

Was heißt „naturwissenschaftliche Bildung“ im Kindesalter?

Eine kritisch-konstruktive Sichtung von Naturwissenschafts- angeboten für den Elementar- und Primarbereich

Vortrag auf der gemeinsamen MINT-Fachtagung von KMK und JFMK
in Rostock, 20. Sept. 2010

Ich möchte im Folgenden anhand von mehreren Unterrichtsbeispielen einer einzigen Frage nachgehen: Wie ist eigentlich ein naturwissenschaftlicher Unterricht zu bestimmen, den wir eine „bildende Erfahrung“ nennen könnten, und was müssen Pädagoginnen und Pädagogen tun, die solche bildenden Erfahrungen im Bereich der Naturwissenschaften in Kindergarten und Grundschule anbahnen wollen?

1 Drei Beispiele fragwürdiger Praxis

Ich beginne die Annäherung an mein Thema mit einer Provokation, die zugleich einen Verdacht zum Ausdruck bringt. Es geht um das derzeit äußerst beliebte Experimentieren mit Kindern im Vor- und Grundschulalter. Experimente sind ja total „in“: In jeder Hausfrauenzeitschrift, in jedem Apothekenblatt, im Internet, auf dem Sommerfest des deutschen Bundespräsidenten, überall finden Sie Kinder, die naturwissenschaftliche Experimente machen – oder Anleitungen dazu. Man könnte fast meinen: Wenn es nur ordentlich stinkt und kracht und raucht, ereignet sich die naturwissenschaftliche Bildung ganz automatisch.

Meine provokante Frage lautet: Sind die vielen Experimente, die heute für Kinder im Grundschulalter allüberall angeboten werden, wirklich ein adäquates Mittel, den Kindern frühzeitig die Lust am naturwissenschaftlichen Arbeiten einzuimpfen?

Um meinem Verdacht nachzugehen, beginne ich mit drei sicher gut gemeinten, aber – wie ich finde – womöglich auch problematischen Beispielen.

Beispiel 1

Ich surfe im Internet und finde auf einer beliebten Webseite für Grundschul Kinder bei „www.kidsweb.de“ folgende Experimentieranleitung:

<http://www.kidsweb.de/experi/experinh.htm>

„Für diesen Versuch werden gebraucht: ein Kopfhörer, ein Nagel aus Zink, ein Geldstück aus Kupfer (z.B. 1 Cent).

In die Kartoffel werden nebeneinander der Nagel und das Geldstück gesteckt.

Dann steckt man sich den Kopfhörer ins Ohr und den Stecker zwischen den Nagel und das Geldstück.

Der Stecker des Kopfhörers muss dabei den Nagel und das Geldstück berühren. Was hörst du? Es knistert! Was knistert denn da? Das ist Strom!

Wie kommt der Strom in die Kartoffel?

Durch die beiden verschiedenen Metalle und den Saft der Kartoffel beginnt eine chemische Reaktion, diese bringt winzige Teilchen, die sogenannten Elektronen, in Bewegung. Durch den Stecker des Kopfhörers wird der Stromkreis geschlossen und du kannst den Strom hören.

Statt eines Kopfhörers kann man auch mit Hilfe eines Strommessgerätes den Strom "sichtbar" machen.

Diesen Versuch kann man auch mit anderen Frucht- und Gemüsearten ausführen.“¹

Ein fabelhaftes Experiment: Jetzt wissen die Kinder, woher der Strom kommt. Vorher dachten sie, er käme aus der Steckdose. Jetzt wissen sie: Er wird aus Äpfeln gewonnen, so wie Apfelmus und Apfelsaft. Man muss nur einen Stecker reinstecken.

Beispiel 2

In einer zweiten Grundschulklasse in Berlin entdeckte ich folgenden Lückentext, der zugleich eine Lernerfolgskontrolle ist. Die Schülerinnen und Schüler sollen das jeweils passende, in Rot vorgegebene Lösungswort in die richtige Zeile einfügen:

1. Ein Gegenstand im Wasser, wenn er schwerer ist als die Menge der von ihm verdrängten Flüssigkeit.
2. Ein Gegenstand im Wasser, wenn er leichter ist als die Menge der von ihm verdrängten Flüssigkeit.
3. Ein Gegenstand im Wasser, wenn er genau so schwer ist wie die Menge der von ihm verdrängten Flüssigkeit.

schwimmt – schwebt – versinkt

Ich staune über das intellektuelle Anspruchsniveau, dass die Klassenlehrerin den Zweitklässlern zumutet. Ist sie sich der semantischen Herausforderungen dieses Textes bewusst? Meine Studenten im Sachunterrichtsseminar an der Universität benötigen zwei Doppelsitzungen, um herauszufinden, ob der Text überhaupt richtig ist.

Erst als ich sie mit einem vierten Satz konfrontiere,

¹ Vgl. http://www.kidsweb.de/kartoffel_spezial/knisternde_kartoffel.html aufgerufen am 5.10.2010

„Ein Schwimmkörper taucht gerade so tief ins Wasser ein, dass die Menge der von ihm verdrängten Flüssigkeit genau so schwer ist wie sein Gesamtgewicht.“

beginnen sie, Satz 2 in Zweifel zu ziehen und über das archimedische Gesetz neu nachzudenken, das ihnen so einfach schien und das dennoch kaum einer von ihnen zu Semesterbeginn in einfachen deutschen Sätzen zu formulieren in der Lage war. Und wir in Deutschland denken, dass „Schwimmen und Sinken“ ein angemessenes Unterrichtsthema für die Grundschule sei. Wie gesagt: In Berlin, aber auch in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern ist das Thema im Rahmenlehrplan für das zweite Schuljahr vorgesehen!

Ein drittes Beispiel: Es stammt aus Frankreich. Eine Szene aus einer Pariser Vorschulklasse aus dem wunderbaren Film „Die Eroberung der Welt. Kinder als Naturforscher“, von Donata Elschenbroich und Otto Schweitzer. Das Beispiel könnte auch in einer deutschen Vorschulklasse so verlaufen.

Beispiel 3

[Filmszene aus „Die Erprobung der Welt. Kinder als Naturforscher“, von Donata Elschenbroich und Otto Schweitzer“, München: Deutsches Jugendinstitut 2005, Minute 03:20 bis 06:45]

Die Filmszene zeigt eine äußerst geschäftige Vorschulpädagogin in Paris, die einer Gruppe von Kindergartenkindern die Gesetze der Lichtausbreitung am Beispiel von Schatten beibringen will. Mir ist beim Betrachten der Filmszene ausgesprochen unbehaglich zumute: Da wurde von der Pädagogin mit erheblichem Sprachaufwand versucht, den Kindern *irgendetwas* über Lichtausbreitung und Schatten nahezubringen. Die Kinder waren mächtig involviert und haben, mit Taschenlampe und anderen Objekten hantierend, durchaus handelnd gelernt. Nur was das Ganze sollte, hat sich – glaube ich – den Kindern ebenso wenig erschlossen wie mir. Warum befassen wir uns in Kindergärten und Grundschulen mit dem Thema „Licht und Schatten“? Offenkundig geht es um Ursache-Wirkungs-Relationen und die Geradlinigkeit der Lichtausbreitung. Aber wissen die Kinder, wozu das gut ist? Welche Bedeutung hat es für die Menschheit? Und welche für die Kinder?

Auf keine dieser Fragen gibt der Film eine Antwort. Vielleicht liegt es nur am Filmschnitt. Aber an keiner Stelle hatten die Kinder Gelegenheit, selber Fragen an die Natur zu formulieren. Eingebunden in ein staunenswertes Handlungsarrangement sind sie darauf verwiesen, die Fragen der Pädagogin zu beantworten – Dutzende von Fragen! – und im experimentellen Handeln genau jene Ursache-Wirkungs-Konzepte nachzuvollziehen, die *die Lehrerin* wichtig fand. Vielleicht ging es auch nur primär darum, die Freude an der Naturwissenschaft zu fördern – gleichgültig an welchem Gegenstand?

