

Kompetenzen von Grundschulkindern der Jahrgangsstufen 5/6 im Bereich „Naturwissenschaftliches Arbeiten“

Manja Erb und Claus Bolte

Einleitung

Der von der KMK 2004 ausschließlich für den Mittleren Schulabschluss in den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern formulierte Kompetenzbereich „Erkenntnisgewinnung“ gliedert sich in verschiedene Teilkompetenzen und Standards, deren Entwicklung hohe Anforderungen sowohl an die Schülerinnen und Schüler beim Lernen als auch an die Lehrerinnen und Lehrer beim Unterrichten stellt. Hinsichtlich des Teilbereiches „naturwissenschaftliches Arbeiten“ werden folgende anspruchsvolle Anforderungen für die Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufen 9/10 formuliert: Die Schüler sollen die Fähigkeiten besitzen, wissenschaftliche Untersuchungen zu planen und selbstständig durchzuführen. Die Beobachtung von Alltagsphänomenen und die Untersuchung einer daraus abgeleiteten naturwissenschaftlichen Fragestellung durch geeignete Untersuchungsinstrumente und -methoden bilden dafür die Grundlage (Kulturministerkonferenz 2005a, 2005b, 2005c).

Durch das Fehlen derartiger verbindlicher Standards für die unteren Klassenstufen der Grundschule sowie für die Jahrgänge der Übergangsphase von der Grundschule in die Sekundarstufe I erscheint uns eine gezielte Förderung der Lernenden in diesem Bereich als besonders schwierig; denn die flächendeckende und verbindliche Einführung des Faches Naturwissenschaften 5/6 an allen Berliner Schulen hat zur Folge, dass dieses Fach von Lehrerinnen und Lehrern unterrichtet wird, die für dieses Fach nicht oder nur unzureichend aus- bzw. fortgebildet sind (Bolte/ Streller 2007). Verständnisschwierigkeiten sind daher sowohl auf Seiten der Schülerinnen und Schüler als auch auf Seiten ihrer Lehrerinnen und Lehrer zu erwarten.

Um potentielle Problemfelder in diesem Bereich differenziert analysieren zu können, haben wir zunächst einen theoriebasierten Referenzrahmen erarbeitet. Zu diesem Zweck wurden nationale und internationale Curricula, Standards und Rahmenlehrpläne für die Jahrgangsstufen 5 und 6 im Bereich „naturwissenschaftliches Arbeiten“ gesichtet und analysiert, um einen möglichst realistischen

Erwartungshorizont zu formulieren. Dieser Erwartungshorizont beschreibt mögliche Mindestanforderungen für Schülerinnen und Schüler zum Ende der Jahrgangsstufe 6. Die herausgearbeiteten Mindestanforderungen dienen uns als Grundlage für die Konzeption eines Analyseinstruments, mit dessen Hilfe nunmehr Stärken und Schwächen auf Schülerseite im Bereich „naturwissenschaftlichen Arbeiten“ diagnostizierbar werden. Neben der Möglichkeit, Missverständnisse beim Lernen (meta-)kognitiver Aspekte im Bereich naturwissenschaftliche Arbeitsweisen aufzuzeigen, geben die Analysen Auskunft darüber, worauf beim Lernen und Unterrichten naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen zu achten ist. Darüber hinaus ermöglichen die Analysen die Optimierung von Aus- und Fortbildungsprogrammen für (angehende) Lehrerinnen und Lehrer der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer.

Ausgangslage

Im Jahr 2004 wurden von der Kultusministerkonferenz einheitliche nationale Bildungs- bzw. Regelstandards für den Mittleren Schulabschluss verbindlich eingeführt (Kultusministerkonferenz 2005). In den naturwissenschaftlichen Fächern werden diese Regelstandards vier Kompetenzbereichen zugeordnet. Einer dieser Bereiche umfasst Aspekte naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung und ist für die Fächer Biologie, Chemie und Physik durch folgende Standards charakterisiert (Kultusministerkonferenz 2005a, 2005b, 2005c):

Die Schülerinnen und Schüler...

