

Phänomene der unbelebten Natur kommen in unserem Bildungskanon zu kurz – oder: ‚Bio‘ ist gut, Chemie ist schlecht?

Nimmt man die Bildungsinhalte allgemeinbildender Schulen einmal genau unter die Lupe, so zeigt sich, dass Themenfelder der belebten Natur einen festen Platz in den bundesdeutschen Curricula haben. Im Sachunterricht der Grundschule etwa nimmt die Biologie mit bis zu 40 Prozent einen großen Teil ein (Risch & Lück 2004; Risch 2006). Auch im Elementarbereich ist die Heranführung an Phänomene der belebten Natur eine Selbstverständlichkeit: So wird im Fritljahr etwa das Wachsen einer Tulpe aus einer Zwiebel bewundert, und auch die Entwicklung eines Frosches aus einer Kaulquappe oder eines Schmetterlings aus einer Raupe sind nicht nur farbenprächtige Naturereignisse, sondern vermitteln uns scheinbar – durch die Zuverlässigkeit der Wiederholung – das Gefühl der Vertrautheit und des Verstehens. Wir selbst sind als Kind an biologische Themen herangeführt worden und geben nun diese Beobachtungen an Kinder weiter. Aber gelingt es uns wirklich, einem stauenden Kind zu erklären, warum aus einer Raupe ein Schmetterling wird, wie aus einer Zwiebel eine Tulpe entstehen kann? Können wir Kindern mit biologischen Phänomenen eine Gelegenheit zum Experimentieren bieten, das die Nähe zum Phänomen, zur Beobachtung und sinnlichen Wahrnehmung fördert? Nach dem Einpflanzen der Zwiebel muss das Kind – bei allem Handlungsdrang – in der Beobachterrolle verharren und zahlreiche Kaulquappen haben das Froschstadium niemals erreicht, weil ungeduldige Kinderhände ‚mitmachen‘ wollten ...

Sicherlich ist es sehr sinnvoll, Kinder an biologische Phänomene heranzuführen, aber wenn deren Naturerfahrung ausschließlich auf Phänomene der belebten Natur begrenzt bleibt und Phänomene der unbelebten Natur zu kurz kommen, weil wir sie selbst nicht vermitteln können, dann kann dies zu einem einseitigen Naturwissenschaftsverständnis führen, demzufolge alles belebte, biologische gut und alles chemische schlecht ist.

Dabei sind die Vorteile einer Beschäftigung mit der unbelebten Natur gegenüber der belebten Natur gerade im Elementarbereich unüberschaubar: Zum einen lassen sich physikalische und chemische Themen zu je-

der Jahres- und Tageszeit durchführen – auch in den tristen Wintermonaten erlischt ein Teelicht zuverlässig, wenn man ein Glas darüber stülpt. Zudem können die Phänomene immer wiederholt werden, was im Falle einer Raupenwandlung nicht gelingt. Vor allem: Die Experimente können von den Kindern selbst durchgeführt und die Phänomene kindgerecht gedeutet werden; so erlischt die Flamme wegen Luftentzug – und wie war das noch einmal mit dem Schmetterling?

Und dann gibt es noch das Argument der Ästhetik: Die Pflanzen- und Tierwelt hält so faszinierende Naturschauspiele bereit, mit denen die unbelebte Natur scheinbar nicht mithalten kann. Aber haben Sie schon einmal genau hingeguckt, wenn sich ein Zuckerwürfel in einem Glas mit Wasser auflöst und die Ästhetik des allmählichen Auflösens, beginnend an den Ecken, dann an den Zuckerwürfelkanten bis hin zu den Flächen, bewundert?!

Es ist ein Umdenken erforderlich, nach dem neben den biologischen Phänomenen auch die Naturphänomene der unbelebten Natur im Elementarbereich (wieder) Einzug halten sollten, vor allem auch deshalb, weil sie einen wesentlichen Anteil im elementarpädagogischen Bildungsauftrag einnehmen.

Warum die Phänomene der unbelebten Natur in den elementarpädagogischen Bildungsauftrag gehören

Im allgemeinen Bewusstsein gilt es als unbestritten, dass geisteswissenschaftliche Kenntnisse, sei es über Philosophie, Literatur oder Geschichte, eindeutig zur Bildung gehören. Einen Menschen, der bei diesen Themen ‚mitreden‘ kann, würden wir ohne zu zögern als gebildet bezeichnen. Wenn jedoch jemand die Elemente des Periodensystems aufzählen vermag, mit den Nachweisreaktionen von Zucker oder Eiweiß vertraut ist oder erklären kann, warum es nachts dunkel ist, so würden wir diesen Menschen nicht unbedingt als gebildet wahrnehmen. Bei naturwissenschaftlicher Kompetenz wird eher von Wissen gesprochen.

Dies überrascht angesichts der Tatsache, dass in Deutschland seit dem Beginn der modernen Naturwissenschaften vor rund 250 Jahren eine große Anzahl von naturwissenschaftlichen Entdeckungen gemacht

wurde, im deutschen Nationalmythos aber nur vom Volk der ‚Dichter und Denker‘ gesprochen wird, die ‚Forscher und Tüftler‘, die den Weg für volkswirtschaftlichen Wohlstand und zivilisatorischen Komfort gebahnt haben, hingegen außen vor gelassen werden.

Ob Chemie, Physik oder Astronomie – sämtliche Naturwissenschaftsdisciplinen haben es schwer in der Anerkennung ihrer Inhalte als Bildungsgüter. Das hat sicherlich auch etwas mit der Selbstdarstellung dieser Disziplinen zu tun. Einzelfakten scheinen im Vordergrund zu stehen; in der Forschung ist eine extreme Spezialisierung zu beobachten, die kaum mehr soziale oder ökologische Faktoren in den Blick nimmt, so dass die Kenntnisse kaum zu einer Werteorientierung oder ganzheitlichen Sichtweise der Mitwelt beitragen.