Auch im prima(r)forscher-Projekt der Deutschen Kinder- und Jugendstiftung und der Deutschen Telekom Stiftung, das ich wissenschaftlich begleite², war zu Beginn des Projektes die „Entwicklung von Freude an den Naturwissenschaften“ das am höchsten priorisierte Bildungsziel der Pädagoginnen und Pädagogen in den Projektschulen. „Fachliches Wissen“ und „Verstehen“ wurden in unseren Eingangsbefragungen zu Projektbe-

² Zum prima(r)forscher-Projekt siehe www.primarforscher.de Viele Anregungen für diesen Vortrag verdanke ich dem Dialog im Evaluationsteam, zu dem auch Irene Leser, Prof. Dr. Günter Mey, Dr. Katja Mruck und Rubina Vock gehören.

ginn als Bildungsziele der Pädagoginnen und Pädagogen kaum genannt. Sie scheinen deutschen Grundschulpädagoginnen und –pädagogen weniger wichtig zu sein.

Es liegt mir völlig fern, die Handlungen und Erziehungsziele der im Film gezeigten Pädagogin gering zu schätzen oder gar zu diffamieren. Ich kann aber auch den Verdacht nicht unterdrücken, dass in diesem Fall – wie so oft, wenn Experimentieren mit naturwissenschaftlicher Bildung verwechselt wird, – eine begründete Sachanalyse vielleicht gar nicht vorgenommen und die mit dem Lernangebot verknüpfbaren fachlichen Lernziele womöglich nur sehr vordergründig bestimmt wurden. Denn warum sollen Fünfjährige eigentlich die Verformung eines Quadrates durch schrägen Lichteinfall zu einem Rechteck lernen? Hat das irgendeine *für sie selber nachvollziehbare* Bedeutung für ihr Leben? Wenn ja: welche, bitte? Oder wird hier womöglich – im vollen Gegensatz zu den guten Absichten der Pädagogin – nun schon im Grundschulalter jener „Wissenschaftsnebel“ produziert, jene fatale Ehrfurcht vor der Naturwissenschaft erzeugt, die viele Jugendliche nach dem ersten Jahr Physik- oder Chemie-Unterricht in der Sekundarstufe überkommt und die bei viel zu vielen von ihnen die Überzeugung hinterlässt: „Naturwissenschaft ist etwas sehr Geheimnisvolles, das durchschauen nur Wenige, und ich gehöre nicht dazu.“

Auf die Frage „Was heißt naturwissenschaftliche Bildung in Kitas?“ entgegnet der Chemiker, Naturwissenschaftsdidaktiker und Frühpädagoge Salman Ansari:

„Zunehmend werde ich unsicher, was man darunter überhaupt verstehen könnte. Meine Ratlosigkeit in diesem Kontext nimmt ständig zu, unterstützt von Berichten über die vielerorts unternommenen Versuche, Kindergartenkinder und Grundschüler mit Fragen zu konfrontieren, die weit von ihrer Erfahrungswelt und ihren Erfahrungsmöglichkeiten entfernt sind. Stellvertretend für diesen Typus von Fragen, nenne ich Folgende :

- 1. Können Seifenblasen auch sternförmig sein?*
- 2. Brauchen Astronauten einen Raumanzug?*
- 3. Warum schwimmen Eisschollen auf dem Wasser?*
- 4. Wieso fliegt ein Ballon?*
- 5. Warum fällt der Mond nicht herunter?*
- 6. Warum steigen die Bläschen in der Fanta auf?*
- 7. Warum wird ein Hühnerei beim Erhitzen hart?*

(Beispiele von Lück, Pareigis, Welzel.)

Zur Beantwortung dieser Fragen wäre aus meiner Sicht folgender Wissenshintergrund notwendig:

zu Frage 1: Oberflächenspannung, Stabilität und Struktur,

zu Frage 2: Zusammenhang zwischen Temperatur und kinetischer Energie der Teilchen, atmosphärischer Druck,

zu Frage 3 und 4: Dichte, Aggregatzustände der Materie, die Anomalie des Wassers, Auftrieb,

zu Frage 5: Massenanziehung, Ursachen und Art der Bewegung von Planeten,

zu Frage 6: Löslichkeit von Gasen in Abhängigkeit von Druck und Temperatur,

zu Frage 7: Aminosäuren, Denaturation.“³

Ansari fährt fort:

„Ich habe Studenten und Lehramtskandidaten der Physik, Chemie und Biologie im sechsten bzw. achten Semester gefragt, ob sie auf diese Fragen eine Antwort hätten. Sie konnten nur zwei der [sieben] Fragen beantworten. Es wird in diesem Zusammenhang jedoch behauptet, die Kinder könnten spielerisch und experimentell kausale Zusammenhänge erkennen. Vielleicht ist es tatsächlich so. Nur bin ich bisher keinem Kind begegnet, das mir solche oder ähnliche Fragen gestellt hätte oder darüber sinnieren würde.

Diese und sehr viele andere Zusammenhänge kann man meiner Ansicht nach nicht vereinfachen, oder in Kategorien übersetzen, die einfacher verständlich wären, ohne sie zu verfälschen.“⁴

Mein erstes Zwischenfazit: Die Frage, welche naturwissenschaftlichen Gegenstände in welchem Alter sinnvoll unterrichtet werden können, so dass die Kinder die den Phänomenen zugrunde liegenden Sachverhalte auch wirklich *durchschauen und verstehen* können, ist in meinen Augen völlig ungeklärt. Unterschätzen wir vielleicht den Schwierigkeitsgrad naturwissenschaftlicher Konzepte und Theorien? Damit verbindet sich die Überlegung, ob die zahllosen Experimentieranleitungen, die pausenlos veröffentlicht werden, und ob das freie, ungesteuerte Experimentieren, das zumindest in Deutschland in vielen Massenmedien, aber auch in der Lernwerkstatt-Bewegung propagiert und in vielen Kindergärten und Grundschulen praktiziert wird, den Kindern womöglich nur irgend etwas *zu tun* geben, mithin nur eine Form von *Kinderbeschäftigung* darstellen, oder ob dieses freie Experimentieren doch etwas dazu beiträgt, den Kindern eine „bildende Erfahrung“ im Bereich der Naturwissenschaften zu vermitteln.

2 Was ist eine bildende Erfahrung?

Ich habe reichlich unbekümmert den Begriff der „bildenden Erfahrung“ ins Gespräch gebracht, und will jetzt erst einmal erläutern, was darunter zu verstehen ist.

Zunächst eine Abgrenzung: Eine „bildende Erfahrung“ ist etwas anderes als das bloße Hantieren mit Lupe und Messbecher, Waage und Mikroskop.

Um den Begriff der „bildenden Erfahrung“ als ersten Maßstab eines erfolgreichen Naturwissenschaftsunterrichts näher zu bestimmen, nehme ich im Folgenden Bezug auf Humboldt, auf Herbart und auf Dewey.

³ Ansari 2010.

⁴ Ebd.

Von Wilhelm von Humboldt leihe ich mir zunächst die Definition von Bildung als „die Verknüpfung des Ichs mit der Welt“ aus. Damit ein Ich sich mit der Welt verbinden kann, muss es zunächst selber Aufmerksamkeit für diese Welt erlangen, das heißt, es muss mit einer Frage an die Welt herantreten. Nur was mir persönlich fragwürdig erscheint, fordert mich heraus, meine Präkonzepte zu hinterfragen, meine Gedanken neu zu strukturieren. Mit anderen Worten: Nur ein Lernarrangement, das bei den Kindern eine sie ernsthaft interessierende Frage auslöst, kann bildende Kraft entfalten. Die Frage muss nicht unbedingt von den Kindern selber kommen, Pädagoginnen und Pädagogen dürfen durchaus erstaunliche Phänomene in den Unterricht einbringen und damit Fragen an die Natur bei den Kindern erst aufwerfen. Aber die Frage muss in den Augen der Kinder bedeutsam sein. Sind die Kinder an der Frage nicht interessiert und gelingt es der Lehrerin nicht, diese Bedeutsamkeit zu vermitteln, kann diese den Unterricht gleich sein lassen. Es wäre klüger, dann eine andere Frage zu wählen.

