitschaft zu Auseinandersetzung unterstützend oder sogar erforderlich ist (Renninger 1998).

Dass man bereits mit Kindern von 4 bis 8 Jahren mit dem Aufbau einer naturwissenschaftlichen Grundbildung beginnen sollte, ist heute unumstritten, wenn auch die Motive der Befürworter variieren. Über die Ziele der frühen Förderung in den ersten Bildungsjahren gibt es inzwischen einen weitgehenden Konsens (Möller 2002; Steffensky 2008).¹ Sie werden in Anlehnung an das oben beschriebene Konzept von scientific literacy beschrieben, sind multikriterial angelegt und beziehen sich auf:

- ▶ ein anschlussfähiges konzeptuelles Wissen, das zum Deuten von naturwissenschaftlichen Phänomenen genutzt werden kann
- ▶ ein beginnendes Verständnis naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen und die Fähigkeit, diese anzuwenden
- ▶ ein beginnendes Verständnis von Wissenschaft und wissenschaftlichem Arbeiten
- ▶ Interesse am Nachdenken über Naturphänomene
- ▶ Selbstvertrauen in die eigenen Fähigkeiten, etwas herausfinden und verstehen zu können

Was bedeutet das nun umgesetzt auf den Bereich der naturwissenschaftsbezogenen Frühförderung?

Lernen als konzeptuelle Veränderung. Wenn es in Bezug auf ein inhaltliches Basiswissen darum geht, Kindern das Verstehen alltäglicher Phänomene zu ermöglichen, darf nicht die „Vermittlung“ von Erklärungen im Vordergrund stehen. Kinder haben aufgrund von Erfahrungen in der Alltagswelt bereits eine Reihe von naiven Konzepten entwickelt, die sie zur Interpretation von Phänomenen in der Welt heranziehen (vgl. auch Saalbach et al. in diesem Band). Zum Beispiel glauben viele Kinder, dass Luft entscheidend ist, damit etwas schwimmt, weil sie bereits viele Situationen erlebt haben, in denen Gegenstände mit Luft besonders gut schwimmen (Schwimmflügel, Luftmatratzen, Schwimmtiere und so weiter). In vielen Fällen sind diese Vorstellungen allerdings nicht vereinbar mit wissenschaftlichen Erklärungsmodellen; häufig sind sie so stark verwurzelt, dass sie sogar traditionelle Formen des naturwissenschaftlichen Unterrichts überdauern (Wandersee/Mintzes/Novak 1994; Duit 1999). Naturwissenschaftliches Lernen erfordert häufig eine fundamentale Umstrukturierung von naiven Vorstellungen in belastbare, wissenschaftlich begründete Konzepte (zum Beispiel

¹ Die frühe Förderung naturwissenschaftlichen Denkens war bereits in den 1970er Jahren Bestandteil internationaler Curricula. Eine falsch verstandene Wissenschaftsorientierung und eine Vernachlässigung kindlicher Denkweisen und Interessen drängte jedoch nicht nur in Deutschland naturwissenschaftliche und technische Themen wieder aus den Lehrplänen heraus – erst das wieder erwachende Interesse an einer frühen naturwissenschaftlichen Förderung führte zur Wiederaufnahme entsprechender Themen in die Lehrpläne (Möller 2002).

Vosniadou et al. 2001; diSessa 2006). Allerdings gehen wir heute – aufgrund vorliegender Forschungsergebnisse – davon aus, dass es nicht um einen abrupten Wechsel zwischen naiven und wissenschaftlichen Vorstellungen geht, sondern vielmehr um einen graduellen Prozess, der Phasen mit sogenannten Zwischenvorstellungen beinhalten kann (Vosniadou/Baltas/Vamvakoussi 2007). Treagust/Duit (2008) schlagen deshalb vor, den verbreiteten Begriff des Konzeptwechsels durch die Bezeichnung „konzeptuelle Umstrukturierung“ (conceptual reconstruction) zu ersetzen. Konzeptuelle Entwicklung verstehen wir demnach heute als einen längeren Prozess, in dem fragmentarische oder auch falsche Vorstellungen über Zwischenvorstellungen mit noch eingeschränkter Erklärungsmächtigkeit allmählich hin zu wissenschaftlichen Vorstellungen entwickelt werden. Dabei bestehen falsche Vorstellungen, Zwischenvorstellungen und wissenschaftliche Konzepte häufig auch nebeneinander – selbst Erwachsene greifen je nach Situation auf wissenschaftliche oder sogenannte Alltagsvorstellungen zurück. Der Prozess der Umstrukturierung kann bereits im Unterricht mit 4- bis 8-jährigen Kindern begonnen werden, auch wenn das Niveau der wissenschaftlichen Vorstellungen erst später erreicht wird.

Ergebnisse der Conceptual-Change-Forschung (zum Beispiel Vosniadou et al. 2001; Hardy et al. 2006) legen nahe, dass der Prozess der graduellen Veränderung von Vorstellungen von den Lernenden *aktiv* vollzogen werden muss – eine Weiterentwicklung von Konzepten findet dann statt, wenn die Lernenden durch aktiven Umgang mit Phänomenen die Grenzen ihrer Vorstellungen erkennen und zu einer Deutung gelangen, die mit Beobachtungen übereinstimmt. Nicht das Vermitteln wissenschaftlicher Konzepte sollte deshalb Ziel frühen naturwissenschaftsbezogenen Lernens sein, sondern das graduelle Verändern kindlicher Deutungen in Richtung adäquaterer Vorstellungen.

Ein entsprechender – häufig auch als „konstruktivistisch orientiert“ bezeichneter – Unterricht (Gerstenmaier/Mandl 1995; Reinmann-Rothmeier/Mandl 2001) muss dementsprechend Lerngelegenheiten schaffen, in denen die Lernenden eigene Vermutungen aufstellen, Erprobungen beziehungsweise Überprüfungen durchführen, Beobachtungen anstellen und Schlüsse ziehen, um Vorstellungen entwickeln, überprüfen und verändern zu können (Möller et al. 2006; Möller 2007).

