

Rita Braches-Chyrek  
Charlotte Röhner  
Heinz Sünker  
Michaela Hopf (Hrsg.)

# Handbuch

## Frühe Kindheit



Verlag Barbara Budrich

## Frühe naturwissenschaftliche Bildung

Frühe naturwissenschaftliche Bildung wird in den letzten Jahren von verschiedenen Seiten gefordert. Die Gründe dafür sind vielschichtig und können in erster Linie in der verstärkten Technisierung der Gesellschaft gesehen werden, bei der die Naturwissenschaften im weitesten Sinn die Grundlagenwissenschaften bilden. Während die Industrie fehlenden Nachwuchs beklagt, stellen internationale Schulvergleichsstudien ein ernüchterndes Abschneiden der deutschen Schülerinnen und Schüler in Naturwissenschaften fest. Die Debatten darüber, wie diese Defizite behoben werden könnten, nehmen insbesondere die frühe Bildung in den Blick. Diese soll frühzeitig die Voraussetzungen für eine Verbesserung naturwissenschaftlicher Leistungen in späteren Bildungsstufen schaffen, indem sie bereits Kinder im Vorschulalter an naturwissenschaftliche Fragen heranführt.

Wenn die frühe Bildung sich dieser Aufgabe stellen will, müssen zunächst zwei Fragen geklärt werden: WELCHES sind die Besonderheiten der Lernmöglichkeiten junger Kinder in Bezug auf Naturwissenschaften und WAS sollen die jungen Kinder lernen, d.h. welche Bereiche der Naturwissenschaften bilden sinnvolle Angebote in der frühen naturwissenschaftlichen Bildung? Diese beiden Fragen hängen eng zusammen und können eigentlich erst beantwortet werden, wenn die Forschung in diesem Bereich, die noch in ihren Anfängen steckt, weiter fortgeschritten ist. Dennoch sollen diese beiden Fragen im Folgenden mit dem Ziel diskutiert werden, Herausforderungen und Chancen der frühen naturwissenschaftlichen Bildung zu erörtern.

Über die Frage, was Schülerinnen und Schüler im Bereich der Naturwissenschaften lernen sollen, besteht von Seiten der internationalen fachdidaktischen Diskussion und der Gestalter von Curricula und Bildungsplänen ein weitgehender Konsens, wobei das Konzept der *scientific literacy* im Mittelpunkt steht. Dieses orientiert sich am Ziel einer naturwissenschaftlichen Grundbildung, die lebenslanges anschlussfähiges Lernen ermöglichen soll. Im Zentrum steht dabei die Befähigung der Menschen, eine Welt zu verstehen und mitzugesten, die stark von Naturwissenschaften und Technik geprägt ist (Bybee 1997; Labudde/Möller 2012). Ausgehend davon sind der Aufbau von naturwissenschaftlichem Wissen und der Aufbau von Denk- und Arbeitsweisen zentrale Kompetenzbereiche, in welche die frühe naturwissenschaftliche Bildung einführen soll. Ebenfalls gefordert wird die Entwicklung von Interesse, Partizipation und Selbstvertrauen bezüglich der Naturwissenschaften. Diese Ansprüche spiegeln sich auch in den Bildungsplänen für frühes naturwissenschaftliches Lernen, wobei hier in erster Linie eine Darstellung der Aufgaben der Kindertageseinrichtungen geleistet und die Angabe von anzustrebenden Kompetenzen eher vermieden wird (Diskowski 2008). Beispiele hierfür sind Beschreibungen wie „die Kinder können naturwissenschaftlich-technische Zusammenhänge durch Ausprobieren erfahren“, „Kinder staunen über Alltags- und Naturphänomene und werden sprachlich begleitet und bestärkt“ (Kultusministerium Baden-Württemberg 2011) oder „um die Kinder im Vorschulalter zur Auseinandersetzung mit biologischen, physikalischen und anderen naturwissenschaftlichen Themen anzuregen, wenden sich Erzieherinnen den Phänomenen zu, die offen vor ihnen liegen“ (Ministerium für Schule und Weiterbildung NRW & Ministerium für Familie NRW 2003: 20). In den kürzlich in NRW verfassten Bildungsgrundsätzen, die eine Verbindung der unterschiedlichen Aufträge von Kindertageseinrichtungen und Grundschulen anstreben, werden für den naturwissenschaftlich-technischen Bereich Bildungsmöglichkeiten gefordert, mit denen den Kindern z.B. die Gelegenheit gegeben werden soll, „Vorgänge in der Natur zu beobachten, sie genau zu beschreiben und daraus Fragen abzuleiten“

(Ministerium für Schule und Weiterbildung NRW & Ministerium für Familie NRW 2011: 62).