Ein weiterer Gedanke – und hier nehme ich Bezug auf Johann Friedrich Herbart in seiner Allgemeinen Pädagogik 1806: Ein bildender oder, wie er sagte, ein „erziehender Unterricht“ setzt Herbart zufolge immer das Vorhandensein zweier psycho-physischer Zustände voraus, die er „Vertiefung“ und „Besinnung“ nannte.⁵

„Vertiefung“ meint, dass sich das lernende Subjekt ganz auf eine Sache einlassen muss, um sie zu verstehen, und das kostet natürlich Zeit. Maria Montessori hat hierfür später den Begriff der „Polarisation der Aufmerksamkeit“ geprägt – einer Aufmerksamkeit, die so stark ist, dass sich das lernende Subjekt durch nichts davon ablenken lässt, die der Sache zu Grunde liegende Fragestellung wieder und wieder zu durchdenken.

„Besinnung“ meint, dass die Reorganisation der eigenen Gedanken dabei auf einen Prozess der Selbstreflexion angewiesen ist, auf „meta-kognitive Reflexion“. Beides muss durch die Pädagoginnen und Pädagogen sichergestellt werden, wenn sich „Bildung“ ereignen soll – und beides wird unter dem in der Schule üblichen Unterrichtsmaß und dem in der Schule allgegenwärtigen Zeitdruck erschreckend oft sträflich vernachlässigt, wenn nicht gar völlig ignoriert.

Eine tragfähige naturwissenschaftliche Erkenntnis ist nicht in Kurzstunden und Schnellkursen zu erlangen – sie setzt einen tage- und womöglich wochenlangen Diskurs über das Phänomen voraus. Hierfür gewährt die Schule in Deutschland mit ihrem Drang zum Enzyklopädismus in der Regel genauso wenig Raum wie die Universität mit ihrer Gleichgültigkeit gegenüber den Lernvoraussetzungen ihrer Studierenden und den Erkenntnissen der Lernpsychologie.

In diesem Kontext macht es schließlich Sinn, auch an den Pragmatisten John Dewey (1916) zu erinnern, wonach der „Stoff des Denkens (...) nicht aus Gedanken [besteht], sondern aus Handlungen, Tatsachen, Ereignissen und den Beziehungen der Dinge zu-

⁵ "Wer jemals sich irgendeinem Gegenstand menschlicher Kunst mit Liebe hingab, der weiß, was Vertiefung heißt. Denn welches Geschäft und welche Art des Wissens ist so schlecht, welcher Gewinn auf dem Wege der Bildung lässt sich so ganz ohne Verweilung erhaschen, dass man nicht nötig hätte, von allem andern die Gedanken abzuziehen, um sich hier einzusenken... Es fragt sich, wie dabei die Persönlichkeit gerettet werden könne. Persönlichkeit beruht auf der Einheit des Bewusstseins, auf der Sammlung, auf der Besinnung. Die Vertiefungen schließen einander - sie schließen ebendadurch die Besinnung aus, in welcher sie vereinigt sein müßten. Gleichzeitig kann das, was wir fordern, nicht sein; es muß also aufeinanderfolgen. Erst eine Vertiefung, dann eine andre, dann ihr Zusammentreffen in der Besinnung. Wieviele zahllose Übergänge dieser Art wird das Gemüt machen müssen, ehe die Person im Besitz einer reichen Besinnung und der höchsten Leichtigkeit der Rückkehr in jede Vertiefung sich vielseitig nennen darf!" (Herbart 1964/65, das Zitat S. 51f.)

einander.“⁶ Das ist den Naturwissenschaftslehrern zunächst selbstverständlich. Hier sind sie gut. Sie bieten ja laufend handlungsorientierte Lernsituationen, eben „Experimente“, an.

Allerdings würde Dewey ergänzen, dass wir das, was „wir den Dingen tun, und das, was wir von ihnen erleiden, nach rückwärts und vorwärts miteinander in Verbindung bringen“⁷ müssen, um bei der Auseinandersetzung mit einem Phänomen durch hinreichende Reflexion über das eigene Handeln zu einem neuen Schema von der Welt zu kommen.

Nicht das Experimentieren an sich, sondern erst *der Dialog* über die experimentell gewonnene Erfahrung in der Lerngemeinschaft unter der Leitung einer mit den Phänomenen und Sachverhalten sehr gut vertrauten Pädagogin oder eines Pädagogen produziert neue Erkenntnis. *Die Ko-Konstruktion der Welt* im gesitteten, sachbezogenen Dialog steht daher im Zentrum eines nachhaltig wirksamen Naturwissenschaftsunterrichts, und nicht das Experiment! Von daher müssten in einem wirksamen Naturwissenschaftsunterricht der Gesprächskultur und der Planung und Auswertung der Dialoge mindestens soviel Aufmerksamkeit geschenkt werden wie der Planung der Versuche und Experimente. Naturwissenschaft ist ja nur eine Form des Sprechens über die Natur, ist primär Sprachhandeln! Davon lese ich in den aktuellen Experimentieranleitungen, die überall publiziert werden, fast gar nichts.

3 Was sagt die Unterrichtsforschung? Bedingungen für bildende Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht

Die didaktische Forschung hat in Deutschland und auch international in den vergangenen Jahren sehr klare Erkenntnisse darüber gewonnen, wie Lernsituationen beschaffen sein müssen, die ein wirkliches Verstehen von Naturgesetzen ermöglichen. Sie geht dabei von einer eindeutigen Zielformel aus, die im angelsächsischen Raum „scientific literacy“ genannt wird und auf Deutsch mit „naturwissenschaftlicher Grundbildung“ umschrieben werden kann.

„Naturwissenschaftliche Grundbildung“ stellt nicht – wie die eingangs erörterten Beispiele – *das Experimentieren* ins Zentrum der Überlegungen, sondern *das Verstehen*. Experimentieren ist ja nur eine unter vielen naturwissenschaftlichen Methoden, sicherlich eine prominente Methode, aber doch kein Selbstzweck. „scientific literacy“ zielt auch nicht auf bloßes Fachwissen isolierter Ursache-Wirkung-Verhältnisse, sondern ist als ein komplexes „Bündel von Kompetenzen“⁸ zu begreifen. Es geht weniger um abstrakten Wissenserwerb als um ein „anschlussfähiges, gründliches Erarbeiten und Verstehen einzelner, auch subjektiv bedeutsamer Frage- und Problemstellungen“⁹, die durch eigenaktive Erkundungen in genuin wissenschaftlichen Diskursen erworben werden.¹⁰

⁶ Dewey 2000, S. 209.

⁷ Dewey 2000, S. 187.

⁸ Gräber et al. 2002, S. 137.

⁹ Möller et al. 2002, S. 415; vgl. auch Pollmeier et al. 2009; Bybee 2002.

¹⁰ Diese Orientierung findet sich auch im „Perspektivrahmen Sachunterricht“, der eine inhaltliche Grundlegung für die meisten Rahmen(lehr)pläne für dieses Fach in Deutschland bildet (vgl. GDSU 2002).

Unter Bezugnahme auf die Zielkomponente „scientific literacy“ betont die naturwissenschaftsdidaktische Unterrichtsforschung, ebenso wie die grundschuldidaktische Forschung, die Notwendigkeit von Lehr-Lernarrangements, in denen die Kinder eigenaktiv, problemorientiert und lebensweltorientiert an naturwissenschaftlichen Sachverhalten arbeiten können.¹¹ Für die deutsche Grundschulforschung sind vor allem die Arbeiten von Kornelia Möller, Beate Sodian, Elsbeth Stern und Ilonka Hardy zu nennen, die in richtungweisenden Forschungsarbeiten identifiziert haben, was einen „guten“ naturwissenschaftlichen Unterricht in der Grundschule ausmacht.¹² Für den Elementarbereich wäre vorrangig auf die Arbeiten von Mirjam Steffensky, Wassilios Fthenakis und anderen zu verweisen. Danach sind Unterrichtsansätze im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht als besonders wirksam einzuschätzen, in denen die Pädagoginnen und Pädagogen den Kindern Gelegenheiten zum selbsttätigen Aufstellen, Erproben, Prüfen und Widerruf von Hypothesen geben.