Ein Beispiel hierzu: Wenn Kinder glauben, das Wasser in einem aufgestellten Aquarium sei weniger geworden, weil es jemand weggenommen habe oder weil die Fische es getrunken haben, sollten die Kinder Gelegenheit haben, Wasser in einem Behälter über längere Zeit zu beobachten. Gemeinsam wird überlegt, ob es wirklich daran liegt und wie man das überprüfen könnte. Möglichkeiten werden diskutiert und umgesetzt (zum Beispiel Wasser ohne Fische, Netz darüber spannen). Als Lernergebnis formulieren die Kinder im Elementarbereich (zwischen 4 und 6 Jahren) vielleicht: Das Wasser wird auch weniger, wenn es niemand wegnimmt – es verschwindet, es wird unsichtbar, es geht in die Luft. Im Primarbereich (Kinder zwischen 6 und 8 Jahren) stellen sie dann durch Versuche fest, dass Wasser schneller verdunstet, wenn man das Wasser erwärmt, eine größere Oberfläche schafft oder Wind zuführt, auch dass Wasser

aus der Luft an kälteren Gegenständen wieder sichtbar gemacht werden kann. Erst später wird das eigentliche Konzept der Verdunstung – dass Wasserteilchen als gasförmige Wasserteilchen in die Luft gehen, dort also noch immer als Wasser(teilchen) vorhanden sind – erarbeitet.

Im Elementarbereich geht es vor allem darum, Phänomene wahrzunehmen, zu beobachten, eigene Vorstellungen zu entwickeln beziehungsweise bewusst zu machen, diese zu überprüfen und erste Schlussfolgerungen daraus zu ziehen, um so Konzepterweiterungen und Umstrukturierungen vorzubereiten. Im Primarbereich können diese – auf Erfahrungen basierenden Vorstellungen – aufgegriffen und weiter differenziert und ergänzt werden.

„Wissen über Naturwissenschaften“ erwerben. Im Hinblick auf das Wissen über Naturwissenschaften erscheinen für das frühe naturwissenschaftliche Lernen zwei Aspekte besonders wichtig. Zum einen geht es um eher wissenschaftstheoretische Fragen, zum Beispiel, warum Wissenschaftler forschen und wie sie zu ihren Erkenntnissen kommen (vgl. Grygier/Günther/Kircher 2007). Des Weiteren gehört zur naturwissenschaftlichen Kompetenz im Sinne von scientific literacy auch das Erlernen und Reflektieren von Denk- und Arbeitsweisen. Zu den naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen gehören zum Beispiel das

- ▶ Beobachten und Messen,
- ▶ Vergleichen und Ordnen,
- ▶ Erkunden und Experimentieren,
- ▶ Vermuten und Prüfen,
- ▶ Diskutieren und Interpretieren,
- ▶ Modellieren und Mathematisieren,
- ▶ Recherchieren und Kommunizieren (Duit et al. 2004; Mikelsis-Seifert/Gromadecki 2006).

Diese Auflistung ist nicht als festgelegte Abfolge zu verstehen, und sie bildet auch keine Entwicklung zunehmender Komplexität oder Schwierigkeit oder Wichtigkeit ab. Auch bedingen und umfassen sich die Denk- und Arbeitsweisen gegenseitig – Beobachtungen sind beispielsweise geprägt von den eigenen mentalen Modellen und Erwartungen: Experimentieren ist nicht möglich, ohne zu beobachten, zu vermuten, zu prüfen und zu interpretieren.

Um diese typischen Denk- und Arbeitsweisen zu erlernen und in ihrer Bedeutung zu erfassen, reicht es in der Regel nicht aus, diese im Unterricht einzuführen und anwenden zu lassen, sondern sie müssen auch explizit zum Thema von Unterricht gemacht werden. Das Experimentieren zum Beispiel wird nicht erlernt, indem die Lernenden eine vorgegebene Abfolge von Handlungsschritten ausführen. Vielmehr muss im Gespräch ein Verständnis darüber entwickelt werden, wie Experimente aufgebaut sind und was man zum Beispiel tun muss, um Variablen systematisch zu kontrollieren. Auch hier kann mit einfachen Aufgaben im Kindergarten begonnen werden: zum Beispiel kann mit den Kindern darüber gesprochen werden, was es heißt, etwas zu ver-

muten und zu überprüfen. Einfache Fragen, wie zum Beispiel: „Was kann man tun, damit Eis schneller schmilzt?“, können als Ausgangspunkt dienen, um Kinder bereits im Kindergarten vermuten, erkunden, probieren, diskutieren und interpretieren zu lassen.

Entwicklung von Interesse fördern und Kompetenzerleben ermöglichen. Keineswegs nachrangig zu diesen beiden Kompetenzbereichen sind die motivationalen Ziele des frühen naturwissenschaftlichen Lernens, die im Unterricht angestrebt werden sollen. Gerade im Hinblick auf die Förderung von Mädchen ist es zum Beispiel entscheidend, das Selbstvertrauen in eigene naturwissenschaftliche Fähigkeiten zu unterstützen, um dem bei Mädchen besonders stark abnehmenden Interesse an den sogenannten harten Naturwissenschaften entgegenwirken zu können. Dabei geht es nicht darum, besonders beeindruckende Experimente durchzuführen, die eine in der Regel nur kurzfristige Motivation hervorrufen, sondern vielmehr darum, Lerngelegenheiten anzubieten, in denen Schülerinnen und Schüler gezielt und individuell unterstützt werden, eigenen Ideen und Vermutungen nachzugehen und ihr Wissen zu erweitern, um so längerfristig Selbstvertrauen in die eigenen Fähigkeiten und Interesse an Naturwissenschaften zu entwickeln. Dass es durchaus möglich ist, lernwirksame und motivationsfördernde Lernumgebungen zu gestalten, konnten wir in einer Unterrichtsstudie zeigen (Möller et al. 2006).

Wie soll ein früher Erwerb naturwissenschaftsbezogener Kompetenzen gestaltet werden?

Obwohl sich Bezeichnungen, Anzahl und Gliederung der beschriebenen Kompetenzbereiche naturwissenschaftlicher Früherziehung in verschiedenen Ansätzen unterscheiden, besteht bezüglich der genannten Bereiche große Einigkeit. Die Frage, wie Lernsituationen in den verschiedenen Altersgruppen gestaltet werden sollten, um einen kontinuierlichen Aufbau von Kompetenzen zu erreichen, und wie die beschriebenen Dimensionen naturwissenschaftlicher Kompetenz dabei berücksichtigt werden können, wird dagegen unterschiedlich beantwortet.

