

HarmoS Naturwissenschaften: Impulse für den naturwissenschaftlichen Unterricht von morgen

Peter Labudde und Marco Adamina¹

Abstract: Das Konsortium HarmoS Naturwissenschaften entwickelte ein dreidimensionales Kompetenzmodell mit den Achsen Handlungsaspekte, Themenbereiche und Niveaus. In ihm spiegeln sich gleichermassen die schulische Realität wie auch internationale Konzepte von *Scientific Literacy* wider. Um das Modell validieren sowie Basisstandards definieren und zugehörige Referenzbeispiele bestimmen zu können, wurden im 2., 6. und 9. Schuljahr umfangreiche Papier-und-Bleistift- (N=8'012) sowie - ein naturwissenschaftliches Spezifikum - Experimentiertests (N=2'061) durchgeführt. Zur Implementation der Standards werden der Einbezug aller betroffenen Kreise, die Aufnahme von Standards in die zukünftigen Lehrpläne, vertiefte Studien zur Kompetenz- und Aufgabenentwicklung sowie neue Konzepte in der Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen vorgeschlagen.

1. Gemeinsam ein Kompetenzmodell und Standards entwickeln

Wer ist dazu legitimiert Standards festzulegen? Wie lassen sich günstige Voraussetzungen für deren spätere Umsetzung in der Schulpraxis schaffen? Diese Fragen stellten sich nicht nur Klieme et al. (2004), sondern auch die beiden Ko-Leiter des Konsortiums HarmoS Naturwissenschaften, d.h. die zwei Autoren des vorliegenden Artikels. Es war uns bereits bei der Projekteingabe ein Anliegen, von Anfang an alle betroffenen Kreise einzubeziehen, die Arbeiten des Konsortiums zu jedem Zeitpunkt transparent zu machen und sie immer wieder offen zur Diskussion zu stellen (Labudde & Adamina, 2004).

Ein breites Spektrum von Fachleuten einbinden: Mehr als 100 Personen arbeiteten während der vergangenen drei Jahre für HarmoS Naturwissenschaften. Der Kern des Konsortiums bestand aus 21 Personen, davon 18 Fachdidaktikdozierende, 2 Fachleute aus der Psychometrie sowie eine Person im Projektsekretariat. Sie stammten aus zehn verschiedenen Institutionen: PH Bern (*Leading House*), ASP Ticino, HEP Bejune, HEP Vaud, PH Fachhochschule Nordwestschweiz, PH St. Gallen, PH Zentralschweiz, PH Zürich, SRED Genève, Universität Zürich IGB. Mehr als 30 Lehrpersonen aus allen drei Landesteilen und von allen Schulstufen standen mit Rat und Tat zur Seite, sei es mit kritischen Rückmeldungen zu den verschiedenen Versionen des Kompetenzmodells, mit praxiserprobten Ideen für Testaufgaben oder mit ihren Klassen für die Pilotierung der Aufgaben. Eine 14-köpfige Begleitgruppe mit Vertretungen aus Forschung, Bildungsadministration, Berufsverbänden und Schulpraxis gab dem Konsortium jeweils halbjährlich Impulse und Rückmeldungen.

¹ Der vorliegende Artikel basiert auf Arbeiten, die von vielen gemeinsam geleistet wurden. Unser herzlicher Dank geht an die Kolleginnen und Kollegen Bazzigher, L., Bringold, B., Frischknecht-Tobler, U., Gigon, P., Gingins, F., Gut, C., Jaun-Holdererger, B., Jetzer, A., Knierim, B., Kocher, U., Metzger, S., Moreau, J., Nidegger, C., Ramseier, E., Raths, K., Stebler, R., Theurillat, P.-Y., Vetterli, M., Wagner, U., Weber, Ch., Zeyer, A. sowie an die Mitglieder der Begleitgruppe HarmoS Naturwissenschaften wie auch an alle beteiligten Lehrpersonen.