Diese Prozesse müssen – und das ist entscheidend! – in aller Regel durch strukturierte Lernbegleitung, aktivierende Gesprächsführung („scaffolding“) sowie eine diesbezüglich anregende (konstruktivistische) Lernumgebung unterstützt werden.

Die Kommunikation über die Schülertätigkeiten im Unterrichtshandeln nimmt dabei einen besonderen Stellenwert für den Wissensaufbau ein:

„Um anwendungsbereites, integriertes und widerspruchsfreies Wissen aufzubauen,“ sagt Kornelia Möller, „müssen Schüler aktiv und aufgrund eigener Denkprozesse bisherige Konzepte in Frage stellen, [sie] anhand von Erfahrungen überprüfen, alte Ideen verwerfen und neue Ideen entwickeln, diese wiederum überprüfen, in verschiedenen Situationen anwenden und in ihrer eigenen Sprache präsentieren. Den gemeinsamen Lern- und Denkprozessen in der Lerngruppe kommt hierbei eine wichtige Bedeutung zu“¹³.

Lernen erfolgt in dieser Perspektive als Ko-Konstruktion der Lehrenden und der Lernenden sowie der Lernenden untereinander, wobei der Prozess des Lernens in den sozialen Kontext des Unterrichts integriert ist.¹⁴ Dabei wird angenommen, dass Lernprozesse (auch auf kognitiver und motivationaler Ebene) insbesondere dann nachhaltig wirksam sind, wenn eine systematische enge Verzahnung von Handlungs- und Verstehensprozessen gegeben ist.¹⁵ Der Unterricht sollte demnach bereits in seiner Struktur so gestaltet sein, dass er eine Kombination von eigenaktivem Erproben und Experimentieren und systematischem gemeinsamem Nachdenken über den Sachverhalt darstellt – „sustained shared thinking“, wie die Amerikaner es nennen.

Da stellt sich die Frage: „Kommen solche Unterrichtssituationen im Sachunterricht der Grundschule in Deutschland überhaupt vor?“

Hierzu gibt eine Dissertation Aufklärung, die jüngst unter der Leitung von Prof. Hans E. Fischer von der Promovendin Annika Ohle in der Forschergruppe zum Naturwissen-

¹¹ Vgl. Einsiedler 2009; Lauterbach et al. 2007; Helmke 2004; Helmke et al. 2007; Fischer et al. 2003; Treagust 2007; Fischer 1998.

¹² Vgl. Möller 2001/2006; Stern/Möller 2004; Sodian et al. 2002.

¹³ Möller 2004, S. 153.

¹⁴ Widodo/Duit 2004.

¹⁵ Möller et al. 2002/2006; Möller 2004; Beinbrech/Möller 2008.

schaftlichen Unterricht an der Universität Essen durchgeführt wurde und deren Publikation unmittelbar bevorsteht.

Frau Ohle hat in ihrer Untersuchung über die „*Auswirkungen fachspezifischen Professionswissens von Primarstufenlehrkräften auf Unterricht und Schülerleistung*“ im Rahmen der PLUS-Studie 58 Grundschullehrerinnen befragt und dreißig Doppelstunden aus dem naturwissenschaftlichen Unterricht in deutschen Grundschulen videografiert und inhaltsanalytisch ausgewertet.

Die Ergebnisse sehen Sie hier:

Deskriptive Ergebnisse - Video					
N= 30 Videos, 5011 Intervalle (á 30 Sekunden)					
	Schritt 1	Schritt 2	Schritt 3	Schritt 4	Schritt 5
Lernen durch Eigen-erfahrung	Handlungsplanung	Durchführung der Handlung	Erste Reflexion der Handlung	Generalisierung des Ergebnisses	Übertragung des Ergebnisses
51,19 %	2,06%	40,43%	7,40%	1,16%	0,14%
Problem-lösen	Erkennen des Problems	Formulierung der Problemstellung	Entwicklung von inhaltlichen Hypothesen	Hypothesen-testung	Evaluation des Lösungsweges
10,93 %	1,13%	2,27%	4,64%	2,88%	0,00%
Konzept-bildung	Aktivierung des Vorwissens	Einführung des neuen Konzepts	Beschreiben der wesentlichen Merkmale des neuen Konzepts	Anwendung des Konzepts	Verknüpfung mit anderen Konzepten, Übertragung in andere Kontexte
14,44 %	7,97 %	3,28 %	0,69 %	1,47 %	1,03 %

Ich empfehle, mal einen Blick auf die Zeile zum „Lernen durch Eigenerfahrung“ zu werfen. Da kann man sehen, dass in den videografierten Unterrichtseinheiten zwar 40 % der Unterrichtszeit auf handelndes Tun der Kinder verwendet wurden, dass zu dessen Planung aber nur 2 % der Unterrichtszeit aufgewendet wurde. Offenkundig waren die Experimente weitgehend von den Lehrkräften vorstrukturiert und wurden nicht gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern entwickelt. Für eine Reflexion der Unterrichtsexperimente standen gerade mal 7 % der Unterrichtszeit zur Verfügung, und nur 1 % der Unterrichtszeit wurde auf Verallgemeinerungen der Befunde verwendet.

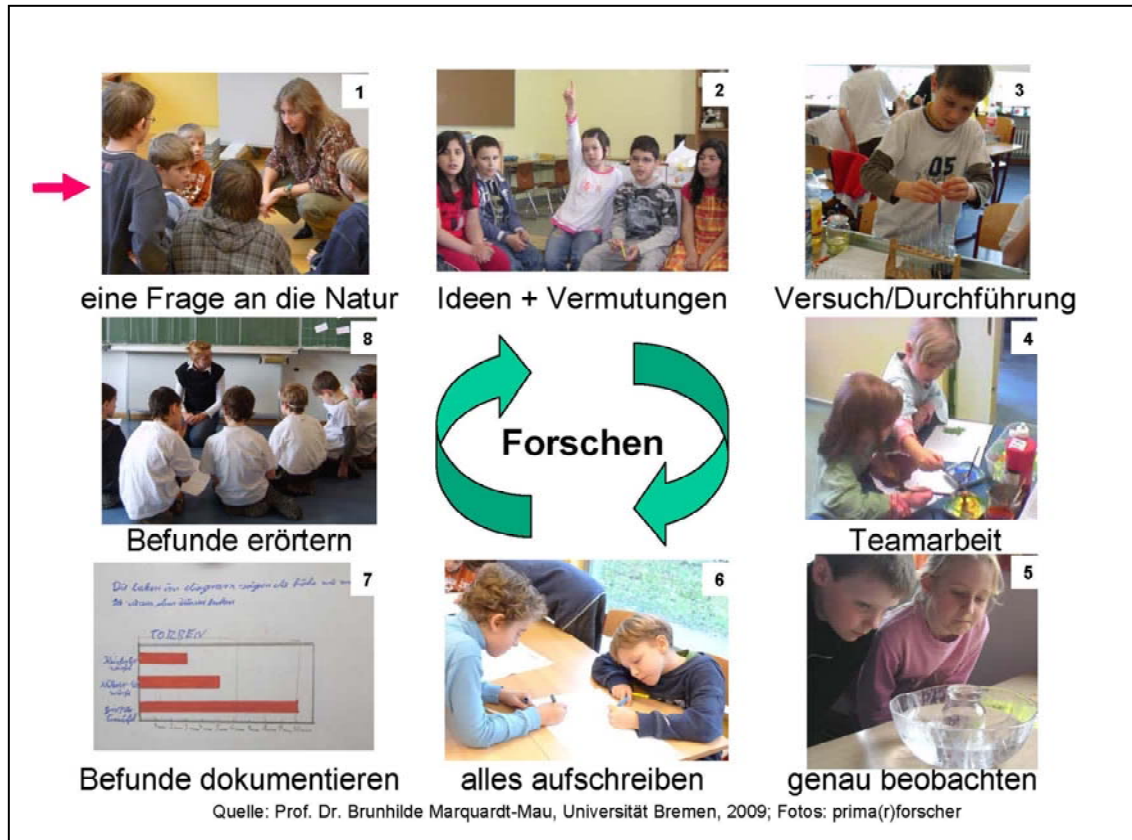
Ein ähnliches Bild findet sich in den Lehrzieltypen „Problemlösen“ und „Konzeptbildung“. Auch hier werden Ergebnisse kaum oder gar nicht reflektiert. Der Fokus der hier untersuchten Unterrichtsstunden lag mit über 50% auf dem Lernen durch Eigenerfahrungen der Schülerinnen und Schüler. Und das kann ja jederzeit auch in eine völlig falsche Richtung gehen und dann naturwissenschaftliche Erkenntnis eher blockieren als sicherstellen.