Wie diese illustrierenden Einblicke zeigen, ist die Beschreibung der Aufgabenbereiche von Kindertageseinrichtungen im naturwissenschaftlich-technischen Bereich so allgemein gehalten, dass von den Erzieherinnen und Erziehern großes Wissen und viel Können verlangt werden, um sinnvolle Angebote in diesem Lernbereich zu gestalten. Gängiges Lehrmaterial scheint die Erzieher(innen) in ihrer Aufgabe jedoch nicht ausreichend zu unterstützen: Analysen im Hinblick auf das didaktische Potential von Experimentierbüchern haben ergeben, dass deren Nutzen für die Verwendung im Kindergarten durchaus kritisch zu betrachten ist, da der didaktische Gehalt als eher gering eingeschätzt wird (Lankes/Steffensky/Carstensen 2011). Diese Überlegungen weisen darauf hin, dass zwar Einigkeit hinsichtlich der Ziele früher naturwissenschaftlicher Bildung vorhanden ist, kaum aber Konsens darüber besteht, wie konkrete Angebote in der frühen naturwissenschaftlichen Bildung gestaltet werden sollen. Wenn aber die Wahrscheinlichkeit, diese Ziele zu erreichen, erhöht werden soll, müssen die Bereiche und Ziele früher naturwissenschaftlicher Bildung im Hinblick auf die Zielgruppe der jungen Kinder weiter präzisiert werden. Dazu müssen zunächst die entwicklungs- und lernpsychologischen Besonderheiten, die für das naturwissenschaftliche Lernen der jungen Kinder relevant sind, in den Blick genommen werden.

### Relevante lern- und entwicklungspsychologische Bedingungen

Hinsichtlich der für das naturwissenschaftliche Lernen junger Kinder relevanten lern- und entwicklungspsychologischen Grundlagen wird im Folgenden unterschieden zwischen Bedingungen, die in allen Domänen bedeutsam sind und Bedingungen, die zwar auch in anderen Lernbereichen eine zentrale Rolle spielen, aber auf das Lernen der Naturwissenschaften im engeren Sinn bezogen werden können. Domänenübergreifend wird hier auf das Arbeitsgedächtnis und die Motivation eingegangen; domänenspezifisch werden Erkenntnisse zum expliziten und impliziten Vorwissen, zum „conceptual change“ sowie zur „theory of mind“ erörtert.

Das Arbeitsgedächtnis ist bei jungen Kindern bedeutsamen Entwicklungen unterworfen (Hasselhorn/Grube 2006). Insbesondere entwickeln sich die vom Arbeitsgedächtnis gesteuerte Richtung der Aufmerksamkeit auf relevante Information und ihre Anbindung an bestehendes Wissen sowie das Ausblenden irrelevanter Informationen: die Kinder können z.B. in einer großen Gruppe nur ungenügend die Aufmerksamkeit auf die sprechende Person richten, sondern werden durch andere Dinge, die im Sitzkreis vor sich gehen, schnell abgelenkt. Eng damit verbunden ist die Entwicklung der Selbstregulation bezüglich der Emotionen und der selektiven Anwendung von Strategien. Diese Fähigkeiten sind eine wichtige Grundlage für zielgerichtetes Handeln, das sich bei jungen Kindern noch in Entwicklung befindet. Dazu kommt die beschränkte sprachliche Aufnahmekapazität des Arbeitsgedächtnisses; so ist insbesondere die Größe und Verarbeitungskapazität des phonetischen Speichers noch begrenzt (Hasselhorn/Gold 2006). Diese ist dafür verantwortlich, dass Kinder kaum von ausgedehnter sprachlicher Wissensvermittlung in der großen Gruppe (Frontalunterricht) profitieren können. Handlungsorientierte Lerngelegenheiten entlasten dagegen durch ihre Sichtbarkeit und Erfahrbarkeit das Arbeitsgedächtnis und erlauben situationsspezifische sprachliche Unterstützung durch die Lehrperson oder durch andere Kinder. Werden

diese in Kleingruppen angeboten und begleitet, ist das Ablenkungspotential geringer und die Aufmerksamkeit kann eher auf den relevanten Inhalt gelenkt werden.

Um Lernprozesse zu initiieren und aufrecht zu erhalten ist Motivation entscheidend. Sie ist eng gekoppelt mit Kompetenzüberzeugungen und Selbstwirksamkeitserwartungen, die bei jüngeren Kindern erst ab ungefähr dem sechsten Lebensjahr realistischer werden. Der noch unzureichend entwickelte Realismus bewirkt einerseits, dass Vorschulkinder denken, dass sie alles können, wenn sie sich nur genügend anstrengen; andererseits resultieren hieraus hohe Motivation, Interesse und Lernfreude, die für das Lernen in diesem Alter prägend sind und in Lernangeboten genutzt werden können. Conezio und French (2002) schätzen das natürliche Interesse und die spontane Neugierde der Kinder als Ausgangspunkt des Lernens von Naturwissenschaften ein. Obwohl es in der Forschung Schwierigkeiten gibt, Neugierde und Interesse zu operationalisieren, wurden insbesondere in den USA Interventionen erarbeitet, die die Kinder unterstützen sollen, ausgehend von ihrer „natürlichen“ Neugierde frühe Formen naturwissenschaftlichen Wissens und naturwissenschaftlicher Argumentationsweisen zu entwickeln, beispielsweise indem den Kindern einschlägige Spiele und Aktivitäten angeboten werden, wobei darauf geachtet wird, dass erwachsene Personen die Angebote angemessen begleiten (Klahr/Zimmerman/Jirout 2011).