Sich der Kritik stellen: In mehr als 80 Vorträgen und Kursen, meist auf Einladung hin, stellten Konsortiumsmitglieder die Projektarbeiten und den jeweils aktuellen Arbeits- und Denkstand vor, nahmen Kritik auf und modifizierten darauf hin Kompetenzmodell, Validierungskonzept und Testaufgaben. Die Kritikerinnen und Kritiker stammten aus verschiedensten Kreisen: ganze Schulkollegien, Fachgruppen oder Standesorganisationen von Lehrpersonen, Scientific Community der Naturwissenschaftsdidaktik, Bildungsbehörden oder Wirtschaft. In mehreren Publikationen (siehe zum Beispiel Gingins, Labudde, & Adamina, 2007; Labudde, 2007a/b; Metzger & Labudde, 2007) sowie auf einer eigens geschaffenen Website (<http://harmos.phbern.ch>) wurden und werden die Arbeiten regelmässig präsentiert.

2. Das Kompetenzmodell in Theorie und Praxis breit abstützen

Den gegenwärtig weltweit beobachtbaren Trend, dass in verschiedenen Staaten Forschungsgruppen damit beschäftigt sind, Kompetenzen zu modellieren, lässt die Frage aufkommen, ob die Kompetenzmodelle je nach Land spezifisch gestaltet seien. Blick man auf die vorläufigen Ergebnisse, ist man versucht diese Frage mit "Ja" zu beantworten. Und doch gibt es Gemeinsamkeiten. Worauf stützte sich das Konsortium bei der Entwicklung des Kompetenzmodells HarmoS Naturwissenschaften?

2.1 Die Wurzeln des Modells

Scientific Literacy: In der internationalen naturwissenschaftsdidaktischen Diskussion wurde in den letzten zwanzig Jahren der Begriff der *Scientific Literacy* erarbeitet und geprägt. Eine erste detaillierte Beschreibung findet sich im "Projekt 2061" der American Association for the Advancement of Science (AAAS; siehe Nelson, ohne Jahr):

- "being familiar with the natural world and respecting its unity;
- being aware of some of the important ways in which mathematics, technology and the science depend upon another;
- understanding some of the key concepts and principles of science;
- having a capacity for scientific ways of thinking;
- knowing, that science, mathematics and technology are human enterprises and knowing what that implies about their strengths and limitations;
- being able to use scientific knowledge and ways of thinking for personal and social purposes".

Programme for International Student Assessment: Auch in PISA orientiert man sich am Konzept der *Scientific Literacy*. Norris & Phillips (2003) geben den aktuellen Stand der Diskussion mit folgenden Stichworten wieder (hier zitiert nach der Zusammenstellung von Hammann, 2006):

- "Grundlegende naturwissenschaftliche Ideen verstehen;
- Naturwissenschaften und die Anwendung naturwissenschaftlichen Wissens verstehen;
- Wissen über die Naturwissenschaften besitzen und Unterschiede zu den nicht-naturwissenschaftlichen Disziplinen kennen;
- die Fähigkeit und Bereitschaft zu lebenslangem, selbstständigem Lernen besitzen;
- die Fähigkeit besitzen, naturwissenschaftliches Wissen zum Problemlösen zu nutzen;
- Wissen besitzen, um auf intelligente Art und Weise an naturwissenschaftlich motivierten gesellschaftlichen Fragestellungen zu partizipieren;
- das Wesen der Naturwissenschaften (NOS – Nature of Science) verstehen;
- den Naturwissenschaften mit Wertschätzung, Neugierde und Erstaunen begegnen;
- Wissen über Nutzen und Risiken der Naturwissenschaften besitzen;

- Naturwissenschaften kritisch reflektieren und mit naturwissenschaftlicher Expertise umgehen können."