- erkennen eine Problemstellung und formulieren eine entsprechende Fragestellung;
- stellen begründete Hypothesen auf, planen geeignete Untersuchungsmethoden und führen diese zur Überprüfung der eigenen Hypothesen durch;
- werten die gewonnenen Daten aus und interpretieren diese hinsichtlich der eigenen aufgestellten Hypothesen;
- nutzen geeignete Modelle zur Bearbeitung von Fragestellungen und zur Erklärung von komplexen Phänomenen (Kultusministerkonferenz 2005a, 2005b, 2005c).

Für die Übergänge zwischen den Jahrgangsstufen 4/5 oder 6/7 fehlen für die naturwissenschaftlichen Fächer nationale Bildungsstandards als verbindliche Orientierungshilfe sowohl für die Schülerinnen und Schüler als auch für deren

Lehrerinnen und Lehrer (Kultusministerkonferenz 2005). Vor dem Hintergrund, dass zu diesem Zeitpunkt für die Schülerinnen und Schüler der Übergang von der Grundschule zur Sekundarstufe I bzw. Oberschule erfolgt, ist die Konzeption eines verbindlichen und einheitlichen Orientierungsrahmens für die naturwissenschaftlichen Fächer im Allgemeinen sowie für den Bereich des naturwissenschaftlichen Arbeitens im Speziellen unseres Erachtens von besonderer Dringlichkeit.

Die Erarbeitung dieses Orientierungsrahmens scheint uns umso dringlicher, da nicht nur an Berliner Grundschulen sich die Situation besonders schwierig darstellt. Zum einen vor dem Hintergrund, dass „die Lehrer der abgehenden Grundschulen [...] im Vorfeld des Übergangs ihre Schüler auf die Anforderungen der weiterführenden Schulen vor[bereiten] und [dabei wissen], dass ihre Arbeit am Erfolg ihrer Schüler gemessen wird“ (Koch 2008, S. 578), zum anderen auf Grund des an vielen Grundschulen bestehenden Mangels an adäquat ausgebildeten Fachlehrinnen und -lehrer (Peschel 2007). In Berlin hat bspw. die flächendeckende Einführung des Faches Naturwissenschaften für die Jahrgangsstufen 5 und 6 zu einem Mangel an Lehrkräften geführt, die über eine adäquate naturwissenschaftliche Ausbildung verfügen (Bolte/ Streller 2007). Das Fach Naturwissenschaften wird und muss fachfremd unterrichtet werden, da es bisher kaum Möglichkeiten gab, dass Fach Naturwissenschaften an einer deutschen Universität zu studieren (Bolte/ Ramseger 2011). Bestenfalls wird dieses Fach von Kolleginnen und Kollegen unterrichtet, die lediglich ein naturwissenschaftliches Fach (in den meisten Fällen das Fach Biologie) studiert haben. Unter diesen Umständen scheint eine gezielte Förderung der Lernenden hinsichtlich ihrer naturwissenschaftlichen Grundbildung als schwierig.

Theoretischer Rahmen

Um einen Einblick zu bekommen, welche Mindestanforderungen realistisch von Schülerinnen und Schüler zum Ende der Jahrgangsstufe 6 im Bereich naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung im Allgemeinen und für den Teilbereich des naturwissenschaftlichen Arbeitens im Besonderen erwartet werden können, haben wir nationale sowie internationale Standards, Rahmenlehrpläne und Curricula folgender (Bundes)Länder analysiert: Deutschland (Bayern, Baden-Württemberg, Berlin, Brandenburg, Sachsen), Kanada, Finnland, USA und der Schweiz.

Die Auswahl der Quellen aus den einzelnen Länder erfolgte zum einen anhand bereits veröffentlichter nationaler Standards mit detaillierten Hinweisen zum Bereich naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung für die Jahrgangsstufe 6 und zum anderen vor dem Hintergrund aktueller und besonders erfreulicher Ergebnisse, die diese Länder in internationalen Leistungstests erzielt haben (Klieme u.a. 2011).