Ist die Verallgemeinerung zu weit gegriffen, dass naturwissenschaftlicher Unterricht in Kindergarten und Grundschule in Deutschland dem Risiko unterliegt, allzu oft in *purem*

Aktionismus zu enden? Intensives Handeln ohne fachliche Reflexion? Und dass dieser Aktionismus im Wesentlichen der Tatsache geschuldet ist, dass unsere Pädagoginnen und Pädagogen in Kindergarten und Grundschule selber nur in seltenen Fällen eine fundierte Vorstellung von den naturwissenschaftlichen Sachverhalten haben, die den Experimenten zugrunde liegen, und auch nur selten über angemessene didaktische Konstruktionen für naturwissenschaftlichen Unterricht im Kindesalter verfügen? Dann allerdings drängt sich die Frage auf, ob die Förderprogramme zum naturwissenschaftlichen Lernen in Deutschland, die sich darauf konzentrieren, Experimente auszuarbeiten und Experimentieranleitungen unters Volk zu bringen, wirklich eine sinnvolle Zielsetzung verfolgen. Oder ob wir nicht eher eine grundlegende Reform der Erstausbildung für die Pädagoginnen und Pädagogen in Kindergarten und Grundschule benötigen und alle Energien hierauf sowie auf die fachliche *Weiterbildung* der Pädagoginnen und Pädagogen verwenden müssten.

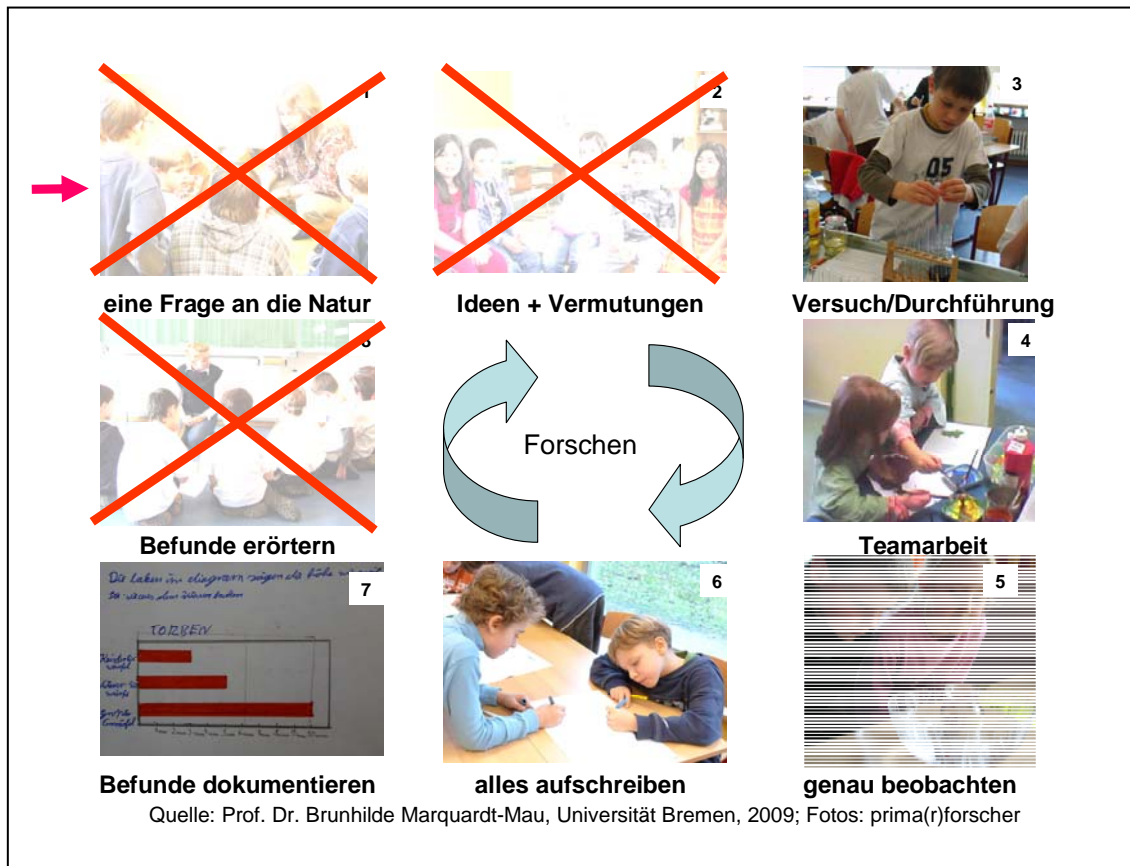
Ich versuche, denselben Gedanken an einem anderen Bild darzustellen: Nach Kornelia Möller setzt ein naturwissenschaftlicher Unterricht im Idealfall an den Fragen der Kinder zum jeweiligen Gegenstand an, macht diese zum Thema und bearbeitet diese Fragen in einem Zyklus ähnlich einem realen Forschungsverlauf in wissenschaftlichen Projekten: von der Frage über Hypothesenbildung, Hypothesenprüfung, Ergebnisdokumentation bis zur Diskussion der Befunde.¹⁶

Professorin Brunhilde Marquardt-Mau von der Universität Bremen hat diesen Prozess in ein Kreismodell gefasst, das wir in den Modellschulen des prima(r)forscher-Projektes ausführlich erörtert haben und das nun diverse Schulen ihrem Unterricht zugrunde legen.



¹⁶ Vgl. Ramseger 2009, ebenso Möller 2004.

An der Grafik ist auch erkenntlich, was in den eingangs betrachteten Beispielen problematisch war:



Unterrichtsangebote, die von vorgegebenen Experimenten ausgehen, überspringen in der Regel die für einen naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess besonders bedeutsamen Phasen der Formulierung einer eigenen Frage an die Natur, der Suche nach eigenen Lösungen und geeigneten Versuchsaufbauten und – leider auch sehr häufig – der Überprüfung und Rekonstruktion eigener Vermutungen und Weltdeutungen in einem die Befunde sorgsam überprüfenden gemeinsamen Dialog.

Indem sie NICHT an die Präkonzepte der Kinder anschließen, verunmöglichen solche Unterrichtsangebote den durch Unterricht eigentlich anzubahnenen Konzeptwechsel, der die bloße Vermutung, das Halbwissen und das Vorurteil über das zu untersuchende Naturphänomen in gesichertes Wissen überführen würde. Indem sie NICHT an die Präkonzepte der Kinder anschließen, verhindern sie gerade jenen Prozess, der erst zu sicheren Kompetenzen führen könnte: *die Erfahrung einer durch eigenes Denken geklärten Fragestellung.*

4 Die Bedeutung des Wissenschaftlichen Argumentierens in der Lerngemeinschaft für den Erkenntnisprozess

Mein kritischer Auftakt könnte nun zu der Vermutung Anlass geben, dass man im Vor- und Grundschulalter überhaupt keine sinnvollen naturwissenschaftlichen Unterrichtsangebote machen könne. Aber die Erfahrungen der prima(r)forscher-Schulen und vieler anderer besonders reflektiert arbeitender Kindergärten und Grundschulen in Deutschland und in vielen anderen Ländern belegen das Gegenteil: Es ist durchaus möglich, mit Kindern genuine naturwissenschaftliche Erfahrungen zu machen und zugleich Kon-

zeptwechsel anzubahnen. Ich werde versuchen, dies an einem relativ schlichten Beispiel aus dem prima(r)forscher-Projekt auszuführen.