Tatsächlich können aber gerade die Naturwissenschaften neben diesem Einzelfaktenwissen viele Erkenntnisse im Hinblick auf Vernetzung und Zusammenhänge hervorbringen, die uns eine differenzierte Einsicht in die Prozesse unserer Umwelt vermitteln, die uns helfen, selbstverantwortlich und eigeninitiativ an der Gestaltung unserer zukünftigen Lebensbedingungen teilzuhaben und die uns erfahren lassen, wie wir unsere Umwelt nutzen können und wann wir sie schützen müssen. Zu diesen Einsichten zählt sicherlich u. a. die Tatsache, dass Stoffe nicht einfach spurlos verschwinden können (Gesetz von der Erhaltung der Masse), auch wenn wir dies umgangssprachlich mit Formulierungen wie ‚mein Schlüsselbund ist weg‘ vorgeben. So wie der Schlüsselbund ganz sicherlich nicht weg, sondern nur an einem anderen Ort ist, so ist ein Stoff niemals ganz verschwunden. Er hat sich lediglich chemisch umgewandelt, so etwa im Falle von Wachs, aus dem beim Abtrennen einer Kerze Kohlenstoffdioxid und Wasser entstanden ist. Aus einem derartigen Beziehungsgeflecht von Erkenntnissen, zu deren Grundlage sicherlich auch Faktenwissen gehört, erwächst eben nicht allein naturwissenschaftliches Wissen, sondern naturwissenschaftliche Bildung. Nun ist der Bildungsbegriff, seitdem Wilhelm von Humboldt ihn vor ca. 200 Jahren prägte, mit sehr vielen widersprüchlichen Inhalten belegt worden. Hier sei deshalb nur ein Aspekt in Bezug auf unser Thema herausgehoben: Naturwissenschaftliche Grundkenntnisse stellen eine der wesentlichen Kompetenzen für eine Teilhabe an unserer Gesellschaft dar und eröffnen neben beruflichen Perspektiven vor allem auch den

Weg zu einer eigenständigen Meinungsbildung in Bezug auf technische bzw. naturwissenschaftliche Entwicklungen.

Warum aber sollte naturwissenschaftliche Bildung Bestandteil der Elementarpädagogik sein? Zu den Kernaufgaben des Elementarbereichs zählen nach dem Sozialgesetzbuch VIII die drei Säulen Bildung, Erziehung und Wissensvermittlung. Gerade dem Bildungsspekt kommt in den letzten Jahren eine zunehmend größere Rolle zu. So heißt es etwa in der Empfehlung des Forum Bildung: „Weichen für Bildungschancen und damit für Lebenschancen werden bereits früh gestellt. Insbesondere die Motivation und die Fähigkeit zu kontinuierlichem und selbstgesteuertem Lernen sind früh zu wecken. Neben dem wichtigen Lernen in der Familie sind die Möglichkeiten der Kindertageseinrichtungen zur Unterstützung früher Bildungsprozesse deutlich besser zu nutzen“ (Arbeitsstab Forum Bildung 2001, S. 9).

Die Schlüsselqualifikationen, die durch Bildung vermittelt werden, sind in einem langen Katalog durch die Bund-Länder-Kommission zusammengefasst, von denen hier nur drei hervorgehoben werden sollen:

- **System- und Problemlosorientierung:** Darunter wird das Verstehen komplexer Situationen sowie die Fähigkeit zum Perspektivwechsel zusammengefasst. Ebenso zählen dazu die Urteilsfähigkeit, zukunftsgerichtetes Denken, Fantasie, Kreativität, Forschungsgeist u. a. m.
- **Situations-, Handlungs- und Partizipationsorientierung:** Sie sollen u. a. zur Entscheidungsfähigkeit beitragen, Mitbestimmung ermöglichen und Handlungskompetenzen fördern.
- **Ganzheitlichkeit:** Sie umfasst u. a. eine möglichst umfassende Wahrnehmungs- und Erfahrungsfähigkeit (vgl.: Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung 1998).

Dass naturwissenschaftliche Bildung einen Beitrag zu diesen genannten Schlüsselqualifikationen leisten kann, liegt auf der Hand. Mehr noch: Naturwissenschaftliche Erfahrungen und insbesondere die Deutung naturwissenschaftlicher Phänomene bieten sich geradezu dazu an, Qualifikationen wie Problemlosorientierung und Ganzheitlichkeit zu erwerben.

Betrachtet man Bildung nicht im Sinne von Bildungsziel, sondern als Aktivität, die *vom Kind ausgeht*, so kann man diese auch als ‚Aneignung von Welt‘ im Sinne von Selbstbildung verstehen, wobei dem Elementar-

bereich die Aufgabe zukommt, bei diesem Prozess helfend die Hand auszustrecken (vgl. hierzu Laewen & Andres 2002, Schäfer 1995).

Auch aus diesem Blickwinkel des Bildungsbegriffs kommt der naturwissenschaftlichen Bildung im Vorschulbereich ein fester Platz zu, bedenkt man einmal, mit welchem Eigenantrieb und Interesse Kinder Antworten auf Fragen zu Naturphänomenen geradezu ‚einlagen‘.

Zum Glück haben die jeweils zuständigen Ministerien der einzelnen Bundesländer darauf reagiert und in den Bildungsvereinbarungen bzw. -plänen dem Bildungsbereich Naturwissenschaften einen mehr oder weniger festen Platz zugewiesen. Ein Anfang ist gemacht, doch schauen wir uns das ‚Mehr oder Weniger‘ an naturwissenschaftlicher Frühbildung doch einmal genauer an.

Bildungsvereinbarungen bzw. -pläne mit naturwissenschaftlichen Inhalten

Die Tabelle 1 gibt einen Überblick über alle Bildungspläne und zeigt, in welchem Kontext der Bildungsbereich ‚Natur‘ bzw. naturwissenschaftliche Grunderfahrung verankert ist.

Bundesland	Stand	Titel	Themen zur unbelehten Natur
Baden-Württemberg	2006	Orientierungsplan für Bildung und Erziehung für die baden-württembergischen Kindergärten (Pilotphase)	Motivation des Kindes: (B) Die Welt entdecken und verstehen (S. 71); Bildungs- und Entwicklungsfeld: Sinne (S. 82-90); Denken (S. 100-108)
Bayern	2006	Der Bayerische Bildungs- und Erziehungsplan für Kinder in Tageseinrichtungen bis zur Einschulung	Themenbezogene Bildungs- und Erziehungsbereiche: Naturwissenschaften und Technik (S. 272-291)