Aus der Analyse deutscher und internationaler Standards haben wir die folgenden Erwartungen herausgearbeitet (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus 2003, Finish National Board of Education 2004, Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg & Landesinstitut für Erziehung und Unterricht Stuttgart 2004, 2010; Ministerium für Kultus, Jugend und Sport des Landes Baden-Württemberg & Landesinstitut für Erziehung und Unterricht Stuttgart 2004, Ministry of Education and Training 1998, National Research Council 1996, Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport 2004, Sächsisches Staatsinstitut für Bildung und Schulentwicklung 2004, 2011, Wissenschaftliches Konsortium HarmoS Naturwissenschaften 2008).

Die Schülerinnen und Schüler....

- beobachten und untersuchen lebensweltbezogene Phänomene und formulieren daraus Fragestellungen, die durch einfache wissenschaftliche Untersuchungen beantwortet werden können [*Erwartung (Erw.) 1*],
- planen Untersuchungen zur Überprüfung möglicher Antworten und Lösungen [*Erw. 2*],
- führen einfache Untersuchungen angeleitet und gewissenhaft durch [*Erw. 3*],
- identifizieren die Variablen, die für eine aussagekräftige Untersuchung (Experiment) konstant gehalten werden müssen [*Erw. 4*],
- ziehen aus ihren Beobachtungen und Messdaten Schlussfolgerungen und formulieren eine mögliche Antwort auf die ursprüngliche Frage [*Erw. 5*].

Von diesem Erwartungshorizont ausgehend verfolgen wir die Frage: Sind die von uns formulierten Erwartungen im Bereich „Naturwissenschaftliches Arbeiten“ für Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe 6 realisierbar?

Nationale Forschungsarbeiten zielten bisher vor allem auf Kompetenzmodellierungen ab; zum Thema naturwissenschaftliche Kompetenz im Allgemeinen mit Fokus auf die Sekundarstufe I sind die Arbeiten von Kauertz/ Fischer/ Mayer/ Sumfleth/ Walpuski (2010) und von Schecker/ Parchmann (2006) zu nennen; mit dem Fokus auf die Grundschule die von Hardy u.a. (2010). Bezüglich des Bereichs naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung mit dem Fokus auf das

Ende der Sekundarstufe I liegen Arbeiten von Mayer/ Grube/ Möller (2008) und von Möller/ Grube/ Mayer (2007) vor.

Diesen Arbeiten folgend sowie auf Grundlage (inter-)nationaler Studien über Schülervorstellungen zum Konzept „Natur der Naturwissenschaften (NOS)“ (Höttecke 2001, Lederman 1992) haben wir den Bereich naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung in die Teilbereiche „Natur der Naturwissenschaften“ und „naturwissenschaftliches Arbeiten“ unterteilt.

In unserer Forschung konzentrieren wir uns auf den Teilbereich „naturwissenschaftliches Arbeiten“ als unterrichtliches Handlungsfeld. Um abschätzen zu können, inwiefern die von uns oben formulierten Erwartungen für Schülerinnen und Schüler zum Ende der Jahrgangsstufe 6 realisierbar sind, gehen wir der Frage nach:

Über welche Stärken und Schwächen verfügen die Schülerinnen und Schülern der Jahrgangsstufen 5/6 in den ausgewählten und spezifischen Handlungsfeldern naturwissenschaftlichen Arbeitens?

Erste Hinweise auf mögliche Schwierigkeiten auf Seiten von Schülerinnen und Schülern in diesem Handlungsfeld finden sich unter anderem bei Hamann (2006). In einer Untersuchung von 14 Viert- und Fünftklässlern (ausschließlich Gymnasiasten) wurden deutliche Mängel z.B. bezüglich des Experimentierens festgestellt.