Das Konzept der *Scientific Literacy* ist mehrdimensional angelegt und schliesst nicht nur Kompetenzen ein, die spezifisch für die Naturwissenschaften sind, sondern auch überfachliche Aspekte, wie Problemlöse-, Reflexions- und Partizipationsfähigkeit. Es beinhaltet neben kognitiven Dimensionen ebenfalls Interesse und Neugierde. Bei der Entwicklung des Kompetenzmodells HarmoS Naturwissenschaften orientierten wir uns an diesem erweiterten, umfassenderen Verständnis von naturwissenschaftlicher Grundbildung, wie es u.a. in PISA erarbeitet worden ist.²

Ausländische Kompetenzmodelle: Neben Konzepten zur *Scientific Literacy* und PISA wurden Kompetenzmodelle verschiedener Staaten studiert, so unter anderem die umfassenden Arbeiten des Pan Canadian Science Projects (Kanada, 2004), die detaillierten nationalen US-amerikanischen Standards (NRC, 1996) oder die Standards der deutschen Kultusministerkonferenz (KMK, 2004). Letztere konnte allerdings nur bedingt als Vorlage einbezogen werden, da sie sich ausschliesslich auf die Einzelfächer Biologie, Chemie, Physik beziehen, zudem nur auf den Mittleren Schulabschluss (10. Schuljahr) und im weiteren mit nur vier Kompetenzbereichen (Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Beurteilung) ein relativ enges Verständnis naturwissenschaftlicher Grundbildung aufweisen.

Kantonale Lehrpläne: Die Analyse aller Schweizer Lehrpläne in Naturwissenschaften - 26 Kantone, 1.-9. Schuljahr, alle Schultypen in der Sekundarstufe - bildete einen wichtigen Bezugsrahmen. Szlovak (2005) konnte die im Auftrag der EDK erstellte Analyse kurz nach Beginn unseres Projekts vorlegen: Das Konsortium nahm in sein Kompetenzmodell fast ausschliesslich Themenbereiche und Handlungsaspekte auf, die auch in der Mehrzahl der Lehrpläne explizit oder implizit zu finden sind. Man will mit Kompetenzmodell und Standards nicht die Grundlage für eine Revolution, sondern für eine Evolution der naturwissenschaftlichen Bildung in der Schweiz schaffen.

Kommunikative Validierung: Wie in Kapitel 1 dargelegt stellte das Konsortium das Kompetenzmodell immer wieder zur Diskussion, sei es zum Beispiel bei Lehrpersonen der Naturwissenschaften oder an (inter)nationalen fachdidaktischen Kongressen, Workshops oder Kolloquien. Rückmeldungen führten dazu, dass das Modell mehrfach geändert wurde. So reduzierte das Konsortium u.a. im Verlaufe der ersten zwei Jahre die Anzahl Handlungsaspekte wie auch die Anzahl Themenbereiche, überarbeitete mehrfach die verschiedenen Teilaspekte bzw. Teilthemen oder veränderte die Niveaubeschreibungen.

2.2 Drei Dimensionen: Handlungsaspekte, Themenbereiche, Niveaus

Beim Kompetenzmodell handelt es sich um eine dreidimensionale Matrix (siehe Abb. 1):

1. Handlungsaspekte, woanders auch als Kompetenzaspekte und manchmal auch als Kompetenzbereiche bezeichnet, 2. Themenbereiche (Inhalte), 3. Niveaus (Anforderungsniveaus). Für eine ausführliche Beschreibung sei auf den Schlussbericht HarmoS Naturwissenschaften verwiesen (Adamina, Labudde, Gingins et al., 2008).

² Sobald Ende 2008 die kantonalen Ergebnisse von PISA 2008 publiziert worden sind, wird eine von unserem Konsortium vorgenommene Re-Analyse der Schweizer Resultate veröffentlicht und in die weitere Diskussion um Standards Naturwissenschaften miteinbezogen. Die Re-Analyse erfolgte aus der Perspektive des Kompetenzmodells, d.h. alle Items wurden auf der Basis unserer Handlungsaspekte (siehe 2.2) rekategorisiert und die schweizerischen PISA-Resultate entsprechend neu interpretiert.



Abb. 1: Das dreidimensionale Kompetenzmodell von HarmoS Naturwissenschaften.