Das Beispiel stammt aus der Evangelischen Grundschule Klein-Machnow in Brandenburg. Folgen Sie mir bitte in eine jahrgangsgemischte Klasse mit 17 Kindern des ersten und zweiten Schuljahres mit ihrer Klassenlehrerin und einer weiteren Lehrkraft als Teamlehrerin.¹⁷ [Der Unterricht wäre aber ohne weiteres auch von einer einzigen Lehrkraft völlig identisch durchführbar gewesen.] Die Lehrerin hat in der Mitte des Klassenzimmers, zunächst unter einer Decke verborgen, diverse Gläser mit verschiedenen Sorten von Regenwürmern platziert, dazu ein Terrarium und mehrere Schälchen mit Naturprodukten des Waldes: Blätter, Holzstückchen, Moose, Erden.

Die Kinder vermuten schnell, dass es um Regenwürmer gehen wird. Und sie produzieren sogleich viele Fakten und Fragen, die die beiden Lehrerinnen auf große gelbe Kartons schreiben:

„Regenwürmer fressen Holz“, sagt ein Kind. Eine Schülerin sagt, auf die Schälchen zeigend: „Das sind ganz viele Gegenstände aus dem Lebensraum.“ Die Schüler vermuten am Glaskasten, dass es dünne und dicke Regenwürmer gibt. Die Lehrerin fragt nach: „Bist Du sicher, dass es Regenwürmer sind?“ Eine andere Schülerin antwortet: „Das sind Larven.“ Die Lehrerin fragt nach, ob sie sicher sei. Eine Schülerin antwortet sehr betont: „Wir VERMUTEN, dass es Regenwürmer sind, aber vielleicht sind es auch Raupen.“

Die Lehrerin: „Ist das ein Unterschied?“

Schüler: „Ja, eine Raupe wird ja ein Schmetterling.“

Lehrerin: „Was müsste man jetzt machen?“

Koop-Lehrerin: „Wir müssten das mal untersuchen!“

Mehrere Schüler geben nun verschiedene Kommentare ab: Regenwürmer sind nackt und braun, Raupen haben ein Fell. Eine Schülerin sagt, sie habe auch schon mal eine braune Raupe gesehen. Ein Schüler bemerkt, es hänge davon ab, von welcher Art sie seien: Manche Regenwürmer seien lang, aber sehr dünn, andere seien kurz, aber sehr dick. Die dicken seien bei Anglern sehr beliebt. Weitere Schüler bemerken, dass die Regenwürmer „so Rillen drin“ haben. Der erste Schüler meint: „Manche Leute sagen, dass Regenwürmer viel Wasser brauchen. Das stimmt aber nicht! Sie brauchen vor allem feuchte Erde!“ Es folgen diverse Vermutungen, was Regenwürmer wohl essen.

Nachdem auf diese Weise viele gelbe Karten mit Fragen und Vermutungen gefüllt wurden, verteilt die Klassenlehrerin die gelben Kartons und gibt sie einzelnen Kleingruppen, die nun Antworten finden sollen. Es folgt eine zwanzigminütige Forscherphase in Kleingruppen. Manche Kinder versuchen, den Regenwürmern unterschiedliche Nahrung anzubieten, um herauszufinden, was sie essen. Andere messen die Tiere aus, wobei zwei Rekord-süchtige Jungen ihr Testexemplar durchaus etwas in die Länge ziehen, um das Ergebnis interessanter zu machen. Andere untersuchen die Tiere mit der Lupe ganz genau und versuchen, sie zeichnerisch darzustellen. Wieder andere prüfen, ob die Tiere Augen haben und wie sie sich eigentlich fortbewegen.

¹⁷ Vgl. Beobachtungsprotokoll der Wissenschaftlichen Begleitung vom 17.3.2010, Evangelische Grundschule Kleinmachnow.

Nach einiger Zeit sammelt die Lehrerin die Kinder wieder im Kreis zu einem gemeinsamen Forscherdialog. Die Kinder stellen erste Befunde zur Diskussion: Sie geben detaillierte Beschreibungen: Die Regenwürmer sind „schwabbelig“, dunkel oder auch heller, sie kitzeln auf der Hand. Nils stellt fest, dass die Würmer hinten und vorne eine unterschiedliche Form haben: Vorne seien sie dicker, hinten seien sie platt. (Ich habe allerdings den Verdacht, dass jemand auf das hintere Stück seines Regenwurmes draufgetreten ist...)

Ein Schüler sagt: „Sie ziehen sich immer so zusammen. Deswegen haben sie Rillen, damit sie sich zusammenziehen können.“ Ich frage nach, ob sie denn keine Füße hätten. Die Schüler behaupten steif und fest, dass die Regenwürmer keine Füße hätten, können es aber nicht wirklich bezeugen.

Die Klassenlehrerin kommt wieder auf eine der gelben Karten der Kinder zurück, die zu Stundenbeginn ausgefüllt wurden. Sie sagt: „Ihr habt vorhin gesagt, Regenwürmer sind braun, hautfarben und dunkelbraun. Habt ihr das jetzt überprüft?“

Dann wird die Frage gestellt, ob die Würmer nun Haare hätten oder nicht. Einige Kinder behaupten es, andere haben keine Haare gesehen. Die Teamlehrerin erläutert: „Das kann man mit dem bloßen Auge nicht sehen.“ Die Klassenlehrerin fragt die Kinder, was man denn brauche, um die Haare zu sehen. Die Kinder erwähnen die Lupe und ein Mikroskop. Die Teamlehrerin ergänzt an der Tafel die entsprechende gelbe Karte mit den Schülervermutungen, die sie während des Gespräches von der linken Seite der Tafel, wo die Vermutungen und offenen Fragen mit Magneten fixiert waren, nach und nach auf die rechte Tafelhälfte versetzt, wo die Überschrift „Das stimmt“ prangt.

Und so geht das weiter: Es folgt eine erneute Runde von Kleingruppenforschung, in der die neu aufgetauchten Fragen untersucht und einer Klärung nahegebracht werden. Am Ende sammelt die Lehrerin erneut die Befunde der Kinder ein, sortiert sie an der Tafel und hängt die Fragen, die geklärt sind, auf die Seite mit der Überschrift „Das ist richtig“. Zwei Stunden intensiven forschenden Lernens im ersten und zweiten Schuljahr, und kein Kind ist müde.

Wichtig ist: Die beiden Lehrerinnen haben eine klare Struktur vorgegeben. Sie haben ein Interesse auslösendes Phänomen – lebende Tiere – in die Klasse eingebracht, sie haben die Kinder aufgefordert, ihr Vorwissen und ihre Fragen zum Gegenstand zu artikulieren. Sie haben den Kindern selbst überlassen, wie sie ihre Fragen klären wollten, und sie haben die Befunde der Kinder in der Lerngruppe zur Diskussion gestellt und an der Tafel ergebnissichernd sortiert. So konnten sich die Kinder selbst als Erkenntnis produzierende Forscher erfahren. Dabei blieb alles, was sie erforscht haben, im Kreis des auf dieser Jahrgangsstufe Verstehbaren. Es wurden keine spektakulären Experimente veranstaltet, Naturwissenschaft nicht als geheimnisumwittertes Land der Wunder verklärt, keinerlei „Wissenschaftsnebel“ erzeugt.

Mit der Pflege des Dialogs im Kreisgespräch haben die beiden Lehrerinnen zugleich mit den Kindern das „*wissenschaftliche Argumentieren*“ – auf Englisch: „*scientific reasoning*“ – geübt, das neben dem eigenaktiven Handeln die zweite bedeutsame Basis des Verstehens ist.¹⁸

¹⁸ Zum wissenschaftlichen Argumentieren siehe Bybee 2002; Furtak et al. 2009; Hardy et al. 2005; Mercer et al. 2004; Tytler/Peterson 2004; Tytler et al. 2009.