Die oben angesprochenen Bedingungen der Nutzung des Arbeitsgedächtnisses halten Kinder keineswegs vom Lernen ab: Schon junge Kinder können abstrakte Aufgaben lösen, falls sie genügend Gelegenheiten hatten, Vorwissen im Bereich dieser Aufgaben aufzubauen (Stern 2003). Das Ausmaß, die Vernetzung und die domänenpezifische Korrektheit des Vorwissens spielen eine bemerkenswerte Rolle sowohl für den Erwerb weiteren naturwissenschaftlichen inhaltlichen Wissens als auch für den Erwerb von naturwissenschaftlichen Argumentationsfähigkeiten. Die Anregung von Wiederholungen und Vertiefungen in einer bestimmten Wissensdomäne ermöglicht den Aufbau einer soliden Wissensbasis, die wiederum die Identifikation von relevanten neuen Informationen erlaubt. Dabei ist zwischen explizitem und implizitem (Vor-)Wissen zu unterscheiden. Explizites Wissen ist mitteilbar und kann beispielsweise sprachlich oder in eine Skizze gefasst werden. Implizites Wissen wird auch „*tacit knowledge*“ – stummes Wissen – genannt; es ist nur schwer in explizites Wissen zu überführen. Oft ist es als „*Körperwissen*“ abrufbar. Wissensdissoziationen, also qualitativ verschiedenes explizites und implizites Wissen, sind die Regel insbesondere im Bereich Physik (Kraft, Bewegung, Raumorientierung) (Wilkening/Huber/Cacchione 2006). Kinder haben z.B. Schwierigkeiten, in gekippt dargestellten Gläsern die Wasseroberfläche horizontal einzuziehen, sind aber eher in der Lage, Wassergläser mit unterschiedlichem Durchmesser und vorgestellter gleicher Füllhöhe so zu kippen, dass nur ein kleiner Tropfen Wasser auslaufen würde (Schwartz/Black 1999).

Das angeführte Beispiel zur Einschätzung der Wasseroberfläche illustriert die im Rahmen der sog. Präkonzeptforschung gewonnene Erkenntnis, dass das Vorwissen der Kinder keineswegs immer korrekt ist (Carey 2000). Kinder haben vielfältige eigene alternative Erklärungen (sog. Präkonzepte) entwickelt, die sie zur Interpretation von wahrgenommenen Phänomenen nutzen; beispielsweise glauben sie, dass große, schwere Baumstämme oder dünne Holzbretter mit Löchern sinken würden (Stern/Möller/Hardy et al. 2002). Solche Vorstellungen sind häufig so stark verankert, dass sie resistent gegenüber traditioneller Instruktion sind. Sie müssen deshalb sorgfältig und in einem graduellen Prozess umstrukturiert werden, indem die Kinder zu einem „conceptual change“ angeregt werden. Diese Umstrukturierung erreicht bei jungen Kindern kaum das Niveau wissenschaftlicher Vorstellungen. Dennoch kann und soll schon früh damit begonnen werden, Zwischenstufen naturwissenschaftlicher Vorstellungen anzubahnen (Vosniadou 2008). Zum Beispiel kann das Materialkonzept als alltagstaugliches Vorkonzept zum Dichte- und Auftriebskonzept aufgebaut werden (Leuchter/Saalbach/Hardy 2011). Es zeigte sich allerdings, dass Lernfort-

schritte strukturierte Lernangebote voraussetzen und der Unterstützung durch die Begleitpersonen bedürfen (Möller/Jonen/Hardy et al. 2002). Auch wenn durch solche Umstrukturierungen Fortschritte in der Entwicklung naturwissenschaftlichen Wissens bereits bei jüngeren Kindern möglich sind, bleibt das erworbene Wissen bereichsspezifisch und ist nicht auf andere Wissensbereiche übertragbar.

Der Erwerb von Wissen über mentale Zustände, Absichten und Überzeugungen von sich und anderen Personen ist eine wichtige Voraussetzung für die Ausbildung von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen, wie z.B. für die Experimentierfähigkeit (Kuhn 2009). Die Forschung zur Entwicklung der sogenannten „theory of mind“ zeigt, dass die Fähigkeit von Kindern, die eigene Perspektive als subjektiv zu erkennen und auf den Wissensstand von anderen Menschen Bezug zu nehmen, sich erst zwischen dem vierten und dem sechsten Lebensjahr entwickelt (Sodian/Thoermer 2006). Mit vier Jahren beginnen Kinder zwischen Überzeugung und Realität zu differenzieren; erst später bilden sie ein Verständnis dafür aus, dass es unterschiedliche Wissensquellen gibt, und mit etwa fünf bis sechs Jahren fangen Kinder an zu verstehen, dass es unterschiedliche Interpretationsperspektiven gibt. Diese Fähigkeiten sind zentral für das Verständnis, dass das eigene Wissen und das Wissen anderer konfligieren kann. Erst mit einer „theory of mind“ wird es klar, dass es sich lohnt, Vermutungen anzustellen und Daten sowie Interpretationen auszutauschen und zu überprüfen, da nicht alle Menschen das gleiche Vorwissen und die gleichen Vermutungen haben. Bezüglich des Überprüfens von Daten konnte eine Studie zeigen, dass schon vierjährige Kinder Kovariationsdaten nutzen können, um Kausalannahmen zu bestätigen oder zu revidieren; es zeigte sich aber auch, dass Kinder Schwierigkeiten hatten, Daten, die nicht kovarierten, zu interpretieren, wenn sie einen kausalen Zusammenhang erwarteten (Koerber/Sodian/Thoermer et al. 2005).