Einige der heute vorliegenden Ansätze für eine naturwissenschaftliche Früherziehung konzentrieren sich auf das Erarbeiten von Denk- und Arbeitsweisen, während konzeptuelles und inhaltliches Lernen in den Hintergrund rückt.¹ Wir meinen dagegen, dass das inhaltliche Lernen mit dem Erwerb von Denk- und Arbeitsweisen verknüpft werden sollte, um bedeutungsvolles Lernen zu ermöglichen und ein „Stricken ohne Wolle“ zu vermeiden. Auch das Ziel, Kinder für das Erforschen von Phänomen aus Natur und Technik zu interessieren, sollte nicht isoliert vom inhaltlichen Lernen und vom Erlernen von Denk- und Arbeitsweisen erfolgen. Naturwissenschaftliches Lernen sollte deshalb multikriterial konzipiert werden – auch im Elementar- und Primarbereich.

¹ Einen ähnlichen Ansatz hatte das amerikanische Curriculum Science – A Process Approach aus den 1960er Jahren, das auch in Deutschland umgesetzt wurde. Der mangelnde Inhaltsbezug wurde später stark kritisiert, da den Lernenden der Sinn der Lernprozesse nicht hinreichend deutlich wurde (Soostmeyer 1978).

Ein weiteres Problem stellt die mangelnde Stufengemäßheit mancher Ansätze für frühes naturwissenschaftliches Lernen dar. So werden Kindergartenkinder mit gleichen Erklärungen wie in der Primarstufe konfrontiert, ohne die unterschiedlichen Voraussetzungen im Denken der Kinder zu berücksichtigen. Auch fehlt es an der Abstimmung der Bildungsinhalte untereinander: Häufig werden in der Grundschule die gleichen Phänomene und Versuche mit den fast gleichen Erklärungen wie im Elementarbereich angeboten – es mangelt dabei an einem aufeinander aufbauenden Curriculum.

Sowohl in Bezug auf die Entwicklung eines konzeptuellen Verständnisses wie auch in Bezug auf die Entwicklung eines Methoden- und Wissenschaftsverständnisses plädieren wir für ein sequentiell aufeinander aufbauendes Curriculum, das die Denk- und Arbeitsweisen in der jeweiligen Bildungsstufe berücksichtigt, Verfrühungen und Überforderungen vermeidet und an die jeweils vorangegangenen Lernprozesse anknüpft.

Aufbau naturwissenschaftlicher Kompetenzen am Beispiel Magnetismus

An dem Beispiel „Magnetismus“¹ möchten wir aufzeigen, wie die genannten Kompetenzbereiche gemeinsam berücksichtigt und Themen sowohl inhaltlich als auch auf Denk- und Arbeitsweisen bezogen bearbeitet werden können.

Das Thema „Magnetismus“ wird in vielen Bildungsplänen sowie Unterrichtsmaterialien für den Elementar-, den Primar- und auch den Sekundarbereich vorgeschlagen. Als Unterrichtsgegenstand ist es geeignet,

- ▶ weil Kinder mit dem Phänomen des Magnetismus im Alltag häufig in Berührung kommen (Spielzeugmagnete, Haftmagnete an Pinnwänden, Taschen und Schuhen, Magnete in Schmückbändern und so weiter),
- ▶ weil Kinder die unsichtbare Wirkung des Magneten faszinierend finden und sehr motiviert sind, die Wirkungen von Magneten zu erkunden,
- ▶ weil aus chemischer Perspektive an diesem Thema der grundlegende Begriff „Stoff“/„Material“ erarbeitet werden kann und Eigenschaften verschiedener Materialien miteinander verglichen werden können (magnetische Gegenstände/Materialien und nicht magnetische Gegenstände/Materialien),
- ▶ weil aus physikalischer Perspektive die magnetische Kraft als Fernwirkung thematisiert werden kann,
- ▶ weil ein Verständnis der magnetischen Wirkung bei Dauermagneten ein späteres Erarbeiten des Elektromagnetismus wie auch des Konzepts des Feldes erleichtert,

¹ Dieses Thema wird derzeit von einem größeren Team, zu dem neben den beiden Autorinnen auch Ilonca Hardy, Claudia von Aufschnaiter, Rita Wodzinski, Hans-Peter Wyssen, Anja Hirschmann und Ingrid Nachtigall gehören, untersucht. Ziel ist es, forschungsbasiert vom Elementar- bis zum Sekundarbereich aufeinander aufbauende, sowohl inhaltlich wie auch methodisch ausgerichtete, motivierende Lernsequenzen zu entwickeln. Die im Folgenden dargestellten Vorschläge gehen auch auf die Arbeit in dieser Gruppe zurück.

- ▶ weil das Thema das selbständige Explorieren und Entdecken mit relativ einfachen Mitteln ermöglicht und sich deshalb zum systematischen Entwickeln naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen eignet.

Das Thema ist dabei durchaus herausfordernd: Viele Kinder haben zum Beispiel Schwierigkeiten, die Kraftwirkung von Magneten zu verstehen, da sie von einer Zaubervirkung ausgehen. Sie glauben zudem, dass die magnetische Wirkung mit der Zeit verschwindet und dass die Größe eines Magneten für seine Kraftwirkung verantwortlich sei. Auch die Vorstellung, dass die magnetische Wirkung eine Materialeigenschaft ist und nicht ursächlich mit der Funktion eines Gegenstands zusammenhängt („der Magnet ‚klebt‘, weil er am Kühlschrank kleben will“), ist nicht allen Kindern unmittelbar einleuchtend. Zudem erfordert die Unterscheidung von Gegenstands- und Materialeigenschaften schon ein deutliches Abstraktionsvermögen.

Das Thema „Magnetismus“ mit 4- bis 6-jährigen Kindern. Nach unserer Erfahrung kennen die meisten Kinder dieses Alters Magnete, so dass man bereits auf diesen Erfahrungen aufbauen kann. So äußern sie spontan beim Anblick eines Magneten, zum Beispiel im Rahmen eines stummen Impulses zu Beginn einer Lerneinheit, dass dieser etwas anziehen kann, wobei sie die anziehende Wirkung von Magneten mit Begriffen wie „kleben“, „hängenbleiben“, sich „magneten“ bezeichnen – Begriffe, die durchaus zunächst weiter verwendet werden können. Zentrale Fragen, die mit den Kindern dieser Altersstufe in einer Lerneinheit erarbeitet werden können, sind:

- ▶ Was wird von Magneten angezogen?
- ▶ Wirkt die magnetische Anziehung auch durch etwas hindurch, zum Beispiel ein Stück Papier, einen Handschuh oder einen Tisch?
- ▶ Was passiert, wenn man zwei Magnete zusammenbringt?