Methode

Auf der Grundlage des von uns erarbeiteten Erwartungshorizonts für Schülerinnen und Schüler zum Ende der Jahrgangsstufe 6 in spezifischen Handlungsfeldern naturwissenschaftlichen Arbeitens haben wir ein Befragungsinstrument konzipiert. Der von uns entwickelte Fragebogen zielt auf vier Handlungsfelder des naturwissenschaftlichen Arbeitens ab, die durch offene sowie geschlossene Aufgaben erfasst werden. Folgende Handlungsfelder werden dabei unterschieden:

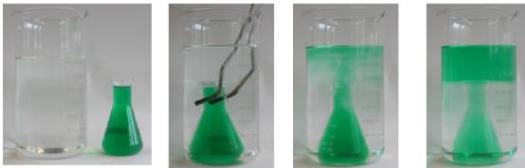
- naturwissenschaftliche Beobachtungen [s. *Erw.1*],
- naturwissenschaftliche Vermutungen [s. *Erw.2*],
- naturwissenschaftliche Fragestellungen sowie die [s. *Erw.1*],
- eigenständige Experimentplanung [s. *Erw.2 und Erw.3*].

Im offenen Aufgabenteil sollen die Probanden anhand eines dargestellten Alltagsphänomens zunächst sachlich zutreffende Beobachtungen formulieren, anschließend an eine ihrer Beobachtungen anknüpfend, mindestens eine naturwissenschaftliche Frage entwickeln und dazugehörige Vermutungen formulieren. Abschließend sind die Schülerinnen und Schüler aufgefordert, ein Experiment zu planen, mit dem sie eine ihrer Vermutungen überprüfen könnten.

Der geschlossene Teil beinhaltet je vier Aufgaben zu den Handlungsfeldern „naturwissenschaftliche Beobachtungen“ und „naturwissenschaftliche Vermutungen“. Zu jeder Aufgabe werden vier Aussagen angeboten, die von den Kindern bezüglich ihres Inhaltes als „sachlich zutreffend“ bzw. „sachlich unzutreffend“ zu bewerten sind. Ein Aufgabenbeispiel aus dem Handlungsfeld „naturwissenschaftliche Beobachtungen“ zeigt Abbildung 1:

4. Stelle dir vor, dein Lehrer/deine Lehrerin zeigt dir folgenden Versuch.

In ein Becherglas mit kaltem Wasser wird ein Erlenmeyerkolben mit warmem, angefärbtem Wasser gegeben.



Fotos © S. Streller

Du erhältst die Aufgabe deine Beobachtungen zu notieren. Entscheide, ob es sich bei den folgenden Aussagen um **Beobachtungen** handelt.

Kreuze bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen an.

	ja	nein
Das warme Wasser ist leichter als das kalte Wasser.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Farbe im Erlenmeyerkolben wird schwächer.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Teilchen des warmen angefärbten Wassers bewegen sich und steigen nach oben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Am oberen Rand des Becherglases bildet sich eine farbige Schicht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bei der Beantwortung der Aufgabe bin ich mir sicher eher sicher eher unsicher unsicher

Abbildung 1: Aufgabenbeispiel aus dem Handlungsfeld „naturwissenschaftliche Beobachtungen“

Im Handlungsfeld „naturwissenschaftliche Beobachtungen“ gilt eine Aussage als sachlich zutreffend, wenn sie weder eine Erklärung, Begründung oder

Schlussfolgerung enthält. Dementsprechend gelten alle Aussagen, die diese Bedingungen nicht erfüllen, als sachlich unzutreffend. In der dargestellten Beispielaufgabe (Abbildung 1) sind demnach die zweite Aussage: „Die Farbe im Erlenmeyerkolben wird schwächer“ und die Aussage „Am oberen Rand des Becherglases bildet sich eine farbige Schicht“ sachlich zutreffende Beobachtungen. Im Handlungsfeld der naturwissenschaftlichen Vermutungen gelten Aussagen als sachlich zutreffend, wenn sie in Abhängigkeit von der jeweiligen Aufgabe entweder einen Bezug zu einer vorgegebenen naturwissenschaftlichen Fragestellung aufweisen oder durch einen vorgegebenen Versuch überprüft werden können. Demzufolge gelten alle anderen Aussagen, die diesen Kriterien nicht entsprechen, als sachlich unzutreffend. Zusätzlich werden im Fragebogen eigendiagnostische Aspekte erfasst. Zum einen werden die Schülerinnen und Schüler aufgefordert nach jeder geschlossenen Aufgabe einzuschätzen, wie sicher sie sich bezüglich ihrer eigenen Antwort fühlen (siehe Abbildung 1). Zum Anderen sollen die Schülerinnen und Schüler angeben, in welchen Feldern des naturwissenschaftlichen Arbeitens sie Schwierigkeiten haben.