Berlin	2004	Berliner Bildungsprogramm für die Bildung, Erziehung und Betreuung von Kindern in Tageseinrichtungen bis zu ihrem Schuleintritt	Bildungsbereich: Naturwissenschaftliche und technische Grunderfahrungen (S. 99-107)
Brandenburg	2006	Grundlagen für die Kindertagesbetreuung in Brandenburg Grundsätze elementarer Bildung, Grenzsteine der Entwicklung	Bildungsbereich: Mathematik und Naturwissenschaft (S. 22-25)
Bremen	2004	Rahmenplan für Bildung und Erziehung im Elementarbereich	Bildungsbereich: Natur, Umwelt und Technik (S. 28-30)
Hamburg	2005	Hamburger Bildungsempfehlungen für die Bildung und Erziehung von Kindern in Tageseinrichtungen	Bildungsbereiche: Mathematische Grunderfahrungen (S. 59-64) und naturwissenschaftliche und technische Grunderfahrungen (S. 65-71)
Hessen	2007	Bildung von Anfang an – Bildungs- und Erziehungsinhaltlicher Plan für Kinder von 0 bis 10 Jahren	Lernende, forschende und entdeckungsfreudige Kinder: Mathematik, Naturwissenschaften, Technik (S. 75-79)
Mecklenburg-Vorpommern	2004	Rahmenplan für die zielgerichtetere Vorbereitung von Kindern in Kindertageseinrichtungen auf die Schule	Bildungs- und Erziehungsbereich: Natur – Sachen (S. 45-54)
Niedersachsen	2005	Orientierungsplan für Bildung und Erziehung im Elementarbereich niedersächsischer Tageseinrichtungen für Kinder	Lernbereich 8: Natur und Lebenswelt (S. 28-29)
Nordrhein-Westfalen	2003	Fundament stärken und erfolgreich starten	Bildungsbereich: Natur und kulturelle Umwelt(en) (S. 20-22)

Rheinland-Pfalz	2005	Bildungs- und Erziehungsempfehlungen für Kindertagesstätten in Rheinland-Pfalz	Bildungs- und Erziehungsbereich: Mathematik – Naturwissenschaft – Technik (S. 57–60)
Saarland	2006	Bildungsprogramm für saarländische Kindergärten	Bildungsbereiche 6 und 7: Mathematische Grunderfahrungen und Naturwissenschaftliche und technische Grunderfahrungen (S. 16)
Sachsen	2007	Der sächsische Bildungsplan – ein Leitfa- den für pädagogische Fachkräfte in Krippen, Kindergärten und Horten sowie für Kindertages- pflege	Bildungsbereich 2.5: Na- turwissenschaftliche Bil- dung (S. 107–120) Bildungsbereich 2.6.: Mathematische Bildung (S. 121–136)
Sachsen-Anhalt	2004	Bildung als Programm	Bildungsbereich: Welt- erkundung und naturwis- senschaftliche Grund- erfahrung (S. 77–81)
Schleswig-Holstein	2004	Erfolgreich starten – Leit- linien zum Bildungsauf- trag von Kindertagesein- richtungen	Bildungsbereich: Mathe- matik, Naturwissenschaft und Technik (S. 20–21)
Thüringen	2006	Thüringer Bildungsplan für Kinder bis 10 Jahre (Erprobung)	Bildungsbereiche: Natur- wissenschaftliche und technische Bildung (S. 64–76) und Mathemati- sche Bildung (S. 77–86)

Tabelle 1: Übersicht über Bildungspläne im Elementarbereich, die den Bildungsbereich ‚Natur‘ bzw. ‚Naturwissenschaftliche Grunderfahrung‘ berücksichtigen (Stand: Juni 2008)

Was die Konkretisierung dieses Bildungsbereichs Natur betrifft, so diffie- rieren die einzelnen Bildungspläne von Bundesland zu Bundesland sehr stark voneinander. Manche gehen sehr instruktiv vor und beschreiben die einzelnen durchzuführenden Experimente recht detailliert. Hier ist etwa der Bayerische Bildungsplan zu nennen, in dem auf über 12 Seiten

allein zum Themenfeld unbelebte Natur sieben Experimente konkret be- schrieben werden. Dazu zählen:

- Eigenschaften von Stoffen benennen (Konsistenz und Dichte, spezi- fische Erscheinungsformen und deren Entstehung)
- Stoffe mischen
- Größen-, Längen-, Gewichts-, Temperatur- und Zeitmessungen
- Physikalische Gesetzmäßigkeiten (z. B. Schwerkraft)

Als übergeordnete Themenbereiche werden genannt: Luft und Gase; Wasser und Flüssigkeiten, heiß und kalt; Licht und Schatten; Farben; Schall; Töne und Musik; Magnetismus; Elektrizität; Kräfte und Technik; unsere Erde.

Ähnlich konkrete und detaillierte Beschreibungen enthält auch der Hessische Bildungsplan, der über den Elementarbereich hinaus auch die Grundschulzeit mit berücksichtigt. Auch die Bildungspläne des Saarlands oder Sachsens widmen dem Bildungsbereich Natur mehrere Seiten.

Die Absicht hinter diesen ausformulierten Themenvorschlägen liegt auf der Hand: Gerade wegen der Verunsicherung derjenigen Pädagogen im Kindergartenbereich, deren Ausbildung und beruflichen Erfahrungen nur wenig Zugang zum naturwissenschaftlichen Arbeiten geboten haben, sollen die konkreten Themenfelder der Orientierung dienen. Häufig werden sie aber auch als zu instruktiv, zu wenig an den Ent- deckerfreuden des Kindes orientiert angesehen.

Andere Bundesländer – so z. B. NRW – geben daher weniger Orien- tierungshilfen vor und bauen auf die Erfahrungen der Pädagogen, den Bildungsbereich Natur so behutsam zu vermitteln, dass er dem indivi- duellen Rhythmus der jeweiligen Kinder entspricht. In den Bildungsver- einbarungen für NRW wird der Bereich Natur – gemeinsam mit Kultur – auf nur zwei Seiten beschrieben und lässt dadurch viel Spielraum.

Unabhängig davon, wie detailliert die jeweiligen Bildungspläne den Zugang zu Naturphänomenen thematisieren, die Umsetzung in die Pra- xis ist gerade für Themen der unbelebten Natur nicht immer leicht und es besteht die Gefahr, dass weiterhin nur die uns besser vertraute belebte Natur in den Vordergrund gerückt werden könnte. Eines ist allerdings allen Bildungsvereinbarungen gemeinsam: der experimentelle Zugang zu Naturphänomenen.

Die Rolle des Experiments zur frühkindlichen Heranführung an Themen der unbelebten Natur

Nicht allein die Beobachtung, sondern vor allem die eigene experimentelle Erfahrung hat sich bei Kindern für einen ersten Zugang zu Naturphänomenen bewährt. Zugleich enthält das Experimentieren einige Bildungsfacetten: Neben dem Experimentieren, das schon ein wenig Geschicklichkeit erfordert, kommen der Gesichtssinn, der akustische Sinn, aber auch die taktile Wahrnehmung zum Einsatz und werden geschult. Gleichzeitig muss ganz genau beobachtet werden, und zwar zu einem vorgegebenen Zeitpunkt, denn ein wenig später ist vielleicht schon alles vorbei. Damit auch die anderen Kinder der Experimentiergruppe alles mitbekommen können, müssen sich alle für die Zeit des Experimentierens so ruhig wie möglich verhalten und dürfen den anderen nicht die Sicht nehmen. Damit spielen also auch soziale Komponenten eine Rolle. Werden die Kinder aufgefordert, das Beobachtete zu formulieren, sind auch sprachliche Kompetenzen gefordert bzw. wird die sprachliche Ausdrucksfähigkeit gefördert. Schon allein das Aufzählen der zum Experimentieren erforderlichen Gegenstände, die in der Regel bereits auf dem Experimentiertisch vorbereitet sind, bereitet manchem Kind Schwierigkeiten, wenn es den genauen Begriff Glas anstelle von Becher oder den Begriff Teelicht anstelle von Kerze wählen soll. Auf den sprachlichen Aspekt wird später noch gesondert eingegangen.