Ein schöner Einstieg in das Thema „Magnetismus“ ist eine explorative Untersuchung mit dem Ziel herauszufinden, welche Gegenstände von Magneten angezogen werden. Hierbei sollten unterschiedlich aussehende und nicht mit Standardfarben gekennzeichnete Magnete aus dem alltäglichen Leben verwendet werden (zum Beispiel Pinnwand-Scheibenmagnete). Wichtig ist es, mit den Kindern ihre Erkundungen auch zu besprechen, indem man sie auffordert, die Magnete und die beobachteten Wirkungen zu vergleichen und zu beschreiben (zum Beispiel: „die Magnete sind nicht gleich stark“, „sie klacken nicht gleich doll auf die Sachen“). Hierbei lernen die Kinder, etwas zielgerichtet zu erkunden, zu beobachten und sich dabei miteinander auszutauschen, das Beobachtete anschließend in Worte zu fassen und daraus erste Vermutungen abzuleiten.

Die untersuchten Gegenstände werden anschließend in zwei Gruppen unterteilt (werden angezogen/werden nicht angezogen) und näher beschrieben: Welche Gegenstände werden angezogen, welche nicht? Was haben die Gegenstände gemeinsam, die angezogen werden? Die Kinder erkennen mit Unterstützung, dass nur metallische Gegenstände, allerdings nicht alle, von einem Magneten angezogen werden. Hier wird also das Vergleichen und Ordnen geübt. Dabei wird ein sehr wichtiger

Lernschritt vorbereitet: die Differenzierung zwischen einem Gegenstand und dem, woraus der Gegenstand gemacht ist beziehungsweise besteht. Allerdings wird der Begriff „Stoff“ oder „Material“ erst in der Grundschule eingeführt, da er häufig aufgrund seiner Alltagsbedeutung als Stoff im Sinne von Textilien eher verwirrend ist. Eine Differenzierung in die magnetischen Metalle Eisen, Kobalt und Nickel und andere Metalle erscheint uns für diese Altersstufe ebenfalls noch zu früh, zumal die Metalle Kobalt und Nickel den Kindern nicht geläufig sind. Manche Kinder kennen jedoch bereits das Metall Eisen und wissen auch, dass dieses von Magneten angezogen wird. Dieser Begriff kann deshalb leicht eingeführt werden. Ein gutes (Gegen-) Beispiel, mit dem die Kinder herausfinden können, dass nicht alle Metalle magnetisch sind, ist Aluminium, zum Beispiel von einem Teelicht-Schälchen, das viele Kinder bereits kennen und das leicht zu beschaffen ist. Auch Gold und Silber kennen viele Kinder bereits – hier können gegebenenfalls Erzieherinnen und Erzieher demonstrieren, dass auch diese Metalle nicht angezogen werden. Die Kinder lernen in dieser Sequenz Gegenstände nach einem Kriterium zu ordnen sowie Ergebnisse zu dokumentieren, indem sie ihre Ergebnisse zum Beispiel durch Zeichnungen oder in einer Tabelle darstellen.

Aufbauend auf diesen Erfahrungen der Kinder kann dann untersucht werden, ob die Anziehungskraft auch durch etwas hindurch wirkt. Als Einstieg kann zum Beispiel ein Gegenstand gezeigt werden, der scheinbar wie von selbst über eine Pappe wandert. Um diesen Trick vorzuführen, kann man Spielzeuge, wie zum Beispiel Plastikinsekten mit einem Eisenplättchen, nutzen, die man mit einem Magneten über den Tisch „krabbeln“ lässt. Die Kinder sind oft verblüfft, dass die magnetische Anziehung durch die Pappe hindurch wirkt. Deshalb ist es besonders wichtig, dass sie im Folgenden vielfältige Möglichkeiten erhalten, den Effekt zu wiederholen und auszuprobieren, ob das auch bei anderen Dingen klappt, wie dick die Dinge sein dürfen und ob das bei allen Sachen geht. An dieser Stelle kann auch das vorhergehende Vermuten im gemeinsamen Gespräch bewusst geübt werden: Ist es egal, wie dick die Schicht ist? Geht das auch bei einem dicken Tisch aus Holz? Was wäre, wenn der Käfer nur aus Plastik wäre und kein Eisenplättchen hätte? Anschließend benötigen die Kinder ausgiebig Gelegenheit, ihre Vermutungen mithilfe verschiedener Materialien selbst zu überprüfen und die Versuche zu variieren (zum Beispiel durch Papier, mehrere Blätter Papier, eine Spielkarte, eine Holzplatte, ein Geschirrhandtuch, einen Teller, einen Tisch). Zurück im Gesprächskreis berichten sie über ihre Entdeckungen und finden gemeinsam heraus, dass das Durchwirken nur klappt, wenn die Schicht dazwischen nicht zu dick ist. Zum Abschluss kann man den Kindern zum Beispiel ein Glas mit Wasser und einem Eisenteilchen zeigen, von dem die Kinder wissen, dass es von einem Magnet angezogen wird (zum Beispiel Büroklammer, Stecknadeln, 1-Cent-Stück), und sie fragen, wie man den Gegenstand aus dem Glas herausbekommen kann, ohne sich die Finger nass zu machen. Nun können die Kinder aufgrund ihrer gemachten Erfahrungen zum Durchwirken Ideen entwickeln und ausprobieren; dabei lernen sie, dass Magnete auch durch Wasser wirken – weitere

Flüssigkeiten könnten entsprechend untersucht werden. In dieser Sequenz steht das Vermuten, Überprüfen, Probieren, Variieren, Beobachten und Interpretieren im Vordergrund.

Bei den beiden beschriebenen Fragestellungen und Versuchen stand die magnetische Anziehung zwischen eisenhaltigen Gegenständen und Magneten im Vordergrund. Viele Kinder wissen aber auch von Spielzeugeisenbahnen, die mit Magneten aneinandergehängt sind, dass nicht alle Enden sich anziehen, sondern manche sich abstoßen. Deshalb ist es sinnvoll, auch diese Wirkung zu untersuchen. Dabei erscheinen uns die Begriffe „Nord-“ und „Südpol“ für diese Altersstufe zu abstrakt und eher verwirrend. Außerdem könnten sich durch die unverstandene Verwendung dieser Begriffe nur schwer wieder zu beseitigende Fehlkonzepte bilden. Wesentlich ist dagegen, dass die Kinder durch eigenes Hantieren mit verschiedenen Magneten erfahren, dass zwei Magnete sich sowohl anziehen wie auch abstoßen können.