Empirie

Stichprobe

An unserer Untersuchung nahmen insgesamt 691 Schülerinnen und Schüler – 250 Grundschulkindern der Jahrgangsstufe 5 und 441 Grundschulkindern der Jahrgangsstufe 6 – aus 18 Berliner Grundschulen teil. Die Auswahl der Schulen erfolgte zufällig. Die Schulen sind über das gesamte Berliner Stadtgebiet verteilt.

Ergebnisse

Im Folgenden stellen wir ausgewählte Ergebnisse der geschlossenen sowie der offenen Aufgaben bezüglich der beiden Handlungsfelder „naturwissenschaftliche Beobachtungen“ und „naturwissenschaftliche Vermutungen“ vor.

Diagramm 1 zeigt relative Lösungshäufigkeiten im Handlungsfeld „naturwissenschaftliche Beobachtungen“. Wir unterscheiden hier die relative Lösungshäufigkeit bzgl. aller Aufgaben in diesem Handlungsfeld und bzgl. der gelösten Aufgaben differenziert nach den Kategorien „sachlich zutreffend“ und „sachlich unzutreffend“.

Die Ergebnisse der geschlossenen Aufgaben aus dem Handlungsfeld „naturwissenschaftliche Vermutungen“ sind in Diagramm 2 abgebildet. Auch hier unterscheiden wir in relative Lösungshäufigkeiten bzgl. aller Aufgaben in diesem Handlungsfeld sowie bzgl. der beiden Kategorien „sachlich zutreffend und „sachlich unzutreffend“.

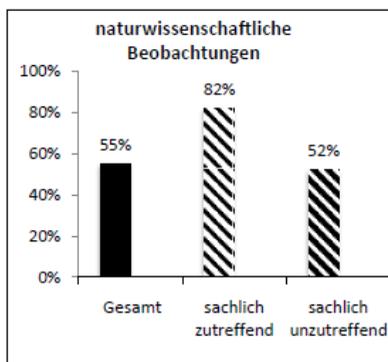


Diagramm 1: relative Lösungshäufigkeiten [%] im Handlungsfeld „naturwissenschaftliche Beobachtungen“ aller Aufgaben sowie differenziert bezüglich der Kategorien sachlich zutreffend und sachlich unzutreffend

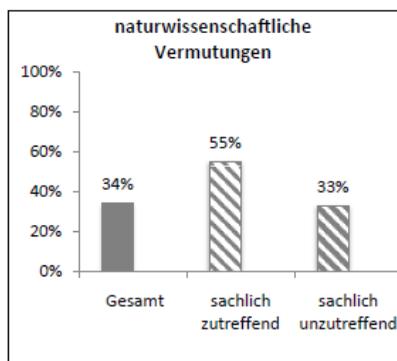


Diagramm 2: relative Lösungshäufigkeiten [%] im Handlungsfeld „naturwissenschaftliche Vermutungen“ aller Aufgaben sowie differenziert bezüglich der Kategorien sachlich zutreffend und sachlich unzutreffend

Diagramm 1 zeigt, dass die Aufgaben im Handlungsfeld „naturwissenschaftliche Beobachtungen“ zu 55% von den Schülerinnen und Schülern gelöst werden können. Bezüglich der zu unterscheidenden Kategorien wird ersichtlich, dass die Grundschul Kinder besondere Stärken hinsichtlich der Identifizierung sachlich zutreffender Beobachtungen haben; 82% dieser Aufgaben sind im Mittel von den Proband(inn)en korrekt gelöst worden. Sachlich unzutreffend formulierte Beobachtungen werden zu 52% von den befragten Kindern korrekt erkannt.