Das Experimentieren hat neben der sinnlichen Erfahrung sowie der sozialen und der sprachlichen Kompetenz zudem vor allem auch noch einen kognitiven Aspekt: Das Experiment bedarf nämlich einer Deutung – vor allem dann, wenn das Ergebnis verblüfft und Anlass zum Hinterfragen gibt. Genau dieses Hinterfragen entspricht dem großen Wissensdrang der Vorschulkinder, den sie mit zahlreichen Wärum-Fragen zum Ausdruck bringen. Gerade Naturphänomene der unbelebten Natur lassen sich durch Kausalbeziehungen, also Wenn-dann-Bezüge, deuten. So etwa: Immer, wenn einer Kerze Luft entzogen wird, dann erlischt sie' oder ,Wenn Luft aus einem Gefäß nicht entweichen kann, dann kann auch kein anderer Stoff – etwa Wasser – nachströmen.'

Kriterien für die Auswahl der Experimente

Gerade weil das Experiment eine so entscheidende Rolle bei der Hinführung zu Naturphänomenen hat, sind bei der Auswahl geeigneter Versuche eine Reihe von Aspekten zu berücksichtigen:

- Der Umgang mit den für die Durchführung der Experimente erforderlichen Materialien *muss völlig ungefährlich* sein.
 - Die Experimente sollten *immer* gelingen, um die Kinder mit dem Phänomen vertraut zu machen.
 - Die für die Durchführung der Experimente erforderlichen Materialien müssen *preiswert* zu *erwerben* und *leicht erhältlich* oder sogar ohnehin in jeder Kindertagesstätte vorhanden sein, so z. B. Luft, Wasser, Salz, Zucker, Essig, Teelichter etc.
 - Sämtliche Versuche sollten einen *Alltagsbezug* zum Leben der Kinder haben, um ihnen durch die Begegnung mit den Gegenständen eine Erinnerungstütze zu bieten.
 - Die naturwissenschaftlichen Hintergründe zu den Versuchen sollten für Kinder im Kindergarten- und Vorschulalter *verständlich* *vermittelbar* sein, um den Eindruck von ‚Zauberei‘ zu vermeiden.
 - Die Versuche sollten *alle von den Kindern selbst durchgeführt* werden können.
 - Die Experimente sollten – einschließlich der Versuchsdurchführung durch die Kinder – innerhalb einer überschaubaren Zeit von *ca. 20 bis 25 Minuten* abgeschlossen sein, um die Konzentrationsfähigkeit nicht zu sehr zu strapazieren.
 - Schließlich sollten die Experimente in großen Teilen *aufeinander aufbauen*, so dass das folgende Experiment eine Wiederholung des zuvor durchgeführten Experiments darstellt.
- Eine solche Kriterienliste, auf die hier im Einzelnen nicht eingegangen werden soll (vgl. Lück 2000a, S. 129 ff.; 2000b, S. 20 ff; 2003, S. 104 ff.) grenzt die Auswahl der Experimente deutlich ein; dennoch konnten inzwischen rund 30 Versuche zusammengestellt werden, die diese Voraussetzungen erfüllen.

Beispiele für naturwissenschaftliches Experimentieren im Elementarbereich

Exemplarisch sollen an zwei Beispielen sowohl Konzeption als auch inhaltliche Auswahl der Experimente verdeutlicht werden.

■ Luft begreifen – ein Beispiel für einen ersten Schritt zur naturwissenschaftlichen Bildung

Umgangssprachlich ist der Begriff ‚Nichts‘ auch bei Vorschulkindern bereits fest etabliert. Da werden Formulierungen verwendet wie: „In der Spielecke ist nichts“, wenn eigentlich gemeint ist, dass sich dort nicht die gewünschten Spielsachen befinden, wohl aber ein Teppich, eine Kiste, möglicherweise auch ein Stuhl und ein Tisch ... und eben auch Luft. Letztere kommt in unserem Sprachgebrauch nur selten unter naturwissenschaftlicher Perspektive vor. Meistens wird sie mit dem Begriff ‚nichts‘ gleichgesetzt. So ist beispielsweise ein Glas leer, obwohl es eigentlich randvoll mit Luft gefüllt ist. Ohne Frage zählt Luft zu den lebenswichtigsten Stoffen, die uns umgeben. Trotzdem findet sie kaum eine Berücksichtigung – allenfalls umgangssprachlich durch einen Satz wie: „Wir gehen nach draußen an die frische Luft“, was bei Kindern zu der Vorstellung führt, dass sich Luft eben nur draußen im Freien befindet.

In einem einfachen Experiment kann Vorschulkindern das Phänomen Luft nähergebracht werden: Ein leeres Glas wird mit der Öffnung nach unten in eine mit Wasser gefüllte Salatschüssel getaucht und leicht schräg gehalten. Dabei entweichen mit einem blubbernden Geräusch Luftblasen nach oben. Luftblasen oder Nichtsblasen? Das Kind schließt schnell darauf, dass es sich hier um mehr als nur ‚nichts‘ handeln muss. Blasen sind auch im Innern mit etwas gefüllt – nämlich mit Luft, die aus dem schräg gehaltenen Glas entweicht.

In einem anschließenden Experiment kann den Kindern verdeutlicht werden, dass Luft, wenn sie nicht entweichen kann, in einem Behälter ‚gefangen‘ bleibt. Dieser Luftraum kann beispielsweise von Gummibärchen als ideale Taucherglocke genutzt werden. Dazu wird ein ‚leeres‘ Glas mit der Öffnung nach unten über eine mit Wasser gefüllte Salatschüssel gehalten. Die Gummibärchen, die sich beispiels-

weise in einem ‚Bötchen‘ aus dem Aluminiumbehälter eines Teelichts befinden, können dann mit dem Glas in das Wasser gedrückt werden. Das für Kinder verblüffende Ergebnis: Die Gummibärchen bleiben trocken!