Als Ausgangspunkt könnten zwei Spielzeugbahnen genutzt werden, die sich einmal abstoßen beziehungsweise anziehen. Im Gespräch über diese Beobachtung wirft die Erzieherin die Frage auf, ob das nur bei Eisenbahnen so sei. Die Kinder erhalten anschließend die Gelegenheit, verschiedene Magnete zusammenzubringen – zum Beispiel die Magnete des bekannten Fische-Angelspiels, Magnete in Ketten und Pinnwand-Magnete, die aus der Plastikhülle „befreit“ wurden (oder Scheibenmagnete). Falls vorhanden, könnten an dieser Stelle nun auch unmarkierte Stabmagnete näher untersucht werden. Die Stellen mit der deutlichsten anziehenden beziehungsweise abstoßenden Wirkung sind nicht immer gleich positioniert – bei Stabmagneten befinden sie sich in der Regel jeweils an den Enden der Stäbe. Sollte es Kinder geben, die bereits die Begriffe „Nordpol“ und „Südpol“ kennen und sie in das Gespräch einbringen, so kann man diesen Kindern zwei markierte Stabmagneten zeigen, ausprobieren lassen, was passiert, wenn man gleichfarbige beziehungsweise verschiedenfarbige Enden zueinander führt, und mit ihnen überlegen, warum man die Hälften mit unterschiedlichen Farben kennzeichnet (damit man schon vorher weiß, ob sich Enden anziehen oder abstoßen). Die Erklärung, warum die Begriffe „Nord-“ und „Südpol“ benutzt werden, ist dagegen erst Lerngegenstand in der Grundschule, wenn auch der Erdmagnetismus thematisiert wird. Wichtige Denk- und Arbeitsweisen, die Kinder in dieser Lernsituation üben, sind das Beobachten und Versprachlichen von Beobachtungen sowie das Fragenstellen und Erkunden.

Das Thema „Magnetismus“ mit 6- bis 8-jährigen Kindern. Auf der Primarstufe wird das Thema „Magnetismus“ im Anfangsunterricht wieder aufgegriffen. Der Lernprozess wird nun systematischer, das Vermuten, Reflektieren und Schlussfolgern werden intensiver geübt und das Entwickeln eigener Ideen zum Überprüfen von Vermutungen und Fragen erhält einen zentralen Platz im Unterricht. Neue inhaltliche Lernziele sind:

- Materialien kennen und unterscheiden, die von einem Magneten angezogen werden oder nicht angezogen werden

- ▶ herausfinden, ob ein Magnet an allen Stellen gleich stark anzieht oder nicht und die Stellen stärkster Anziehung als Pole kennenlernen
- ▶ die Wechselwirkung verschiedener Magnete aufeinander erkunden und sich der Fernwirkung bewusst werden
- ▶ lernen, wie man selbst einen Magneten herstellen kann

Das Kennenlernen des Erdmagnetismus, die Einführung der Begriffe „Nord-“ beziehungsweise „Südpol“ und der Bau eines Kompasses sowie die Untersuchung der Abhängigkeit der Stärke des Magneten von seiner Größe folgen dann in der Stufe der 8- bis 10-Jährigen.

Zunächst sollten zur Feststellung der mitgebrachten Voraussetzungen aus dem Elementarbereich die Kinder in einem Gespräch über ihr Wissen zu Magneten befragt werden. Gesprächsanlass könnte zum Beispiel ein an einer Eisentafel befestigter Magnet sein. Die Kinder nennen den Begriff „Magnet“ und berichten, dass Magnete halten, ohne zu kleben und dass sie nicht überall halten, sondern nur bei manchen Sachen (bei Metall, bei Eisen). Die Kinder erhalten die Gelegenheit, mit einem Magneten noch einmal zu prüfen, an welchen Dingen der Magnet hält beziehungsweise welche Dinge vom Magneten angezogen werden. In einem weiteren Schritt legt die Lehrperson verschiedene Plättchen gleicher Größe aus unterschiedlichen Materialien nebeneinander – die Kinder vermuten, woraus die Dinge gemacht sind (Holz, Kunststoff, Eisen, Aluminium, Kupfer, Messing, Styropor, Stoff, Pappe und so weiter), lernen die Bezeichnungen der Materialien kennen, beschreiben die sichtbaren Eigenschaften der Materialien, vermuten, welche von einem Magneten angezogen werden, und überprüfen anschließend ihre Vermutungen. Sie differenzieren ihr Wissen über Magnete: Es gibt verschiedene Metalle, aber nur Eisen oder eisenhaltige Materialien werden angezogen (dass auch Kobalt und Nickel angezogen werden, kann man erwähnen – doch sind diese Metalle in der Umwelt der Kinder nur schwer zu finden). Dieses Wissen wenden sie an, um das wertvolle Aluminium aus einem Abfallkorb mit Eisenschrott herauszusuchen (vgl. Abb. 1).



Abb. 1: Die Kinder lernen verschiedene Materialien kennen und prüfen, ob diese magnetisch sind oder nicht



Abb. 2: Die Kinder testen, an welcher Stelle der Magnet am stärksten ist, indem sie Ketten aus Büroklammern an verschiedenen Stellen des Magneten anhängen

Die Kinder lernen in dieser Sequenz das Zuordnen nach vorgegebenen Merkmalen und nach Unter- und Oberbegriffen, das Unterscheiden von Eigenschaften durch Wahrnehmungen sowie das Überprüfen von Vermutungen durch gezielte Versuche und das Mitteilen ihrer Beobachtungen im gemeinsamen Gespräch.