Aus Diagramm 2 wird ersichtlich, dass im Kontext des Handlungsfeldes „naturwissenschaftliche Vermutungen“ lediglich 34% aller Aufgaben von den Teilnehmern korrekt gelöst worden sind. Auch wenn sachlich zutreffende Vermutungen zu 55% von den an unserer Studie teilnehmenden Kindern als solche erkannt werden, so zeigen die Schüler/-innen hinsichtlich der Identifizierung sachlich unzutreffender Vermutungen größere Schwächen (33% dieser Aufgaben wurden als sachlich unzutreffend erkannt). Beim Vergleich der Ergebnisse aus

beiden Handlungsfeldern ist zu erkennen, dass die Schülerinnen und Schüler zwar über Stärken im Handlungsfeld „naturwissenschaftliche Beobachtungen“ verfügen, sie aber im Feld „naturwissenschaftliche Vermutungen“ Defizite zeigen.

Im Folgenden stellen wir ausgewählte Ergebnisse bezüglich der offenen Aufgaben vor. Tabelle 1 gibt den prozentualen Anteil der Schülerinnen und Schüler wieder, die in der Lage sind, sachlich zutreffende Beobachtungen bezüglich des vorgelegten Phänomens sowie sachlich plausible Vermutungen zu formulieren. Außerdem ist in der Tabelle der Anteil an Kindern aufgelistet, die sachlich unzutreffende Beobachtungen bzw. sachlich unzutreffende Vermutungen formuliert haben und der Anteil an Kindern, die die Aufgabe nicht bearbeitet haben.

Kategorie	Schüler/innen (N=691)	
	Anzahl	Anzahl in %
Sachlich zutreffend formulierte Beobachtungen	478	68,9
Sachlich unzutreffend formulierte Beobachtungen	192	27,7
Nicht bearbeitet	21	3,4
Sachlich zutreffend formulierte Vermutungen	399	57,5
Sachlich unzutreffend formulierte Vermutungen	66	5,5
Nicht bearbeitet	226	37

Tabelle 1: Prozentualer Anteil an Schülerinnen und Schüler in den Kategorien „sachlich zutreffend formuliert“ und „sachlich unzutreffend formuliert“ sowie hinsichtlich der Nichtbearbeitung der Aufgabe in den Handlungsfeldern „naturwissenschaftliche Beobachtungen“ und „naturwissenschaftliche Vermutungen“.

Die Ergebnisse zeigen, dass 68,9 % der befragten Schülerinnen und Schüler in der Lage sind, ausgehend vom vorgelegten Bild sachlich zutreffende Beobachtungen zu formulieren. 27,7 % der Grundschul Kinder formulieren Aussagen, die entweder eine Schlussfolgerung oder eine Erklärung enthalten. Nur 3,4 % der Kinder haben diese Aufgabe *nicht* beantwortet. 57,5 % der Probanden haben eine sachlich zutreffende Vermutung formuliert, 5,5 % haben Aussagen verfasst, die entweder keinen Bezug zu der von ihnen formulierten Fragestellung aufweisen oder die nicht durch ein Experiment zu prüfen sind. 37 % der befragten Grundschul Kinder haben die offene Aufgabe zum Handlungsfeld „naturwissenschaftliche Vermutungen“ *nicht* bearbeitet.

Fazit und Ausblick

Unsere Ergebnisse zeigen, dass das Gros der Schülerinnen und Schüler in der Lage ist, sachlich zutreffende Beobachtungen zu identifizieren oder solche zu einem vorgelegten Phänomen zu formulieren. Die Analysen zum Handlungsfeld „naturwissenschaftliche Vermutungen“ bringen zum Vorschein, dass die befragten Grundschul Kinder in diesem Feld größere Schwierigkeiten aufweisen. Nur noch gut die Hälfte (57,5%) der Schülerinnen und Schüler formulieren hierzu sachlich zutreffende Vermutungen und lediglich 33% der vorgelegten Aufgaben mit sachlich unzutreffenden Vermutungsaussagen konnten von den Kindern als solche identifiziert werden. *Die befragten Grundschul Kinder zeigen also hinsichtlich beider Handlungsfelder sowohl Stärken als auch Schwächen.*

Trotzdem interpretieren wir unsere Ergebnisse dahingehend, dass es uns im Großen und Ganzen gelungen ist, einen Erwartungshorizont zu formulieren, der den Anforderungen enthält, die Schülerinnen und Schüler bis zum Ende der Jahrgangsstufe 6 im Teilbereich „naturwissenschaftliches Arbeiten“ erfüllen können. Voraussetzung dafür ist u.E., dass die Lehrerinnen und Lehrer sich verstärkt und pädagogisch wie fachdidaktisch sensibel den Handlungsfeldern zuwenden, in denen Schülerinnen und Schüler offensichtlich größere Schwierigkeiten besitzen.