Die entwicklungspsychologische Forschung ist eine wichtige Grundlage für das Forschungs- und Entwicklungsparadigma der „learning progression“ (Duschl/Schweingruber/Shouse 2007), mit dem die Entwicklung von Spiralcurricula begründet wird. Diese sollen den Kindern einen kontinuierlichen Verstehensaufbau bezogen auf zentrale naturwissenschaftliche Konzepte ermöglichen. Auch die Modellierung von Kompetenzen in verschiedenen naturwissenschaftlichen Domänen bezieht entwicklungspsychologische Forschung mit ein. Allerdings befinden sich Forschungen hinsichtlich der „learning progression“ und der Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenzen im Kindergartenalter noch am Anfang. Ein Beispiel dafür ist die Erfassung und Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz im Kindergartenalter im Lernbereich „Wasser in unterschiedlichen Aggregatzuständen“ im Rahmen eines deutschsprachigen Projekts (Carstensen/Lankes/Steffensky 2011).

Zusammenfassend ergeben sich zwei Folgerungen für die frühe naturwissenschaftliche Bildung:

- Vor dem Hintergrund der spezifischen Entwicklung des Arbeitsgedächtnisses und der sozialen und emotionalen Entwicklung sowie des „Körperwissens“ ist zu vermuten, dass insbesondere Vorschulkinder kaum von expliziten, längeren Erklärungen lernen, die an eine Gruppe gerichtet sind. Hingegen kann mit einem handlungsorientierten Angebot an naturwissenschaftlichen Inhalten und Materialien in unterschiedlichen Repräsentationsformen (enaktiv, ikonisch, symbolisch) an das Vorwissen und an die Vorerfahrung der verschiedenen Kinder angeknüpft werden. Dabei spielt sowohl individuelles als auch – insbesondere in Anbetracht der sich entwickelnden „theory of mind“ – soziales Lernen eine wichtige Rolle.
- Aufgrund der Erkenntnisse zum konzeptuellen Wandel und zur zentralen Rolle des Vorwissens ist festzuhalten, dass der Aufbau einer elaborierten naturwissenschaft-

lichen Wissensbasis ein zeitaufwändiger Prozess ist. Dieser Prozess setzt bei den Kindern ein aktives Einbringen ihrer Interessen und ein neugieriges Lernen voraus. Naturwissenschaftliche Lernprozesse müssen mit einem fokussierten Angebot angestoßen und strukturiert werden. Vielfältige Wiederholungs- und Vertiefungsmöglichkeiten, die von der Erzieherin angeregt und begleitet werden, erlauben das Durcharbeiten von zentralen Konzepten, um den Aufbau anschlussfähigen Wissens zu ermöglichen.

Vor dem Hintergrund dieser Forschungsergebnisse werden im Folgenden zunächst einige weit verbreitete Lernangebote für die frühe naturwissenschaftliche Bildung geprüft, um daran anschließend zentrale Aspekte zu formulieren, die bei der Gestaltung von naturwissenschaftlichen Lernangeboten für junge Kinder berücksichtigt werden sollten.

### Verbreitete Lernangebote

Dass die Kinder aufgrund ihrer Neugierde und Motivation fast alle Lernangebote freudig annehmen und die angeregten Handlungen ohne Widerstand und mit großer Begeisterung ausführen, ist noch kein Indikator dafür, dass sie auch anschlussfähiges Wissen aufbauen. Das Ziel des Aufbaus anschlussfähigen Wissens soll jedoch durchaus mit einem Angebot einhergehen, das Spaß macht. Da einschlägige Studien fehlen, die verbreitete naturwissenschaftliche Lernangebote für die frühe Bildung analysieren, werden im Folgenden exemplarisch zwei weit verbreitete Angebote im Hinblick auf ihren Einsatz geprüft. Diese Vorgehensweise soll ermöglichen, die Anforderungen an die frühe naturwissenschaftliche Bildung zu schärfen und zu illustrieren.

Häufig ist die Altersangemessenheit des Angebots nicht gegeben. Soll z.B. der weit verbreitete Lerninhalt „Apfelschälmaschine, Handbohrer und andere Getriebe“ (Fthenakis/Wendell/Daut et al. 2009) bearbeitet werden, so muss in Betracht gezogen werden, dass es zunächst darum geht, zu verstehen,

- was ein Rad ist,
- dass die Aufhängung an den Radachsen in der Mitte des Rades sein muss, damit es rund läuft, und
- wie die Größe und Anordnung der ineinander greifenden Zahnräder ihre Umdrehungszahl und Drehrichtung beeinflussen.