Ein Impuls zu Beginn der Sequenz (eine lange Kette mit Büroklammern zunächst an das Ende, dann an die Mitte eines Stabmagneten halten – in der Mitte fällt die Kette ab) wirft die Forscherfrage auf, wie stark ein Magnet an verschiedenen Stellen ist. Wie man das überprüfen kann, wird gemeinsam überlegt: an verschiedenen Stellen ausprobieren, wie viele Büroklammern gehalten werden (Abb. 2). Das Ergebnis wird an anderen Magneten überprüft: Gibt es auch dort Stellen mit stärkerer und geringerer Anziehung? Sind die stärksten Stellen immer am Ende? Die Kinder untersuchen mit einer Nadel an einem Faden und durch Eintauchen der Magnete in ein Nagelbad genauer, wo die Stellen stärkster Anziehung sind (Abb. 3). Es zeigt sich, dass alle untersuchten Magnete (Hufeisenmagnet, runder und flacher Stabmagnet, Ringmagnete, Scheibenmagnete) solche Stellen haben, dass ihre Lage aber sehr unterschiedlich ist. Der Begriff „Pole“ für die Stellen stärkster Anziehung wird eingeführt.

In dieser Sequenz steht das Entwickeln eines Versuchs zur Beantwortung einer Forscherfrage im Mittelpunkt sowie das genaue Wahrnehmen und Vergleichen der Anziehungsverhältnisse bei verschiedenen Magneten.

An verschiedenen Magneten soll nun erforscht werden, was passiert, wenn zwei Stabmagnete in unterschiedlichen Stellungen zueinander geführt werden. Die Kinder beobachten, zeichnen und entdecken die Wechselwirkungen der Anziehung und Abstoßung bei verschiedenen Magneten, die auch über eine Entfernungsversuchsaufgabe (Abb. 4). Ihr erworbenes Wissen wenden sie in einer Problemlöseaufgabe an: Die Kinder erhalten 5 eingepackte, gleich große Päckchen, in denen sich 2 Magnete, 1 Stück Holz, 1 Stück Eisen und 1 Stück Messing befinden. Nun sollen sie allein anhand der Wechselwirkung zwischen den verschiedenen eingewickelten Stücken herausfinden, welche der Materialien sich unter der Verpackung befinden (zum Beispiel: Wenn sich

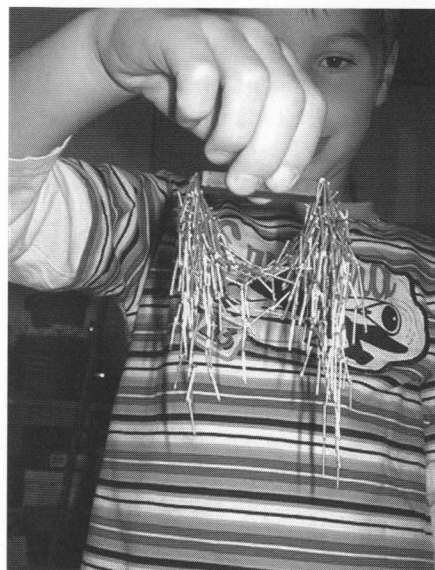


Abb. 3: Das Nagelbad zeigt die Stellen stärkster Anziehung



Abb. 4: Die schwebenden Ringmagnete rufen Erstaunen hervor



Abb. 5: Wenn sich die beiden unbekannten Gegenstände abstoßen, können es nur zwei Magnete sein

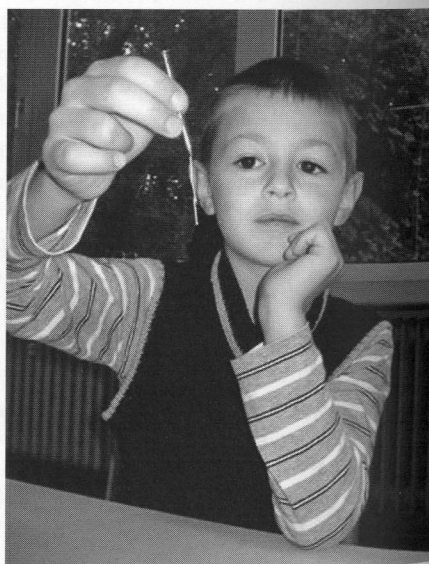


Abb. 6: Der magnetisierte Nagel überträgt die magnetische Wirkung auch auf die angehängten Nägel: Eisen wird in der Nähe eines Magneten selbst magnetisch

zwei eingepackte Materialien nicht nur anziehen, sondern auch abstoßen, muss es sich um zwei Magnete handeln) (Abb. 5). Die Vermutungen werden begründet, diskutiert, notiert und anschließend durch das Auswickeln der Materialien überprüft. Im Gesprächskreis beschreiben und begründen die Kinder, wie sie vorgegangen sind.

Geübt werden in dieser Sequenz insbesondere das Lösen einer Problemstellung, das Nutzen von Wissen zum Vorhersagen, das Begründen von Vermutungen wie auch das Reflektieren von Vorgehensweisen.

Kinder interessieren sich auch dafür, wie Magnete entstehen oder woher sie stammen. Um den natürlich vorkommenden Magnetismus zu demonstrieren, kann die Lehrperson Stücke eines Magnetiten zeigen und untersuchen lassen. Dass sich Magnete auch künstlich herstellen lassen, können Kinder selbst herausfinden, indem sie zunächst eine Nagelkette unter einem Magneten herstellen und beobachten, dass die Nägel selbst zum Magneten werden, solange der Magnet sich in der Nähe befindet (magnetische Influenz). Anschließend stellen sie selbst einen (Dauer-)Magneten her, indem sie eine Fahrradspeiche oder Ähnliches mehrfach mit einem stärkeren Magneten in eine Richtung bestreichen. Im Gespräch wird gemeinsam herausgearbeitet, dass eisenhaltige Materialien durch starke Magnete selbst magnetisch werden können (vgl. Abb. 6).

Fazit: Was haben die Kinder gelernt?

Das vorgestellte Beispiel zum Thema „Magnetismus“ zeigt, dass bereits Kinder im Elementarbereich belastbares und ausbaufähiges Wissen zu diesem Thema aufbauen können, wodurch späteres Lernen über Elektromagnetismus, Kraft und Feldlinien vorbereitet werden kann.

Wie eingangs beschrieben, umfasst naturwissenschaftliche Kompetenz über ein inhaltliches Wissen hinaus auch das Wissen über Naturwissenschaften. In den beschriebenen Sequenzen lernen Kinder, Forscherfragen und Vermutungen zu formulieren, sich funktionierende Überprüfungsmöglichkeiten zu überlegen und durchzuführen, zu beobachten und das Beobachtete zu interpretieren, daraus Schlüsse zu ziehen und Vorstellungen gegebenenfalls zu verändern, wodurch elementare Arbeits- und Denkweisen erarbeitet werden.