Vor den eingangs als problematisch dargestellten Rahmenbedingungen des Unterrichts im Fach Naturwissenschaften 5/6 (insbesondere an (Berliner) Grundschulen; siehe oben) stellt sich jedoch die Frage, ob die Kolleginnen und Kollegen, die das Unterrichtsfach Naturwissenschaften 5/6 (fachfremd) unterrichten (müssen), naturwissenschafts didaktisch ausreichend qualifiziert sind, um sich den identifizierten Problemfeldern ihrer Schülerinnen und Schüler „sensibel“ zuzuwenden. Unsere Sorge gründet sich auf Ergebnisse einer entsprechenden Untersuchung von Grundschullehrerinnen und -lehrern; die Analysen deuten darauf hin, dass selbst Lehrkräfte, die das Fach Naturwissenschaften 5/6 bereits (mehrere) Jahre unterrichten haben, Fortbildungsbedarf im Bereich „naturwissenschaftliches Arbeiten“ aufweisen.

Da es – wie wir eingangs geschildert haben – an effektiven bzw. nachhaltigen Fortbildungsangeboten mangelt, hat eine Arbeitsgruppe der Abteilung der Didaktik der Chemie damit begonnen, durch ein eigens entwickeltes langfristig ausgerichtetes Fortbildungsprogramm, dem Pro Nawi-Projekt (Streller/ Erb/ Bolte 2011), Grundschullehrerinnen und -Lehrer in ihrem Bestre-

ben um Professionalisierung zu unterstützen. Bei der Konzeption und Durchführung dieses Fortbildungsprogramms wurde den von uns identifizierten Problemfeldern besondere Aufmerksamkeit gewidmet (Streller/ Erb/ Bolte eingereicht).

Literatur

- Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus (Hrsg.) (2003): Lehrplan für das Gymnasium in Bayern. München.
- Bolte, C.; Ramseger, J. (2011): Reformprojekt Studiengang „Integrierte Naturwissenschaftliche Bildung“ an der Freien Universität Berlin. Naturwissenschaftliche Bildung als Beitrag zur Gestaltung partizipativer Demokratie, Münster, S. 93-95.
- Bolte, C.; Streller, S. (2007): „Unverhofft kommt oft!“ – Wenn Grundschullehrerinnen und -lehrer Naturwissenschaften für ihre Unterrichtspraxis entdecken (müssen). In: Lauterbach, R.; Hartinger, A.; Feige, B.; Cech, D. (Hrsg.): Kompetenzerwerb im Sachunterricht fördern und erfassen. Bad Heilbrunn, S. 139-151.
- Finish National Board of Education (2004): National core curriculum for basic education 2004: National core curriculum for basic education intended for pupils in compulsory education. Vammala.
- Hammann, M. (2006): Fehlerfrei Experimentieren. Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht (MNU), 59, 5, S. 292-299.
- Hardy, I.; Kleickmann, T.; Koerber, S.; Mayer, D.; Möller, K.; Pollmeier, J.; Schwippert, K.; Sodian, B. (2010): Die Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz im Grundschulalter. Kompetenzmodellierung. Zwischenbilanz des DFG-Schwerpunktprogramms und Perspektiven des Forschungsansatzes, Basel, S. 115-126.
- Höttecke, D. (2001): Die Vorstellungen von Schülern und Schülerinnen von der „Natur der Naturwissenschaften“. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 7, S. 7-23.
- Kauertz, A.; Fischer, H.E.; Mayer, J.; Sumfleth, E.; Walpuski, M. (2010): Standardbezogene Kompetenzmodellierung in den Naturwissenschaften der Sekundarstufe I. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 16, S. 135-153.
- Klieme, E.; Artelt, C.; Hartig, J.; Jude, N.; Köller, O.; Prenzel, M.; Schneider, W.; Stanat, P. (2011): PISA 2009. Bilanz nach einem Jahrzehnt. Münster.
- Koch, K. (2008). Von der Grundschule zur Sekundarstufe. Handbuch der Schulforschung. Wiesbaden, S. 577-592.
- Kulturministerkonferenz (2005a): Bildungsstandards im Fach Biologie für den mittleren Schulabschluss- Beschluss vom 16.12.2004. München, Neuwied.
- Kulturministerkonferenz (2005b): Bildungsstandards im Fach Chemie für den mittleren Schulabschluss – Beschluss vom 16.12.2004. München, Neuwied.
- Kulturministerkonferenz (2005c): Bildungsstandards im Fach Physik für den mittleren Schulabschluss – Beschluss vom 16.12.2004. München, Neuwied.
- Kultusministerkonferenz (2005): Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz – Erläuterungen zur Konzeption und Entwicklung. München Neuwied.