Diese Lerninhalte sollten vertieft erlebt werden, indem in unterschiedlichen Kontexten untersucht wird,

- welche Materialien sich als Räder eignen (gerollter Karton, Naturholz, Holzrondellen, Kugeln, etc.) und welche Spuren sie hinterlassen,
- wie die unterschiedliche Platzierung von Radachsen (zentrisch, exzentrisch) die Umdrehung der Räder beeinflusst und
- wie sich die unterschiedliche Anordnung von mit Wellkarton beklebten Konfitüredockeln auf die Richtung ihrer Umdrehung auswirkt. Auffällig ist jedoch, dass Letzteres als Lerninhalt erst für die dritte/vierte Klasse vorgesehen ist und dort eine umfangreiche Erarbeitung erforderlich ist (Stuber 2009).

An diesem Beispiel wird deutlich, dass die sorgfältige Erarbeitung des benötigten Vorwissens zeitaufwändig ist und von den Erzieher(innen) selber eine tiefe Durchdringung der Anforderungen an den Wissensaufbau benötigt, um Zusammenhänge

anhand von stufengerechten Beispielen, Handlungen und Erklärungen erarbeiten zu können.

In Bezug auf das Thema Wasser wird zwar richtig davon ausgegangen, dass das Planschen, Gießen, Spielen und Spritzen Grunderfahrungen von Kindern sind, die in der Kita inszeniert werden sollten, um diese für alle Kinder als Ausgangspunkt sicherzustellen (Fthenakis/Wendell/Eitel et al. 2008). Anstelle einer tiefen Verarbeitung und Wiederholung einiger Experimente werden jedoch viele unzusammenhängende Experimente wie Schwimmen und Sinken, Aggregatzustände, Mischen, Lösen als Lerneinheiten propagiert: Unter anderem werden anspruchsvolle Experimente vorgeschlagen, mit denen die Löslichkeit von verschiedenen Substanzen in Wasser bis hin zur Chromatographie (Lück 2003) und die verschiedenen Aggregatzustände von Wasser untersucht werden sollen (Haus der kleinen Forscher 2012). Um aber einen konzeptuellen Wandel anzuregen und die naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen anhand von stufengerechten Experimenten zum Thema zu üben, müsste zunächst Wissen zum Verhalten von Wasser in seiner üblichen Form, also als Flüssigkeit, aufgebaut werden.

Mit gezielten und strukturierten Umschüttübungen können Kinder dazu angeregt werden, ihre ersten Erfahrungen mit flüssigem Wasser zu vertiefen. Dabei müsste es zunächst darum gehen, Eigenschaften der Kohäsion und Adhäsion von flüssigem Wasser im Kontext unterschiedlicher Gefäße (z.B. runde, eckige, Krüge, Becher, Kolben, Trichter, Röhrchen, Löffel, Pipetten) gründlich und wiederholt zu erleben, zu beobachten, zu benennen und von dem/der Erzieher(in) auf Auffälligkeiten aufmerksam gemacht zu werden. Dies kann in einem weiteren Schritt auch in Kontrast zu festen Materialien wie dem Umschütten von Sand oder Bohnen in Bezug gebracht werden. In diesem Zusammenhang ist es durchaus auch sinnvoll, die Kinder dazu anzuregen, Hypothesen zu bilden und diese zu überprüfen, z.B. indem sie gefragt werden, wie viele Tropfen wo genau auf ein Cent-Stück getropft werden können, bevor sie zusammenfließen und zu einem Tropfen werden, sowie wie viele Bohnen sie auf ein Cent-Stück legen können, verbunden mit der Frage, ob diese sich auch zu einem Objekt verbinden.

### Aspekte der Gestaltung früher naturwissenschaftlicher Bildung

Im Folgenden werden anhand der drei Aspekte Inhalt, Vorwissen, Denk- und Arbeitsweisen exemplarisch einige Gestaltungsmerkmale früher naturwissenschaftlicher Bildung mit Hilfe von Beispielen veranschaulicht.

Vernetzung von Wissenselementen: Frühe naturwissenschaftliche Bildung muss exemplarisch zentrale Inhalte ansprechen, anhand derer sich Konzepte aufbauen lassen, die mit anderen verknüpft sind. Was Erwachsene z.B. über Hunde wissen, ist verknüpft mit ihrem Wissen über andere Tiere, d.h. wir können Hunde mit anderen Haustieren, aber auch Füchsen oder Eidechsen vergleichen. Darüber hinaus ist damit eine Vorstellung über die Ernährung der Tiere und über tierische und pflanzliche Nahrungsmittel und mit Wissen über die Bewegungen und die Habitate der Tiere verbunden. Damit diese mentalen Vernetzungen angebahnt werden können, ist zu fordern, dass eine konzeptuelle Verknüpfung der Bildungsergebnisse ermöglicht wird (Gelman/Brenneman 2004). Wird also der Hund als Lerninhalt gewählt, sollte dieser nicht isoliert, sondern exemplarisch und möglichst vernetzt mit benachbarten Bildungsinhalten bearbeitet werden.