Zudem machen sie auch erste Erfahrungen mit dem Vorgehen von Forschern. Wesentlich dabei ist, dass das Forschen als ein Prozess erlebt wird, in dem Gedachtes empirisch überprüft wird und daraufhin bestätigt oder revidiert wird. Selbst bei Erwachsenen ist diese Vorstellung von Wissenschaft und Forschung nicht sicher etabliert – vielfach wird angenommen, dass Wissenschaft aus dem Sammeln von Fakten besteht (Sodian et al. 2002). In der Elementarstufe erfolgt das Erfassen des hypothetisch-empirischen Charakters von Forschung und Wissenschaft noch eher intuitiv; allerdings kann man auch hier schon mit den Kindern besprechen, was es eigentlich heißt, etwas zu vermuten und warum man Vermutungen überprüfen muss. Auf der Primarstufe kann zunehmend das Reflektieren des eigenen Forschungsprozesses geübt werden – in dem von uns vorgeschlagenen Unterricht arbeiten die Kinder zum

Beispiel in einer Reflexionsphase am Ende der jeweiligen Sequenz gemeinsam mit der Lehrkraft heraus, welche Forscherarbeitsweisen sie in ihrer eigenen Arbeit neu kennengelernt haben. Diese werden notiert und ergeben zum Abschluss der Unterrichtsreihe Anlass zum Nachdenken über die vielfältigen Arbeitsweisen und Denkprozesse, die bei Forschern zu finden sind.

Über das inhaltliche Lernen, das Erlernen von Arbeitsweisen und das Anbahnen von Wissen über den Charakter von Wissenschaft und Forschung hinaus geben die Lernsituationen den Kindern Gelegenheit, sich mit einem faszinierenden Naturphänomen auseinanderzusetzen und sich dabei als kompetent und erfolgreich zu erleben – damit ist eine wichtige Voraussetzung dafür geschaffen, dass Kinder nachhaltig Interesse am Nachdenken über Naturerscheinungen entwickeln. Das Erleben von Kompetenz kann allerdings nur gefördert werden, wenn die Aufgaben in der Zone der nächsten Entwicklung der Kinder liegen (Vygotsky 1978) und die Lernvoraussetzungen und -möglichkeiten der jeweiligen Stufe berücksichtigen. Damit ist die Notwendigkeit von Forschung angesprochen: Nur mithilfe einer dezidierten Lehr-Lernforschung lassen sich entsprechende, an die Lernstufen adaptierte und aufeinander aufbauende Lernumgebungen entwickeln.

Aufgabe 18

Erarbeiten Sie konkrete Unterrichtspräparationen zum oben genannten Thema „Magnetismus“ und beziehen Sie die hier geforderten Qualitätsmerkmale ein.

Aufgabe 19

Betrachten Sie die Videosequenzen 9 bis 14 auf der Begleit-DVD und diskutieren Sie diese unter Aspekten der Kompetenzorientierung.

Literatur

- Bos, W./Bonsen, M./Baumert, J./Prenzel, M./Selter, C./Walther G. (Hrsg.) 2008: TIMSS 2007 Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich. Waxmann: Münster.
- Bybee, R. W. 1997: Toward an understanding of scientific literacy. In: W. Gräber/C. Bolte (Hrsg.), *Scientific literacy*. Kiel: IPN, S. 37–68.
- diSessa, A. 2006: A history of conceptual change research. In: K. Sawyer (Hrsg.), *The Cambridge handbook of the learning sciences*. Cambridge: Cambridge University Press, S. 265–281.
- Duit, R. 1999: Conceptual change approaches in science education. In: W. Schnotz/S. Vosniadou/M. Carretero (Hrsg.), *New perspectives on conceptual change*. New York: Pergamon, S. 263–282.
- Duit, R./Häussler, P./Prenzel, M. 2001: Schulleistungen im Bereich der naturwissenschaftlichen Bildung. In: F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen*. Weinheim: Beltz, S. 169–185.
- Duit, R./Gropengießer, H./Stäudel, L. (Hrsg.) 2004: *Naturwissenschaftliches Arbeiten. Unterricht und Material 5–10*. Seelze: Friedrich Verlag.
- Gerstenmaier, J./Mandl, H. 1995: Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 41, S. 867–887.