- Lederman, N.G. (1992): Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 4, pp. 331-359.
- Mayer, J.; Grube, C.; Möller, A. (2008): Kompetenzmodell naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung. *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik – Ausbildung und Professionalisierung von Lehrkräften*. Innsbruck, S. 63-79.
- Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg & Landesinstitut für Erziehung und Unterricht Stuttgart (2004): *Bildungsplan Realschule*. Stuttgart.
- Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg & Landesinstitut für Erziehung und Unterricht Stuttgart (2010): *Bildungsplan Werkrealschule*. Stuttgart.
- Ministerium für Kultus, Jugend und Sport des Landes Baden-Württemberg & Landesinstitut für Erziehung und Unterricht Stuttgart (Hrsg.) (2004): *Bildungsplan allgemeinbildenes Gymnasium*. Stuttgart.
- Ministry of Education and Training (1998): *The Ontario Curriculum Grades 1-8 Ministry of Education and Training: Science and Technology*. Ministry of Education and Training. Ontario.
- Möller, A.; Grube, C.; Mayer, J. (2007): Kompetenzniveaus der Erkenntnisgewinnung bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I. In: Bayrhuber, H.; Harms, U.; Krüger, D.; Sandmann, A.; Unterbruner, U.; z. Belzen, A.U.; Vogt, H. (Hrsg.): *Internationale Tagung der Fachgruppe Biologiedidaktik im VBIO-Verband Biologie, Biowissenschaften & Biomedizin „Ausbildung und Professionalisierung von Lehrkräften“*. Essen.
- National Research Council (1996): *Content Standards: 5-8*. Washington, DC.
- Peschel, M.; Struzyna, S. (2007): Wer unterrichtet unsere Kinder? In: Möller, K.; Hanke, P.; Beinbrech, Cl.; Hein, A.K.; Kleickmann, Th.; Schages, R. (Hrsg.): *Qualität von Grundschulunterricht entwickeln, erfassen und bewerten*. Opladen, S. 171-174.
- Schecker, H.; Parchmann, I. (2006): Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 12, S. 45-66.
- Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport (2004): *Rahmenlehrplan Grundschule Naturwissenschaften*. Berlin.
- Streller, S.; Erb, M.; Bolte, C. (2011): *Pro Nawi: Professionalisierung von Lehrer(inne)n in Naturwissenschaften. Naturwissenschaftliche Bildung als Beitrag zur Gestaltung partizipativer Demokratie*. Münster.
- Streller, S.; Erb, M.; Bolte, C. (eingereicht): *Lehrerinnen und Lehrer kooperieren – Die „Projektgruppe Naturwissenschaften“*. Bad Heilbrunn.
- Sächsisches Staatsinstitut für Bildung und Schulentwicklung (2004): *Lehrplan Gymnasium Physik*. Dresden.
- Sächsisches Staatsinstitut für Bildung und Schulentwicklung (2011): *Lehrplan Gymnasium Biologie*. Dresden.
- Wissenschaftliches Konsortium HarmoS Naturwissenschaften (2008): *HarmoS Naturwissenschaften+ - Kompetenzmodell und Vorschläge für Bildungsstandards – Wissenschaftlicher Schlussbericht*. Bern.