Bezug zur Lebenswelt: Bei der Begründung der Inhaltswahl sollten die zu erarbeitenden Konzepte mit der Lebenswelt der Kinder verbunden werden. Zum Beispiel kann das

Materie- oder Teilchenkonzept (Wiser/Smith 2008) Kindern nahegebracht werden, indem sie untersuchen,

- ob und wie sich unterschiedliche Materialien aus ihrer Umwelt zerkleinern lassen,
- wie viel die Materialien vor und nach der Zerkleinerung wiegen und
- wie sich gleiche Materialien unterschiedlicher Größe im Wasser verhalten.

Anknüpfung an Vorwissen: Bei der Auswahl der Inhalte helfen auch die Fragen danach, welches Vorwissen/welche Vorerfahrungen die Kinder mitbringen müssen, um vom Angebot profitieren zu können. Es ist eine gute Heuristik, davon auszugehen, dass die frühe naturwissenschaftliche Bildung das Erleben zentraler Phänomene überhaupt erst ermöglichen sollte. Auch wenn Kinder Vorerfahrungen mitbringen, lohnt es sich, viele einfachste Erfahrungen in der Institution erneut zu initiieren, z.B. Kugeln rollen, im Wasser planschen, in den Wald gehen, Tieren begegnen. Welches Vorwissen thematisiert und aktualisiert werden sollte, ergibt sich aus der Frage nach den Lernfortschritten, die sich anschließend initiieren lassen; dabei sollte überlegt werden, welche Conceptual Change Prozesse möglich erscheinen und ob sich darauf aufbauend weitere Konzepte erlernen lassen.

Sequenzierung/Gliederung der Lernangebote: Bei der Vorbereitung der Bearbeitung von Phänomenen ist es für den/die Erzieher(in) wichtig, sich zu fragen, aus welchen Teillphänomenen der beabsichtigte Lerninhalt besteht, wie diese Teilphänomene erlebbar gemacht werden können und in welcher Reihenfolge eine Erarbeitung stattfinden sollte. Beispielsweise bietet sich das Erleben des Phänomens Magnetismus im Elementarbereich an. Hier können Kinder herausfinden, welche Dinge von Magneten angezogen werden, dass sich Magnete anziehen und abstoßen können und dass Magnete auch durch andere Dinge hindurch wirken können. Zudem können sie Magnete in Alltagszusammenhängen, vor allem auch in verschiedenen Spielzeugen, erkunden und ihre Funktion beschreiben. Einfache Spielerfahrungen mit Magneten sollten dabei vorangehen. (Möller/Steffensky 2010).

Wiederholungen und Vertiefungen: Zum wiederholten Erleben und Erfassen der elementaren Phänomene muss den Kindern individuell ausreichend Zeit eingeräumt werden. Die Lernangebote, die an das erste Erleben der Phänomene anknüpfen und diese sequenzieren und gliedern, sollen ein vertiefendes Durcharbeiten und Wiederholen ermöglichen; diesem Anliegen kommt die Lust der Kinder an Wiederholung entgegen. Die Vertiefung wird unterstützt durch ein Angebot, in dem die Kinder Gelegenheit erhalten, Lernschritte anhand von abgewandeltem Material wiederholt zu durchlaufen. Als Variation reicht oft eine leicht veränderte Darbietung des Materials, beispielsweise werden zunächst runde Pinnwand- und Scheibenmagnete zum Ausprobieren angeboten, um in einem erweiterten Angebot eckige Magnetscheiben und danach nicht markierte Magnetsäbe beizufügen.

Handlung, Denken und Sprache: Hinsichtlich des Aufbaus naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen muss die Frage leitend sein, inwiefern sich diese handlungsorientiert und nah an der Erlebniswelt der Kinder aufbauen lassen. Da der domänen spezifischen Sprache für das fachliche Lernen eine besondere Rolle zukommt, sollte mit Kindern ein fachlich angemessener sprachlicher Ausdruck gefunden werden (Gelman/Brenneman 2004). Der Gebrauch von Phrasen wie „ich beobachte, ich vermute, ich vergleiche, ich überprüfe“ sind wichtige Meilensteine im naturwissenschaftlichen Lernen und werden von jungen Kindern in erstaunlichem Tempo aufgenommen und mit Freude benutzt. Der damit verbundene kontextspezifische Aufbau von anschlussfähigem Wissen lässt sich am Beispiel der Untersuchung von Äpfeln illustrieren: Als erstes wird den Kindern ein Apfel gezeigt und sie werden dazu aufgefordert, den Apfel genau zu beobachten und zu beschreiben. In einem zweiten Schritt werden die Kinder dazu ermuntert, zu vermuten, wie der Apfel innen aussieht; dabei werden sie aufgefordert, einerseits selbst möglichst genaue Aussagen zu machen, andererseits in eigenen Worten wiederzugeben, was ein anderes Kind vermutet