Die Achse der Handlungsaspekte bildet für das Konsortium HarmoS Naturwissenschaften die primäre Achse, weil für die Handlungsaspekte - und nicht für die Themenbereiche - die verschiedenen Niveaus beschrieben werden. Die Achse umfasst acht Aspekte, die beim jetzigen Entwicklungsstand des Modells als abschliessend gelten: 1. Interesse und Neugierde entwickeln, 2. Fragen und untersuchen, 3. Informationen erschliessen, 4. Ordnen, strukturieren, modellieren, 5. Einschätzen und beurteilen, 6. Entwickeln und umsetzen, 7. Mitteilen und austauschen, 8. Eigenständig arbeiten.

Die Achse der Themenbereiche umfasst deren acht, wobei kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben wird: 1. Planet Erde, 2. Bewegung, Kraft, Energie, 3. Wahrnehmen, Reagieren, Steuern, 4. Stoffe und Stoffveränderungen, 5. Lebewesen, 6. Lebensräume und Lebensgemeinschaften, 7. Mensch und Gesundheit, 8. Natur, Gesellschaft, Technik - Perspektiven. Das Konsortium will mit den Bereichen paradigmatische Inhalte aufzählen, nicht aber die fachlichen Inhalte eines Kerncurriculums definieren. Letzteres bleibt den zukünftigen Arbeitsgruppen der sprachregionalen Lehrpläne vorbehalten.

Die Niveaubeschreibungen bilden die dritte Achse: zu jedem der acht Handlungsaspekte - genauer zu seinen jeweils drei bis fünf Teilaspekten - werden für das Ende der 2., 6. und 9. Klasse je vier Niveaus I bis IV definiert. Bei 8 Handlungsaspekten mit durchschnittlich je 4 Teilaspekten, 3 Schulstufen und je 4 Niveaus ergibt dies ungefähr 384 Zellen mit Niveaubeschreibungen. Im exemplarischen Sinn werden in Abbildung 2 die Beschreibungen für das 6. Schuljahr für den Teilaspekt "Erkundungen, Untersuchungen oder Experimente durchführen" des Handlungsaspekts "Fragen und untersuchen" präsentiert, d.h. 4 der knapp 400 Zellen (für eine konkrete Testsituation sei auf Abb. 4 verwiesen).

Niveau I ₆	Niveau II ₆	Niveau III ₆	Niveau IV ₆
Sch können eigenständig situativ zu eigenen Fragen suchend-explorativ einfache Erkundungen und Untersuchungen durchführen, Daten sammeln und damit die Fragen sinnvoll beantworten.	Sch können eigenständig situativ zu eigenen Fragen suchend-explorativ Erkundungen und Untersuchungen durchführen, Daten sammeln und damit die Fragen sinnvoll beantworten.	Sch können eigenständig situativ zu eigenen Fragen forschend-explorativ Erkundungen und Untersuchungen durchführen, Daten sammeln und auswerten (mögliche Regelmäßigkeiten ableiten und formulieren) sowie damit die Fragen sinnvoll beantworten.	Sch können eigenständig situativ zu eigenen Fragen forschend-explorativ Erkundungen und Untersuchungen planen und durchführen, Daten sammeln und auswerten (mögliche Regelmäßigkeiten ableiten und formulieren) sowie damit die Fragen sinnvoll beantworten.

Abb. 2: Niveaubeschreibungen 6. Klasse für den Teilaspekt "Experimente durchführen"

3. Basisstandards auf empirischer Basis normativ festlegen

Das Konsortium HarmoS Naturwissenschaften hatte von der EDK den Auftrag, einerseits ein validiertes Kompetenzmodell vorzulegen, andererseits Basisstandards vorzuschlagen. Beides konnte bzw. kann nur auf der Basis von Tests geschehen.

3.1 Testdesign und -durchführung

Von den acht Handlungsaspekten wurden deren fünf in umfangreichen und aufwändigen Tests validiert, zum einen in Papier-und-Bleistift-Tests (PB-Tests) mit Multiple-Choice sowie Kurz-Antwort-Aufgaben, zum anderen in Experimentiertests (EX-Tests). Zu den getesteten Handlungsaspekten gehören "Informationen erschliessen" (Beispiel in Abb. 3), "Ordnen, strukturieren, modellieren", "Einschätzen und beurteilen", "Fragen und untersuchen" (Niveaubeschreibung in Abb. 2, Beispiel in Abb. 4), sowie teilweise "Entwickeln und umsetzen". Einige der Aufgaben wurden sowohl in der 2. und 6. Klasse bzw. in der 6. und 9. Klasse eingesetzt.