„Wissenschaftliches Argumentieren“ ereignet sich immer dann, wenn

- Kinder ihr Vorwissen und eigene Vermutungen zum Sachverhalt artikulieren,
- Kinder eigene Hypothesen formulieren und diese gegen Rückfragen verteidigen müssen,
- Kinder auf Grund ihrer Hypothesen eigene Versuchsanordnungen entwickeln und begründen,
- Kinder Fehlerquellen, Widersprüche oder erwartungswidrige Ereignisse in ihren Versuchen oder Versuchsanordnungen erkennen und erörtern,
- Kinder eigene Begründungen für beobachtete Phänomene formulieren und/oder erläutern,
- Kinder sich im Diskurs auf eine Beschreibung, Begründung, Interpretation verständigen,
- Kinder einer Erkenntnis folgend handeln (beobachtbare Objektivationen von Erkenntnisgewinn im konkreten Handeln),
- Kinder über ihren eigenen Lernweg nachdenken (Metakognition).

Nur ein Unterricht, der, wie im letzten Beispiel ausgeführt, solche argumentativen, dialogischen und metakognitiven Phasen einplant und sicherstellt, kann – so meine These – im eigentlichen Sinne des Wortes als bildender Unterricht begriffen werden. Da das Alles Zeit braucht, kann ich mir keinen bildenden Unterricht vorstellen, der in ein Korsett von 45-Minuten-Stunden eingezwängt ist. Und ich denke, dass Schulen, die ihren Zeittakt noch nicht rhythmisiert haben, sondern die Kinder weiter im 45-Minuten Takt an- und ausknipsen wie eine Glühlampe, sich sehr schwer tun, bildende Erfahrungen zu ermöglichen.

5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

In der Startphase des prima(r)forscher-Programms haben sich viele Schulen darauf gestürzt, den Kindern in der Grundschule möglichst vielfältige Experimente aller Art anzubieten und die Schülerinnen und Schüler vor allem aktiv handeln zu lassen. Darin glich das prima(r)forscher-Projekt anfangs einem Trend, den viele Förderprogramme für den naturwissenschaftlichen Unterricht pflegen.

Die Steuergruppen in den prima(r)forscher-Schulen haben auch viel Aufmerksamkeit darauf verwendet, erfolgreiche Experimente an die Kolleginnen und Kollegen in der eigenen Schule oder in Partnerschulen weiterzugeben und so den Kreis der in die naturwissenschaftliche Bildung involvierten Personen über die Steuergruppen hinaus zu vergrößern. Das Paradebeispiel hierfür ist das „Experiment der Woche“, für das z. T. Schachteln oder Kisten mit einer Sammlung themenbezogener Lehrmittel und erprobter „Experimentieranleitungen“ zusammengestellt wurden, die dann auch von jenen Kolleginnen und Kollegen genützt werden konnten, die an der Entwicklungsarbeit innerhalb der regionalen Netzwerke gar nicht beteiligt waren. Solche Schachteln und Kisten kann man ja auch kaufen.

Vor dem Hintergrund meiner zuvor ausgeführten Überlegungen käme es nun darauf an, die Fixierung auf Experimente, die in Deutschland weit verbreitet ist, zu Gunsten von Unterrichtsarrangements zu überwinden, die

- auf wirkliches Verstehen abzielen,
- hierfür die Schülerinnen und Schüler erst einmal in eine entsprechende Fragehaltung versetzen,
- sie ermutigen, selber eigene Hypothesen über die Welt zu formulieren und eigene Versuchsanordnungen zu entwickeln, mit denen sie ihre Fragen klären können,
- anschließend die Befunde im gemeinsamen Forscherdialog prüfen und erörtern und
- den Erkenntnisstand der Kinder durch Repräsentationen und Modelle erweitern und sichern, wobei die Schülerinnen und Schüler im Idealfall solche Repräsentationen und Modelle selbst entwickeln.

Werfen wir mit diesen Vorstellungen vor Augen einen Blick in die aktuellen Bildungsprogramme für den Kindergarten und die Rahmenlehrpläne für den Sachunterricht in der Grundschule, wird doch einiger Korrekturbedarf erkenntlich. Um nur ein Beispiel von vielen kurz anzudeuten:

Wer sich die Mühe macht, die Lehrplanvorgaben für den Fächerverbund „Mensch, Natur und Kultur“ in Baden-Württemberg aus dem Jahr 2004 noch einmal gründlich zu studieren, wird im Bildungsplan vier eng bedruckte Seiten mit einer sehr klugen pädagogischen Kombination fächerübergreifender und fächerverbindender Aktivitäten und Kompetenzen finden. Dort wird in ganz einfachen Sätzen ein sehr anspruchsvoller und sehr interessanter Unterricht entworfen, der ein pädagogisches Korrelat für den erkenntnistheoretischen Zusammenhang von ästhetischer Erfahrung und wissenschaftlicher Urteilsbildung darstellt.

Das alles wird jedoch anschließend sofort konterkariert durch eine Liste von 19 Experimenten, die in den Jahrgangsstufen 3 und 4 obligatorisch abgearbeitet werden müssen. Wohlgemerkt: Experimenten – nicht etwa Fragen an die Natur! Im gemeinsamen Rahmenlehrplan für den Sachunterricht der Länder Brandenburg, Berlin und Mecklenburg-Vorpommern aus dem Jahr 2004 sind 146 (!) verbindliche Themen aufgelistet, die in den vier Grundschuljahren mit allen Kindern erarbeitet werden müssen. Ich muss gestehen, dass ich sehr skeptisch bin, ob es möglich ist, 19 Experimente in zwei Jahren durchzuführen und dabei auch nur ein Einziges wirklich zu verstehen – von 146 verbindlichen Aufgaben in vier Jahren ganz zu schweigen. Ich will mich wirklich gerne von den Fachleuten dieser Länder eines Besseren belehren lassen. Glauben kann ich es nicht und erleben tue ich es in den Schulen in der Regel auch nur, wo sich Lehrkräfte von den Rahmenplanvorgaben emanzipieren und ihre eigenen Unterrichtspläne entwickeln und realisieren.

In der Auseinandersetzung mit dem Forschungskreis nach Brunhilde Marquardt-Mau, mit den kritischen Anmerkungen von Salman Ansari und der didaktischen Forschung von Kornelia Möller, Christine Beinbrech, Ilonka Hardy und anderen zur Bedeutung des „wissenschaftlichen Argumentierens“ für den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess ergeben sich meines Erachtens neue Herausforderungen für Erzieherinnen und Erzieher, Lehrerinnen und Lehrer, die bereits in der Vor- und Grundschule naturwissenschaftlichen, aber zugleich auch bildenden Unterricht anbieten wollen. Es reicht offenbar nicht aus, irgendwelche Experimente zu veranstalten. Vielmehr ist zu vermuten, dass Pädagoginnen und Pädagogen, die selber keine Naturwissenschaften studiert haben, intensive Fortbildung benötigen, um sich wenigstens einen kleinen Grundstock von Fragen an die Natur anzueignen, die man mit einiger Wahrscheinlichkeit schon mit Kin-

dergarten- und Grundschulkindern sinnvoll erarbeiten kann, weil Kinder hierzu selbst sinnvolle Hypothesen formulieren und diese in selbst entworfenen Versuchssituationen selber erproben und dadurch ihre Gedanken neu ordnen und ausdifferenzieren können.