hat. Dies unterstützt die Kinder beim Aufbau eines Verständnisses darüber, dass nicht alle dasselbe denken. Als drittes wird der Apfel aufgeschnitten, und die Kinder sollen nun wieder beobachten und ihre Vermutungen überprüfen. Die Kinder werden dabei unterstützt, sowohl das angemessene Vokabular für die Denk- und Arbeitsweisen wie auch für die einzelnen Teile des Apfels sowie für Farb- und Formbeschreibungen zu benutzen. Diese drei Schritte sind jedoch erst der Anfang einer Versuchsreihe, in der verschiedene Äpfelsorten und weitere Früchte wie Birnen, Orangen und Mandarinen auf diese Weise untersucht werden. Sobald die Kinder die Vorgehensweise verinnerlicht haben, sollen sie die Versuche zu zweit oder in kleinen Gruppen selber durchführen, um ihren sprachlichen Austausch weiter zu vertiefen. Anschließend schildern sie dem/der Erzieher(in) ihre Vorgehensweise und Ergebnisse, wodurch der Wissenserwerb der Kinder gefestigt wird. Spielprotokolle sind ein wichtiges Instrument, um Vorgehensweisen und Erkenntnisse festzuhalten. Da die Kinder kaum schreiben können, ist eine Option das Festhalten der Ergebnisse und Vermutungen in einem Forscherheft, in dem die Kinder ihre Beobachtungen aufzeichnen (dabei ist jedoch zu beachten, dass die Kinder entsprechend ihrer Zeichenentwicklung kaum naturalistische Farben wählen werden, was auch nicht notwendig ist). Der/die Erzieher(in) kann die Zeichnungen auf Wunsch mit Schrift ergänzen. Auch Fotos, Aufnahmen auf Band oder Spielprotokolle auf vorbereiteten „Arbeitsblättern“ können hilfreich sein.

Organisationsform: Die Frage, ob ein Thema im Sitzkreis oder im offenen Spiel angeboten wird, muss sowohl aufgrund der fachlichen Inhaltsstruktur als auch der unterschiedlichen Lernbedürfnisse der Kinder geklärt werden. In beiden didaktischen Formen ist es wichtig, dass Phänomene und Vorgänge für die jungen Kinder in sicherem Kontext erlebbar, beobachtbar und in angemessener Zeitspanne erfassbar sind. Anregung und Begleitung des/der Erzieher(in) sind zentral um sicherzustellen, dass die Kinder dabei unterstützt werden, anschlussfähiges Wissen aufzubauen sowie Denk- und Arbeitsweisen zu erleben und sich anzueignen.

## Fazit

Es ist möglich, naturwissenschaftliche Lernprozesse bereits bei jungen Kindern anzuregen. Jedoch ist gerade in der frühen Bildung eine begründete Auswahl von Angeboten zentral: Nicht auf die Menge der Lerninhalte kommt es an, sondern auf deren Ausgestaltung, Vernetzung und Vertiefung. Ausgiebiges Verweilen bei einem Lerninhalt und ein sorgfältiger Aufbau von anschlussfähigem Vorwissen sind sinnvoller als die Vorverlegung von Lernangeboten aus der Primarstufe oder sogar aus der Sekundarstufe in die Kita. Entsprechende Vorschläge für die Unterrichtspraxis können jedoch nur vor dem Hintergrund von Forschungen zu entwicklungsangemessenen Lernangeboten sinnvoll ausgearbeitet werden.

## Literatur

- Bybee, R. (1997): Toward an understanding of scientific literacy. In: Graber, W./Bolte, C. (Hrsg.): Scientific literacy, Kiel, S. 37–68  
Carey, S. (2000): Science education as conceptual change. Journal of Applied Developmental Psychology, 21(1), S. 13–19