■ In der Natur verschwindet nichts

Umgangssprachlich ist auch der Begriff ‚Verschwinden‘ für Dinge, die unserer Wahrnehmung entzogen sind, fest verankert – das gilt auch schon für die ganz Kleinen. Wir sagen ‚Unsere Brille ist weg‘, wo es doch genauer heißen müsste ‚Unsere Brille ist nicht an dem von uns vermuteten Platz‘, denn irgendwo wird sie schon noch sein. Auch das nicht mehr auffindbare Spielzeug des Kindes ist nicht einfach auf und davon und spurlos verschwunden, sondern irgendwo an einem anderen Ort. Was uns sprachlich so leicht als ‚weg‘ über die Lippen geht, bleibt nicht ohne Konsequenzen für unser Bild von der Natur: Wenn tatsächlich Dinge verschwinden, ist ja deren Entsorgung erst gar kein Thema mehr. Auch das Sorge-Tragen für Dinge, die weg sind, entfällt. Mit folgendem einfachen Experiment kann ein erster Zugang zu der Erkenntnis gelegt werden, dass Stoffe nicht einfach verschwinden: Dazu löst man einfach etwas Zucker oder Salz in Wasser – ein alltägliches Experiment, bei dem die wässrige Lösung scheinbar frei von Salz bzw. Zucker zu sein scheint. Dieser Lösevorgang kann noch variiert werden, indem die Wassertemperatur erhöht wird. Dabei lässt sich beobachten, wie diese uns so vertrauten Lebensmittel in heißem Wasser deutlich schneller ‚verschwinden‘ als in kaltem. In einem folgenden Experiment kann dann gezeigt werden, dass das Salz nach Verdunsten des Wassers wieder als Feststoff gewonnen werden kann.²

² Mit Zuckerwasser sollte dieses Experiment nicht durchgeführt werden, da Zucker schnell karamellisiert.

Sprache

Eine zweite wichtige Säule spielt bei der frühkindlichen Heranführung an Naturphänomene neben dem Begreifen durch Experimentieren die Sprache bzw. das Potenzial, das sich für eine Sprachförderung durch das naturwissenschaftliche Experimentieren bietet.

Es gibt in viererlei Hinsicht Schnittstellen zwischen Sprache und Naturwissenschaftsvermittlung:

Im Zusammenhang mit der Durchführung eines Experiments, also der ersten handlungsorientierten Annäherung an Naturphänomene, steht die Benennung der zur Durchführung des Versuchs erforderlichen Gegenstände. Ist es ein Glas oder ein Becher, der zum Versuch verwendet wird? Steht eine Kerze oder ein Teelicht zur Verfügung und wird das Wasser in einem Topf oder einer Schüssel bereitgestellt? Auch die Diskussion über den möglichen Versuchsverlauf bietet Sprachanlässe, bei denen es auf die genaue Ausdrucksweise ankommt, sonst nimmt das Experiment evtl. nicht den gewünschten Verlauf. Sprachorientiert sind zudem auch die Formulierung der Fragen an die Natur und erste von den Kindern geäußerte Mutmaßungen.

Die Bemühungen der Kinder zu begründen, wie sie warmes Wasser allein optisch von kaltem unterscheiden, zeigt die folgende Sammlung an Antworten, die im Rahmen eines Forschungsprojekts zur Untersuchung des frühkindlichen intuitiven Wissens erhoben wurden (Krahn 2006):

„... wegen hier ist Luft, von heißem Wasser kriegt man diese Luft.“ (Burcu, 5 Jahre)

„... weil das da so ein bisschen dampft.“ (Jan, 5 Jahre)

„... da sind kleine Tropfen von das warme Wasser.“ (Anton, 5 Jahre)

„... weil das hier so'n bisschen hat wie anhauchen.“ (Vanessa, 4 Jahre)

Wenn ein Naturphänomen und das entsprechende Experiment im Sinne der narrativen Didaktik in einen Rahmen eingebettet wird, indem eine Geschichte erzählt wird (Storytelling), ist der Sprachbezug erneut gegeben. Durch das Geschichtenerzählen wird das episodische Gedächtnis der Kinder mit einbezogen und eben nicht nur das Faktengedächtnis bemüht, das gewohnthermaßen bei der Naturwissenschaftsvermittlung zum

Zuge kommt. Untersuchungsergebnisse einer narrativen Naturwissenschaftsvermittlung von Kubli sind überzeugend (Kubli 2002, S. 96 ff.; vgl. auch Lück 2006 und Lück 2007).

Auch die Deutung des Naturphänomens ist naturgemäß ausschließlich sprachgebunden. Diese sprachliche Komponente der Naturwissenschaftsvermittlung enthält noch weitergehende Dimensionen, wenn metaphorische Darstellungen – etwa in Form von Animismen bzw. Anthropomorphismen – gewählt werden. So stellen Formulierungen wie ‚Die Kerze frisst Luft‘ oder ‚Das Wasser und das Öl mögen sich nicht‘ eine kindgerechtere und verständlichere Beschreibung der naturwissenschaftlichen Hintergründe dar (Lück 2001).

Entwicklungs- und kognitionspsychologische Konzepte

Wenn heutzutage Naturphänomene der unbelebten Natur und vor allem ihre Deutung in Kindergärten zu kurz kommen, so wird häufig das Argument vorgebracht, dass Vorschulkinder kognitiv überfordert seien, kausale Zusammenhänge zu verstehen. Dieses Argument stützt sich im Wesentlichen auf den Entwicklungspsychologen Jean Piaget, dessen Stadientheorie und Konzept der Äquilibration wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung von Bildungskonzepten für alle Altersstufen hatten. Im Kindergartenalter – so das Ergebnis seiner empirischen Untersuchungen – befänden sich die Kinder noch in einer sogenannten präoperationalen, d. h. vorlogischen Entwicklungsstufe, in der kausale Zusammenhänge, also die für die Naturwissenschaften so grundlegenden Wenn-dann-Beziehungen, unverständlich blieben. Dass die naturwissenschaftlichen Fächer Chemie und Physik in vielen Ländern erst in der 7. oder 8. Klasse eingeführt werden, geht auf Piagets Untersuchungsergebnisse zurück, nach denen die formal-operationale Phase erst im Alter von 12 bis 13 Jahren erreicht werde und deren Erlangen eben für das Verständnis subatomarer Zusammenhänge oder abstrakter mathematischer Formeln vorausgesetzt werden müsse. Inzwischen sind Zweifel an der Gültigkeit der Piagetschen Untersuchungen, die mehr als ein halbes Jahrhundert zurückliegen, laut geworden: Zum einen geht man davon aus, dass im Unterschied zu früher eine Akzelerierung der kognitiven Phasen einsetzt. Zu

den Vertretern dieser Auffassung zählen beispielsweise Nowak oder Collins, der gezeigt hat, dass sogar schon Vierjährige die konkret-operationale Stufe erreichen, in der Wenn-dann-Beziehungen nachvollzogen werden können (Nowak 1990, S. 941; Collins 1984, S. 73 f.). Auch im Hinblick auf den Zeitpunkt für das Erreichen der formal-operationalen Phase gibt es Kritiker, zeigen doch heutige Untersuchungen, dass diese Phase erst von einem Viertel der 15- bis 16-jährigen Gymnasialschüler erlangt wird (Gräber 1984, S. 257 f.). Und schließlich gibt es handfeste Kritik am Untersuchungsdesign selbst, etwa von Donaldson, in ihrem Buch „Wie Kinder denken“ (Donaldson 1982).