- Gräber, W./Nentwig, P./Koballa, T./Evans, R. (Hrsg.) 2002: *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung*. Opladen: Leske + Budrich.
- Grygier, P./Günther, J./Kircher, E. (Hrsg.) 2007: *Über Naturwissenschaften lernen. Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Grundschule. 2., überarbeitete Auflage*. Baltmannsweiler: Schneider.
- Hardy, I./Jonen, A./Möller, K./Stern, E. 2006: Effects of instructional support within constructivist learning environments for elementary school students' understanding of "Floating and Sinking". In: *Journal of Educational Psychology*, 98(2), S. 307–326.
- Mikelskis-Seifert, S./Gromadecki, U. 2006: Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen im Unterricht – Eine Unterrichtskonzeption zur Einführung in die naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen im Anfangsunterricht Physik. In: *Naturwissenschaften im Unterricht – Physik* 17(93), S. 31–37.
- Möller, K. 2002: Anspruchsvolles Lernen in der Grundschule – am Beispiel naturwissenschaftlich-technischer Inhalte. In: *Pädagogische Rundschau* 56/4, S. 411–435.
- Möller, K./Hardy, I./Jonen, A./Kleickmann, T. 2006: Naturwissenschaften in der Primarstufe. Zur Förderung konzeptuellen Verständnisses durch Unterricht und zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen. In: M. Prenzel/L. Allolio-Näcke (Hrsg.): *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms. BiQua*. Münster: Waxmann, S. 161–19.
- Möller, K. 2007: Genetisches Lernen und Conceptual Change. In: Kahlert, Joachim et al. (Hrsg.): *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 258–266.
- Norris, S. P./Phillips, L. M. 2003: How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. In: *Science Education* 87 (2), S. 224–240.
- OECD 2006. *PISA 2006 Scientific Literacy Framework (Pisa Framework)*, Paris: OECD.
- Prenzel, M. 2000: Lernen über die Lebensspanne aus einer domänenspezifischen Perspektive. In: F. Achtenhagen/W. Lempert (Hrsg.), *Lebenslanges Lernen im Beruf. Seine Grundlegung im Kindes- und Jugendalter. Bd. 4: Formen und Inhalte von Lernprozessen*. Opladen: Leske + Budrich, S. 175–192.
- Prenzel, M./Rost, J./Senkbeil, M./Häussler, P./Klopp, A. 2001: Naturwissenschaftliche Grundbildung: Testkonzeption und Ergebnisse. In: J. Baumert et al. (Hrsg.), *PISA 2000 – Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*. Opladen: Leske + Budrich, S. 191–248.
- Renninger, K. A. 1998: The roles of individual interest(s) and gender in learning: An overview of research on preschool and elementary school aged children/students. In: L. Hoffmann/A. Krapp/K. A. Renninger/J. Baumert (Hrsg.), *Interests and learning*. Kiel: IPN-Schriftenreihe, S. 165–174.
- Reinmann-Rothmeier, G./Mandl, H. (2001). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In: A. Krapp/B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie*. Weinheim: Beltz, S. 601–646.
- Rost, J./Prenzel, M./Carstensen, C.-H./Senkbeil, M./Gross, K. (Hrsg.) 2004: *Naturwissenschaftliche Bildung in Deutschland. Methoden und Ergebnisse von PISA 2000*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Sodian, B./Thoermer, C./Kircher, E./Grygier, P./Günther, J. 2002. Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Grundschule. In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 45. Beiheft, S. 192–206.
- Soostmeyer, M. 1978: Problemorientiertes Lernen im Sachunterricht. Paderborn: UTB Schöningh.
- Steffensky, M. 2008: Von Anfang an. Naturwissenschaftliche Bildung im Kindergarten. In: F. Hellmich/H. Köster (Hrsg.), *Vorschulische Bildungsprozesse in Mathematik und Naturwissenschaften*. Klinkhardt: Bad Heilbrunn, S. 179–194.
- Treagust, D. F./Duit, R. 2008: Compatibility between cultural studies and conceptual change in science education: There is more to acknowledge than to fight straw men! In: *Cultural Studies of Science Education*, 3(2), S. 387–395.

- Vosniadou, S./Ioannides, C./Dimitrakopoulou, A./Papademetriou, E. 2001: Designing learning environments to promote conceptual change in science. In: *Learning and Instruction*, 15, S. 317–419.
- Vosniadou, S., Baltas, A./Vamvakoussi, X. 2007: Re-framing the conceptual change approach in learning and instruction (Advances in Learning and Instruction Series). Oxford: Elsevier Press.
- Vygotsky, L. S. 1978: *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wandersee, J./Mintzes, J./Novak, J. 1994: Research on alternative conceptions in science. In: D. Gabel (Hrsg.), *Handbook of research on science teaching and learning*. New York: Macmillan Publishing Company, S. 177–210.

Elisabeth Gaus-Hegner

Werken im Unterricht mit 4- bis 8-jährigen Kindern

Gemeinsamer Nenner von Bildnerischem Gestalten und Werken

Die Gemeinsamkeit der Bereiche des Bildnerischen Gestaltens (Bild und Kunst) und des Werkens (Design und Technik) besteht in der Förderung der ästhetischen Literalität als eines wahrnehmungsorientierten, sinnlichen Zugangs zur Welt. Es geht in beiden Fächern um die Teilhabe an Themen der Kunst, Kultur und Alltagswelt: Sowohl in der angewandten wie auch in der freien Gestaltung geht es um Prozesse und Produktionen, die sich nachvollziehend und verändernd mit Erscheinung, Form und Wirkung auseinandersetzen. Ästhetische Literalität (aesthetic literacy) befähigt insofern zu einer Mitgestaltung und kritischen Beurteilung der Umwelt. Dabei spielt die aktive Auseinandersetzung mit Material, Farbe und Werkzeugen eine zentrale Rolle: Prägende Wahrnehmungsprozesse und neue Vorstellungen sollen damit ausgelöst werden (Homberger 2007). Auch wenn Bildnerisches Gestalten und Werken die ästhetische Literalität als gemeinsames Bildungsziel verfolgen, so sind die zwei Fächer in der Ausformulierung von Kompetenzen und Inhalten doch sehr unterschiedlich. Während die einen Kinder im Bildnerischen Gestalten ihre Neigung zu künstlerischer, nicht zweckgebundener Arbeit erproben können, zieht es andere zum funktionalen Gestalten hin, zum Tüfteln und Erfinden. Beide Bereiche sind je spezifisch geeignet, eigene Ausdrucks- und Fantasiefähigkeit zu entwickeln und Selbstwirksamkeit erfahren zu lassen. Sie bieten die Chance, gestalterische Begabungen zu entdecken und entsprechende Fähigkeiten weiterzuentwickeln. Zudem vermögen beide Fächer der zunehmenden Heterogenität in Schulen (sowie der Forderung nach Individualisierung) mit wahrnehmungsorientierten Aufgabenstellungen in hohem Maße gerecht zu werden.

G.E. Schäfer (2007) unterscheidet vier Arten, Erfahrungen zu denken: Das konkret-sinnliche Denken als ein Denken durch Handeln; das ästhetische Denken als ein Denken durch Vorstellungen und Bilder; das narrative Denken als ein Denken in Geschichten sowie das theoretische Denken als Denken in abstrakten Zusammenhängen. Er weist ästhetisches Denken als wesentlichen Teil der Entwicklung des Erfahrungswissens mit sinnlichen Mitteln aus. Schäfer geht davon aus, dass der Erwerb von Erfahrungswissen kumulativ und ein Lernen im Zusammenhängen von Episoden ist. Es differenziert sich zusehends: „Man sieht zuerst grob, umso öfter man hinschaut, je mehr gibt es zu entdecken.“ Man lernt aus jeder neuen Erfahrung dazu. Erfahrungswissen ist biografisch, also ein Wissen, das in subjektiven Erfahrungen der Person verankert ist. Kulturelles Wissen verwandelt sich in theoretisches Wissen und umgekehrt. Wer zudem von Anfang an gelernt hat, immer wieder Neues zu entdecken und zu erforschen, erweitert auch seine Merkfähigkeit. „Wenn Kinder nicht mehr genügend Möglichkeiten haben, um sinnliche Erfahrungen zu machen, muss damit gerechnet werden, dass eine Generation heranwächst, die weniger differenziert ist.“ (Schäfer 2007)