- Carstensen, C. H./Lankes, E.-M./Steffensky, M. (2011): Ein Modell zur Erfassung naturwissenschaftlicher Kompetenz im Kindergarten. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 14(4), S. 651–669
- Conezio, K./French, L. (2002): Science in the Preschool Classroom. *Young Children*, 57, S. 12–18
- Diskowski, D. (2008): Bildungspläne für Kindertagesstätten – ein neues und noch unbegriffenes Steuerungsinstrument. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, Sonderheft 11, S. 47–62
- Duschl, R./Schweingruber, H. A./Shouse, A. E. (eds.) (2007): *Taking science to school: Learning and teaching science in grade K-8*, Washington, D.C.
- Fthenakis, W. E./Wendell, A./Eitel, A./Daut, M. (2008): Natur-Wissen schaffen Bd. 3: Frühe naturwissenschaftliche Bildung, Köln
- Fthenakis, W. E./Wendell, A./Daut, M./Eitel, A./Schmitt, A. (2009): Natur-Wissen schaffen Bd. 4: Frühe technische Bildung, Köln
- Gelman, R./Brenneman, K. (2004): Science learning pathways for young children. [doi: 10.1016/j.ecresq.2004.01.009]. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), S. 150–158
- Hasselhorn, M./Gold, A. (2006): *Pädagogische Psychologie: Erfolgreiches Lernen und Lehren*. Stuttgart
- Hasselhorn, M./Grube, D. (2006): Gedächtnisentwicklung (Grundlagen). In: Schneider, W./Sodian, B. (Hrsg.): *Enzyklopädie der Psychologie*. Themenbereich C: Theorie und Forschung, Serie V: Entwicklung, Bd. 2: Kognitive Entwicklung, Göttingen, S. 271–325
- Haus der kleinen Forscher (2012): Wasser: <http://www.haus-der-kleinen-forscher.de/de/forschen/praxisideen-experimente/wasser/katerogien/zeige/detail/wasser/> [02.04.2012]
- Klahr, D./Zimmerman, C./Jirout, J. (2011): Educational Interventions to Advance Children's Scientific Thinking. *Science*, 333(6045), S. 971–975
- Koerber, S./Sodian, B./Thoermer, C./Nett, U. (2005): Scientific reasoning in young children: Preschoolers' ability to evaluate covariation evidence. *Swiss Journal of Psychology/Schweizerische Zeitschrift für Psychologie/Revue Suisse de Psychologie*, 64(3), S. 141–152
- Kuhn, D. (2009): The Importance of Learning About Knowing: Creating a Foundation for Development of Intellectual Values. *Child Development Perspectives*, 2009(3), S. 2
- Kultusministerium Baden-Württemberg (2011): Orientierungsplan für Bildung und Erziehung in baden-württembergischen Kindergärten und weiteren Kindertageseinrichtungen: [http://www.kultusportal-bw.de/servlet/PB/show/1285728/KM\\_KIGA\\_Orientierungsplan\\_2011.pdf](http://www.kultusportal-bw.de/servlet/PB/show/1285728/KM_KIGA_Orientierungsplan_2011.pdf) [13.02.2012]
- Labudde, P./Möller, K. (2012): Stichwort: Naturwissenschaftlicher Unterricht. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 15(1), S. 11–36
- Lankes, E.-M./Steffensky, M./Carstensen, C. H. (2011): Das didaktische Potenzial von Materialien zum Experimentieren mit Kindern im Vorschulalter. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 4(1), S. 86–99
- Leuchter, M./Saalbach, H./Hardy, I. (2011): Förderung des konzeptuellen Verständnisses für Schwimmen und Sinken durch strukturierte Lernumgebungen. In: Vogt, F./Leuchter, M./Tettenborn, A./Hottinger, U./Jäger, M./Wannack, E. (Hrsg.): *Entwicklung und Lernen junger Kinder*. Münster, S. 37–52
- Lück, G. (2003): *Handbuch der naturwissenschaftlichen Bildung*, Berlin
- Ministerium für Schule und Weiterbildung NRW/Ministerium für Familie NRW, K., Jugend, Kultur und Sport, NRW (2003): *Bildungsvereinbarung NRW*, Düsseldorf
- Ministerium für Schule und Weiterbildung NRW/Ministerium für Familie NRW, K., Jugend, Kultur und Sport, NRW (2011): Mehr Chancen durch Bildung von Anfang an, Düsseldorf
- Möller, K./Jonen, A./Hardy, I./Stern, E. (2002): Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung. In: Prenzel, M./Doll, J. (Hrsg.): *Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen*. *Zeitschrift für Pädagogik*, 45, Beiheft, Weinheim, S. 176–191
- Möller, K./Steffensky, M. (2010): Naturwissenschaftliches Lernen im Unterricht mit vier- bis achtjährigen Kindern. In: Leuchter, M. (Hrsg.): *Didaktik für die ersten Bildungsjahre: Unterricht mit 4- bis 8-jährigen Kindern*, Zug
- Schwartz, D. L./Black, T. (1999): Inferences through imagined actions: Knowing by simulated doing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 25(1), S. 116–136

- Sodian, B./Thoermer, C. (2006): Theory of Mind. In: Schneider, W./Sodian, B. (Hrsg.): Enzyklopädie der Psychologie. Serie Entwicklungspsychologie, Band 2: Kognitive Entwicklung, Göttingen, S. 495–608
- Stern, E./Möller, K./Hardy, I./Jonen, A. (2002): Warum schwimmt ein Baumstamm? Kinder im Grundschulalter sind durchaus in der Lage, physikalische Konzepte wie Dichte und Auftrieb zu begreifen. *Physik Journal*, 1(3), S. 63–67
- Stern, E. (2003): Lernen ist der mächtigste Mechanismus der kognitiven Entwicklung: Der Erwerb mathematischer Kompetenzen. In: Schneider, W./Knopf, M. (Hrsg.): Entwicklung, Lehren und Lernen, Göttingen, S. 207–218
- Stuber, T. (2009): Werkweiser 2. Handbuch für Lehrpersonen für technisches und textiles Gestalten – 3.–6. Schuljahr, Bern
- Vosniadou, S. (Hrsg.) (2008): International Handbook of Research on Conceptual Change. New York
- Wilkening, F./Huber, S./Cacchione, T. (2006): Intuitive Physik im Kindesalter. In: Schneider, W./Sodian, B. (Hrsg.): Enzyklopädie der Psychologie: Entwicklung, 2, Kognitive Entwicklung, Göttingen, S. 823–859
- Wiser, M./Smith, C. L. (2008): Learning and Teaching about Matter in Grades K–8: When Should the Atomic-Molecular Theory be Introduced? In: Vosniadou, S. (Hrsg.): International Handbook of Research on Conceptual Change, New York, S. 205–239