Ganz anders als Piaget sieht der Entwicklungspsychologe Erik Erikson im Vorschulalter die günstigste Zeit in der Entwicklung eines Menschen, um das Kind mit den Dingen seiner Umgebung vertraut zu machen und an eine Deutung der Phänomene heranzuführen.

In der Entwicklungsphase des Spielalters, in dem die motorischen Fähigkeiten bereits gut ausgebildet sind und das Sprachvermögen so weit entwickelt ist, dass auch differenzierte Aussagen formuliert werden können, besteht das wohl charakteristischste Merkmal in dem Wunsch des Kindes, am Erwachsenenleben teilzunehmen (– häufig begleitet durch die Warum-Fragen). Verbunden damit ist die Bereitschaft, sich mit den Erwachsenen zu messen, vor allem natürlich mit den Eltern. Entsprechend groß ist die Wissbegier und Zuwendung zu den Dingen.

Wie entscheidend gerade das Spielalter für eine Hinführung zu Naturphänomenen ist, bringt Erikson mit folgenden Worten auf den Punkt:

„Die Weisheit des Grundplans will es, daß das Individuum gerade zu dieser Zeit mehr als zu jeder anderen bereit ist, schnell und begierig zu lernen, „groß“ zu werden in dem Sinne, daß es an Pflichten und Leistung mehr noch als an Macht teilhaben möchte, und zwar so, daß es sich jetzt nicht mehr nur den Menschen, sondern auch der Dingwelt zuwendet. Jetzt (...) ist es instande und willig, sich dem Lehrer oder anderen Idealgestalten anzuschließen“ (Erikson 1994, S. 96).

Bei den 13- bis 14-jährigen, die heutzutage in die Fächer Chemie und Physik eingeführt werden, scheint der beste Zeitpunkt dagegen verpasst zu sein, denn für sie stehen – auf der Schwelle zum Erwachsenenwerden –

eher soziologische Fragestellungen im Mittelpunkt – auch wenn bei einigen schon die formal-operationale Phase erreicht wurde.

Intuitive Zugänge zu Naturphänomenen

Ein weiteres Argument für eine frühzeitige Heranführung an Phänomene der unbelebten Natur liegt in der Tatsache, dass Kinder ohnehin schon sehr früh einen intuitiven Zugang zu physikalischem Wissen entwickeln (vgl. Sodian 1995, S. 622 ff.). Auch wenn zu diesem früh angelegten Wissen – auch bereichsspezifisches Wissen genannt – noch viele Fragen offen sind und beispielsweise zu chemischem Wissen bislang noch überhaupt keine empirischen Untersuchungen vorliegen, so kann doch davon ausgegangen werden, dass dieses Wissen durch gezielte Förderung vertieft und ausgebaut werden könnte.

Da die bereichsspezifische Forschung bislang nur eine Fülle von sehr genauen Untersuchungen zu Einzelaspekten hervorgebracht hat, kann hier keine zusammenhängende Darstellung der Forschungsergebnisse erfolgen, sondern lediglich an wenigen Beispielen das Phänomen des intuitiven Wissens aufgezeigt werden.

Jüngere Ergebnisse aus der Säuglingsforschung belegen, dass schon drei bis vier Monate alte Kinder ein physikalisch unmögliches Ereignis (ein Ball sinkt durch eine Tischplatte) länger betrachten als ein physikalisch mögliches (Ball bleibt auf der Tischplatte liegen) (vgl. Baillargeon 1991; Speke 1994).

Auch ein elementares Verständnis von Kausalität lässt sich nach Untersuchungen von Leslie und Keeble schon bei Säuglingen nachweisen. So wie es für Erwachsene kausalllogisch ist, dass eine Billardkugel, die auf eine zweite trifft, diese in Bewegung versetzt, erwarten auch schon Kinder im Alter von sechs Monaten, dass ein Klötzchen, das ein zweites mit Schwingung berührt, letzteres zur Fortbewegung veranlasst. Wird nun die Versuchsanordnung so modifiziert, dass das Klötzchen stattdessen ein zweites Klötzchen anzieht, also die kausale Beziehung umgekehrt wird, verfolgen die Kinder diesen Versuchsablauf mit verstärkter Aufmerksamkeit, woraus die Autoren auf eine Überraschung der Kinder über den un-erwarteten Verlauf schließen (Leslie & Keeble 1987, S. 265 ff.).

Bereits im Alter ab vier Jahren sind Kinder in der Lage, zwischen materiell und immateriell zu unterscheiden (Estes et al. 1989, S. 41 ff.). Nach empirischen Untersuchungen wissen Vorschulkinder bereits, dass Gegenstände nicht allein durch Gedanken eine Veränderung erfahren können und andere keinen Einblick in eigene Träume und Fantasiebilder haben.

Wenn es sich bei den hier ausgewählten Beispielen auch nur um basale Zugänge zu Naturphänomenen handelt, so geben sie doch einen Hinweis darauf, dass Kinder schon sehr früh eine Annäherung an die Deutung von Naturphänomenen suchen, so dass eine Förderung auf fruchtbaren Boden fällt.

Die Bedeutung der intrinsischen Motivation

Auch motivationale Aspekte sprechen für eine frühe Heranführung an die Naturwissenschaften: Vermittlungsprozesse im Elementarbereich unterscheiden sich von Lernprozessen im Schul- und Bildungssystem vor allem dadurch, dass sie keinem direkten Beurteilungs- und Leistungssystem unterliegen. Dies bleibt nicht ohne Folgen für die Motivation: Grundsätzlich wird zwischen zwei Formen der Motivation unterschieden: der intrinsischen und der extrinsischen (vgl. Deci & Ryan 1993, S. 225; Krapp 1999, S. 388). Die intrinsische Motivation ist durch einen von ‚innen‘ gesteuerten Lernantrieb gekennzeichnet. Kindliches Neugierverhalten, Spontanität und Interesse an den unmittelbaren Gegebenheiten der Umwelt gelten geradezu als Prototypen der intrinsischen Motivation. Sie ist frei von äußeren Anstößen wie Versprechungen oder Drohungen und nach Csikszentmihalyi, einem amerikanischen Psychologen, durch die spontane Erfahrung, die durch freudvolles Tun hervorgerufen wird, gekennzeichnet (Csikszentmihalyi 1992, S. 20 ff.). Dagegen wird die extrinsische Motivation durch äußere Faktoren wie Leistungsbeurteilung oder Lob und Tadel beeinflusst. Sie tritt in der Regel nicht spontan auf und wird in der Absicht durchgeführt, eine von der Handlung getrennte Konsequenz zu erzielen, eben Lob oder Bestätigung. Ob nun die Anregungen vom Kind selbst oder von außen kommen, ist für den ‚Lernerfolg‘ gravierend.