Ich bin mir – offen gestanden – nicht sicher, ob es überhaupt mehr als ein Dutzend solcher Fragestellungen gibt. Sie zu identifizieren wäre eine dringliche Aufgabe für die pädagogisch-didaktische Forschung in Deutschland. Sie im Verein mit lernfreudigen Erzieherinnen und Erziehern, Grundschullehrerinnen und –lehrern praktisch zu erproben, eine Aufgabe für Modellversuche wie *prima(r)forscher*, *TransKiGs*, *Sinus Transfer Grundschule*, „Haus der kleinen Forscher“ und wie sie alle heißen. So gesehen ist zu vermuten, dass Modellprojekte und Initiativen, die die naturwissenschaftliche Bildung fördern und unterstützen wollen, vermutlich dann besonders nachhaltig wirksam sein werden, wenn sie sich nicht nur auf Kindergarten- und Schulentwicklung in einer Region beschränken, sondern gleichzeitig und *in die Projektarbeit integriert* auch die naturwissenschafts*didaktische* Forschung voranzutreiben bemüht sind. Dies geschieht vor allem in Projekten, die die innovativen Erfahrungen und Ideen kritisch-konstruktiv wirkender Pädagoginnen und Pädagogen mit einem Forschungsauftrag an die Projekte verknüpfen und nicht nur in die Schulpraxis, sondern auch in die naturwissenschafts*didaktischen* Diskurse mit einzugreifen bemüht sind.

Gestatten Sie mir, abschließend einmal einen Dank auszusprechen: An dieser Stelle ist Dank zu sagen dafür, dass viele bedeutsame Stiftungen in dieser Republik die naturwissenschaftliche Bildung als Betätigungsfeld für zivilgesellschaftliche Initiative aufgegriffen haben und die Entwicklung der naturwissenschaftlichen Bildung in Deutschland großzügig und anhaltend unterstützen. Ohne die Impulse solcher Unterstützungssysteme sähe es in der didaktischen Landschaft deutlich ärmer aus. Aber wir sind noch lange nicht am Ende der Bemühungen. Wir fangen gerade erst an. Und ich fürchte: Es gibt noch viel zu tun.

Quellenverzeichnis

- ANSARI, S. (2010): Was heißt Frühförderung und naturwissenschaftliche Bildung im Kindergarten? In: <http://www.erzieherin.de/was-heisst-fruehfoerderung-und-naturwissenschaftliche-bildung-im-kindergarten.php>, download 17.6.2010.
- BEINBRECH, C./ MÖLLER, K. (2008): Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenz im Sachunterricht. In: GIEST, H./ HARTINGER, A./ KAHLERT, J. (Hg.): Kompetenzniveaus im Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt Verlag. S. 101-117.
- BYBEE, R.W. (2002): Scientific Literacy - Mythos oder Realität? In: GRÄBER, W. et al. (Hg.): Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung. Opladen: Leske+Budrich. S. 21-43.
- DEWEY, John (2000): John Dewey: Demokratie und Erziehung. Eine Einleitung in die philosophische Pädagogik. 3. Aufl., hrsg. von Jürgen Oelkers. Weinheim: Beltz Verlag (Erstausgabe USA 1916).
- EINSIEDLER, W. (2009): Neuere Ergebnisse der entwicklungs- und kognitionspsychologischen Forschung als Grundlage der Didaktik des Sachunterrichts. In: Zeitschrift für Grundschulforschung, 2. Jg., H. 1, S. 61-76.
- FISCHER, H.E. (1998): Scientific Literacy und Physik-Lernen. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften. 4. Jg., H. 2, S. 41-52.
- FISCHER, H.E. et al. (2003): Naturwissenschaftliche Lehr-Lernforschung: Defizite und Desiderata. In: Zeitschrift für Naturwissenschaften. 9. Jg., S. 179-208.
- FURTAK, E. M. et al. (2009): A framework for analyzing evidence-based reasoning in science classroom discourse. Paper presented at the European Association for Research on Learning and Instruction. Amsterdam, Netherlands.
- GESELLSCHAFT FÜR DIDAKTIK DES SACHUNTERRICHTS (GDSU, Hg., 2002): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt Verlag.
- GRÄBER, W. et al. (Hg.) (2002): Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung. Opladen: Leske+Budrich.
- HARDY, I. et al. (2005): Fostering diagrammatic reasoning in Science Education. In: Swiss Journal of Psychology 64 (3). S. 207-217.
- HELMKE, A. (2004): Unterrichtsqualität - erfassen, bewerten, verbessern. Seelze: Kallmeyer Verlag.
- HELMKE, A. et al. (2007): Erfassung, Bewertung und Verbesserung des Grundschulunterrichts: Forschungsstand, Probleme und Perspektiven. In: MÖLLER, K. et al. (Hg.): Qualität von Grundschulunterricht: entwickeln, erfassen und bewerten (=Jahrbuch Grundschulforschung, Bd. 11). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. S. 17-34.
- HERBART, J. F. (1964/65): Allgemeine Pädagogik aus dem Zweck der Erziehung abgeleitet. In: ASMUS, W. (Hg.): Johann Friedrich Herbart – Pädagogische Schriften, Bd. II, S. 9-155.
- LAUTERBACH, R. et al. (2007): Kompetenzerwerb im Sachunterricht fördern und erfassen (Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, Bd. 17). Bad Heilbrunn: Klinkhardt Verlag.
- MERCER, N. et al. (2004): Reasoning as a scientist: Ways of helping children to use language to learn science. In: British Educational Research Journal 30 (3). S. 359-378.
- MÖLLER, K. (2001): Konstruktivistische Sichtweisen für das Lernen in der Grundschule? In: ROßBACH, H.-G./ NÖLLE, K./ CZERWENKA, K. (Hg.): Forschungen zu Lehr- und Lernkonzepten für die Grundschule. Opladen: Leske+ Budrich. S. 16-31.
- MÖLLER, K. (2004): Verstehen durch Handeln beim Lernen naturwissenschaftlicher und technikbezogener Sachverhalte. In: KÖHNLEIN, W. (Hg.): Verstehen und begründetes Handeln. Bad Heilbrunn: Klinkhardt Verlag. S.147-165.
- MÖLLER, K. et al. (2002): Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung. In: PRENZEL, M./ DOLL, J. (Hg.): Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen. Weinheim, Basel: Beltz Verlag (= Zeitschrift für Pädagogik, 45. Beiheft). S.176-191.

- MÖLLER, K. et al. (2006): Naturwissenschaften in der Primarstufe. Zur Förderung konzeptuellen Verständnisses durch Unterricht und zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen. In: PRENZEL, M./ ALLOLIO-NÄCKE, L. (Hg.): Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms BiQua. Münster: Waxmann Verlag. S.161-193.
- POLLMEIER, J. et al. (2009): Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenz in der Grundschule (Science-P): Naturwissenschaftliches Wissen. In: RÖHNER, C. et al.: Europäisierung der Bildung: Konsequenzen und Herausforderungen für die Grundschulpädagogik. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. S. 199-203.
- RAMSEGER, J. (2009): Experimente, Experimente. Was lernen Kinder im naturwissenschaftlichen Unterricht? In: Die Grundschulzeitschrift, 23. Jg., H. 25-26, S. 14-20.
- SODIAN, B. et al. (2002): Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Grundschule. In: Zeitschrift für Pädagogik (45. Beiheft). S.192-206
- STERN, E./ MÖLLER, K. (2004): Der Erwerb anschlussfähigen Wissens als Ziel des Grundschulunterrichts. In: LENZEN, D. et al. (Hg.): PISA und die Konsequenzen für die erziehungswissenschaftliche Forschung. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften (= Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 3. Beiheft). S. 25-36.
- TREAGUST, D. (2007): General instructional methods and strategies. In: ABELL, S./ LEDERMAN, N. (Hg): Handbook of Research on Science Education. London: Routledge Pub. S. 373-392.
- TYTLER, R. et al. (2009): An explicit representational focus for teaching and learning about animals in the environment. In: Teaching Science 55 (4). S. 21-27.
- TYTLER, R./PETERSON, S. (2004): From “try it and see” to strategic exploration: Characterizing young children’s scientific reasoning. In: Journal of Research in Science Teaching 41(1). S. 94-118.
- WIDODO, A./ DUIT, R. (2004) Konstruktivistische Sichtweisen vom Lehren und Lernen und die Praxis des Physikunterrichts. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften. 10. Jg., S. 233-255.