Die Psychologen Schiefele und Schreyer haben 1994 Untersuchungen durchgeführt, in denen der Zusammenhang zwischen Motivation und Erfolg im Mittelpunkt stand. Sie kommen dabei zu dem eindeutigen Ergebnis, dass intrinsische Orientierung im Durchschnitt mit höherer Leistung korreliert als extrinsische Motivation (Schiefele & Schreyer 1994, S. 8 f.). Dieses Phänomen, das auch im späteren Berufsleben, in dem Eigenmotivation allzu oft durch Leistungsbeurteilungen und Gehaltsanpassungen verschüttet wird, bleibt nicht ohne Folgen auf die Leistungsqualität.

Eigene Untersuchungsergebnisse zu Interesse, Erinnerungsfähigkeit und Langzeitwirkung

Die Etablierung der naturwissenschaftlichen Bildung im Elementarbereich steht und fällt mit der Resonanz der Kinder auf die Hinführung zu Experimenten der unbelobten Natur. Obwohl – wie eingangs beschrieben – Naturphänomene zu Physik und Chemie schon hin und wieder in Kindergärten durchgeführt wurden und im Saarland die Ausbildungsinhalte an den Sozialfachschulen schon seit langem hohe Anteile an Naturwissenschaftsvermittlung vorsehen, wurden systematische Untersuchungen zur Akzeptanz, Erinnerungsfähigkeit und Langzeitwirkung bislang nicht durchgeführt.

In eigenen empirischen Untersuchungen wurden erste Ergebnisse ermittelt, die im Folgenden vorgestellt werden:

Akzeptanz

Eine der ganz entscheidenden Fragestellungen ist das Interesse der Kindergartenkinder an den Experimenten und ihren Deutungen, denn sollten die Kinder kein Interesse an diesen Dingen zeigen, wären sicherlich die nachfolgenden Fragen – Erinnerungsfähigkeit und Langzeitwirkung – ohne überzeugende Ergebnisse.

Als Hinweis für eine positive Akzeptanz bzw. ein erstes aufkeimendes Interesse für Naturphänomene wurde die freiwillige Teilnahme der Kin-

dergartenkinder an naturwissenschaftlichen Experimentierangeboten gewählt, nachdem sie bereits an ein erstes Experiment herangeführt wurden. Trotz konkurrierender Angebote, mit deren Hilfe ausgeschlossen werden konnte, dass die Kinder nur aus Gründen der Abwechslung an den Experimentierangeboten teilnahmen, nahmen rund 70 Prozent der Kinder ab fünf Jahren teil (Lück 2000a, S. 153 ff.).

Erinnerungsfähigkeit

Die Kinder wurden ein halbes Jahr nach Beginn der Experimentierreihen in Einzelinterviews zu Aufbau, Durchführung und Deutung des Experiments befragt. Rund 30 Prozent der Experimente konnte von den Kindern ohne Hilfestellung nicht nur in der Durchführung, sondern einschließlich der naturwissenschaftlichen Deutung erinnert werden. Weitere 20 Prozent der Experimente wurden erinnert, wenn kleine Hilfestellungen gegeben wurden. Diese Ergebnisse zeigten sich quer durch alle sozialen Schichten, was ein Hinweis darauf ist, dass eine frühzeitige Heranführung an die Naturphänomene von allen Kindern gleichermaßen möglich ist und Sprachbarrieren oder geringe Förderung seitens des Elternhauses kein Hinderungsgrund sind, einen ersten Zugang zu Naturphänomenen zu erhalten.

Dafür sprechen auch langjährige Beobachtungen, die mit verhaltensauffälligen und zahlreichen behinderten Kindern unterschiedlicher Behinderung gemacht wurden. Stets fallen große Aufmerksamkeit und Konzentration auf das Naturphänomen auf, so dass diesem Thema derzeit im Rahmen von empirischen Untersuchungen besondere Aufmerksamkeit gewidmet wird.

Langzeitwirkung

Bislang konnten noch keine eigenen Longitudinalstudien durchgeführt werden, da diese nicht nur – wie der Name sagt – zeitaufwendig sind, sondern zudem auch hohe Forschungskosten verursachen. Indirekt konnten über Bewerbungsunterlagen von Abiturienten, die sich für ein

Chemiestudium entschieden haben, Informationen über die Langzeitwirkung frühkindlichen naturwissenschaftlichen Einflusses ermittelt werden. Die 1345 Bewerber für ein Stipendium des Fonds der Chemischen Industrie wurden aufgefordert, die Wahl ihres zukünftigen Studiums zu begründen. 22 Prozent der Bewerberinnen und Bewerber gaben an, bereits in der frühen Kindheit – insbesondere durch Familienmitglieder – für die Naturwissenschaften interessiert worden zu sein – nach der Einführung des Fachs Chemie in der Sekundarstufe I (45 Prozent) die mit Abstand häufigste Nennung!

Fazit

Vieles weist darauf hin, dass Kinder schon im frühen Kindesalter an Phänomene der unbelibten Natur interessiert sind. Nicht nur die ‚Wahrum-Fragen‘, sondern auch die hohe Akzeptanz von Medien mit naturwissenschaftlichen Inhalten zeigen, dass vom Kind ausgehend ein Interesse an der Beantwortung seiner Fragen zu Naturphänomenen besteht. Auch entwicklungspsychologische Aspekte sowie jüngste empirische Untersuchungen stützen diese These.

Inzwischen hat der Elementarbereich auf das ausgeprägte Naturwissenschaftsinteresse der Kindergartenkinder reagiert: Nicht mehr nur Themen der belebten Natur werden in den Bildungsvereinbarungen berücksichtigt, sondern auch Themen aus der Welt der Chemie und Physik.

Für viele Pädagoginnen und Pädagogen im Elementarbereich bedeutet die Umsetzung des Bildungsbereichs Natur der Bildungsvereinbarungen eine Hürde, weil in der Ausbildung noch zu wenig auf chemische und physikalische Zusammenhänge eingegangen wurde. Qualifizierte Fortbildungen können hier weiterhelfen, aber noch gibt es keine Zertifizierung der vielfältigen Fortbildungsangebote, so dass neben ausgezeichneten Veranstaltungen auch überreute und inhaltsleere Angebote den Markt bestimmen.

Eine Neuorientierung der Curricula für Sozialfachschulen, wie sie derzeit bereits oft diskutiert wird, ist vielversprechend. Auch die Sozialfachhochschulen setzen mit Modulen zur Naturwissenschaftsvermittlung

lung inzwischen Maßstäbe, die auf eine qualifiziertere Ausbildung für Pädagogen des Elementarbereichs hoffen lassen.

Literatur

- Baillargeon, Renée & Julie de Vos (1991): Object permanence in young infants. *Furthel evidence*. In: *Child development*. 62. Jg., S. 1227–1246
- Collins, Andrew (Hrsg.) (1984): *Development during middle childhood. The years from six to twelve*. Washington DC: National Academic Press
- Csikszentmihalyi, Mihaly (1992): *Flow: Die sieben Elemente des Glücks*. In: *Psychologie heute*. 1. Jg., S. 20–29
- Day, Peter (1994): *The Royal Institution – creating and communicating science*. In: *Physics world*. 6, S. 409
- Deci, Edward L. & Ryan, Richard, M. (1993): Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. In: *Zeitschrift für Pädagogik*. 39. Jg., Nr. 2, S. 223–238
- Donaldson, Margaret (1982): *Wie Kinder denken. Intelligenz und Schilversagen*. Bern: Huber
- Elschenbroich, Donata (2001): *Weltwissen der Siebenjährigen. Wie Kinder die Welt entdecken können*. München: Kunstmann
- Erikson, H. Erik (1994): *Identität und Lebenszyklus*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp (Titel der Originalausgabe: *Identity and the Life Cycle*; erstmals 1959 im Englischen erschienen)
- Estes, D.; Wellman, H. M. & Woodley, J. D. (1989): *Children's understanding of mental phenomena*. In: Hayne W. Reese (Hrsg.): *Advances in child development and behavior*. Vol. 21. New York: Academic Press, S. 41–87
- Faraday, Michael (1980): *Naturgeschichte einer Kerze. Mit einer Einleitung und Biographie von Peter Buck*. Bad Salzdetfurth: Verlag Barbara Franzbecker
- Feierabend, Sabine & Klingler, Walter (2001): *Was Kinder sehen. Eine Analyse der Fernsehnutzung von Drei- bis 13-jährigen*. *Media Perspektiven* 5/2002, S. 221 ff.
- Gräber, Wolfgang & Stork, Heinrich (1984): *Die Entwicklungspsychologie Jean Piagets als Mahnerin und Helferin des Lehrens im naturwissenschaftlichen Unterricht*. Teil 2. In: *MNU*. 37 Jg., Nr. 5, S. 257–269
- Krahn, Sonia (2006): *Untersuchungen zum intuitiven naturwissenschaftlichen Wissen von Kindern im Alter zwischen zwei und sieben Jahren*. Dissertation, Universität Bielefeld, Fakultät für Chemie, Arbeitskreis Didaktik der Chemie

- Kubli, Fritz (2002): *Plädoyer für Erzählungen im Physikunterricht*. Köln: Aulis Verlag Deubner
- Kubli, Fritz (2005) *Mit Geschichten und Erzählungen motivieren – Beispiele für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht*. Köln: Aulis Verlag Deubner
- Leslie, A. M. & Keeble, S. (1987): *Do six-month-old infants perceive causality?* In: *Cognition*, 25. Jg., S. 265–288.
- Lück, Gisela (2000a): *Naturwissenschaften im frühen Kindesalter. Untersuchungen zur Primärbegegnung von Vorschulkindern mit Phänomenen der unbelobten Natur*. In: *Naturwissenschaften und Technik – Didaktik im Gespräch*. Bd. 33, LIT: Münster
- Lück, Gisela (2000b): *Leichte Experimente für Eltern und Kinder*. Freiburg: Herder
- Lück, Gisela (2001): *Wenn die unbelebte Natur im Sachunterricht beseelt wird. Die Rolle der Animismen im Vermittlungsprozess*. In: *Wissen, Können und Verstehen – über die Herstellung ihrer Zusammenhänge im Sachunterricht*. Hrsg. von Joachim Kahler und Elke Inckermann. *Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts*, Bd. 11. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, S. 149–159.
- Lück, Gisela (2003): *Handbuch der naturwissenschaftlichen Bildung. Theorie und Praxis für die Arbeit in Kindertageseinrichtungen*. Freiburg: Herder
- Lück, Gisela (2006): *Geschichten erzählen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. Ein Plädoyer für eine narrative Didaktik*. In: *Grundschule*, Heft 3, S. 43–45.
- Lück, Gisela (2007): *Forschen mit Fred*. Oberursel: Finken-Verlag
- Pfeifer, Peter; Lutz, Bernd & Bader, Hans Joachim (Hrsg.) (2002): *Konkrete Fachdidaktik Chemie*. München: Oldenbourg Schulbuchverlag GmbH
- Piaget, Jean (1978): *Das Weltbild des Kindes*. Stuttgart: Klett-Cotta/J.G. Cotta'sche Buchhandlung Nachfolger (Ersterscheinung 1926)
- Risch, Björn (2006): *Entwicklung eines an den Elementarbereich anschließenden Sachunterrichts mit Themen der unbelobten Natur*. Göttingen: Cuvillier Verlag
- Risch, Björn & Lück, Gisela (2004): *Stiefkinder des Sachunterrichts. Lehrplananalyse des naturwissenschaftlichen Anfangsunterrichts*. In: *Grundschule*, Heft 10, S. 63–66
- Sacks, Oliver (2002): *Onkel Wolfram. Erinnerungen*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt
- Schiefele, Ulrich & Schreyer, Inge (1994): *Intrinsische Lernmotivation und Lernen. Ein Überblick zu Ergebnissen der Forschung*. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*. 8. Jg., Nr. 1, S. 1–13

- Sodian, Beate (1995): Entwicklung bereichsspezifischen Wissens. In: Rolf Oerter & Leo Montada (Hrsg.): *Entwicklungspsychologie*. Weinheim: Beltz, S. 622-653
- Spelke, Elizabeth S.; Katz, Gary; Prucell, Susan E.; Ehrlich, Sheryl M. & Breinlinger, Karen (1994): Early knowledge of object motion: Continuity and inertia. In: *Cognition*. 51. Jg., S. 131-176