2. Klasse: angeleiteter Test mit 593 Kindern in 30 Klassen der Deutschschweiz und der Suisse Romande; Rotationsplan mit insgesamt 150 Items in 16 PB-Situationen sowie 8 EX-Situationen (nicht nur Experimentier-, sondern auch Erkundungs- und Entwicklungsaufträge). Jedes Kind beantwortete 4 PB-Situationen (je 15' Testzeit) und 2 EX-Situationen (je 30').

6. und 9. Klasse: a) Einerseits ein PB-Test mit einer repräsentativen Stichprobe aus der Deutschschweiz und der Suisse Romande; N=4'124 aus 255 Klassen des 6. Schuljahrs sowie N=3'888 aus 273 Klassen des 9. Schuljahrs; Rotationsplan mit 45 PB-Situationen mit insgesamt ca. 250 Items für jede der beiden Schulstufen; jedes Kind beantwortete 4 bis 8 PB-Situationen; je Situation 10' Testzeit.

b) Andererseits ein Experimentiertest mit N=663 für die 6. bzw. 805 für die 9. Klasse; Rotationsplan mit total 8 (8. Klasse) bzw. 12 EX-Situationen (11. Klasse); 30' Testzeit je Situation. Abbildung 3 zeigt das Beispiel eines PB-Items für die 6. Klasse: 71% der getesteten Kinder konnten mindestens drei der vier Fragen korrekt beantworten. Sie erfüllen damit den vom Konsortium vorgeschlagenen Basisstandard bezüglich "Informationen erschliessen".

Wie wird das Wetter in den nächsten Tagen sein?					
Im Schulzimmer stellen jede Woche zwei Kinder gemeinsam die Wetterprognosen zusammen. Sie schneiden dazu aus Zeitungen die Meldungen aus und verarbeiten sie. Diese Woche sind auf dem Plakat folgende Angaben:					
Angaben	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
Sonnenschein	viel	viel	teilweise	wenig	teilweise
Temperatur	14 ° Celsius	15 ° Celsius	16 ° Celsius	17 ° Celsius	16 ° Celsius
Tiefst-/ Höchstwert	28 ° Celsius	30 ° Celsius	32 ° Celsius	23 ° Celsius	26 ° Celsius
Luftfeuchtigkeit	tief	tief	mittel bis sehr hoch	hoch	mittel bis tief
Gib immer zwei Tage an (mit den Abkürzungen Mo, Di, Mi, Do, Fr)!					
1. Welches sind die sonnigsten Tage?					
2. Welches sind die heissesten Tage?					
3. Welches sind die feuchtesten Tage?					
4. An welchen Tagen könnte am meisten Regen fallen?					

Abb. 3: Beispiel eines PB-Items für die 6. Klasse zum Handlungsaspekt "Informationen erschliessen" und dem Themenbereich "Planet Erde".



Plane eine Untersuchung, um herauszufinden, welche Wirkungen unterschiedliche Temperaturen auf die Geschwindigkeit haben, mit der sich Brausetabletten auflösen.

1. Schreibe deinen Plan hier auf [...]
2. Führe deine Tests mit den Tabletten durch. Zeichne eine Tabelle und schreibe alle deine Messungen auf.
3. Welche Wirkung haben aufgrund deiner Untersuchungen verschiedene Wassertemperaturen?
4. Warum haben unterschiedliche Temperaturen diese Wirkung? [...]

Abb. 4: Beispiel einer Experimentiersituation für die 6. und 9. Klasse.

3.2 Von Testergebnissen zu Standards mit Referenzbeispielen

Alle Aufgaben wurden nach vorgegebenen Korrekturschemata einheitlich korrigiert, es folgten Dateneingabe und -bereinigung (inkl. Streichung mehrerer Items z.B. wegen ungenauer Übersetzungen oder unerwarteten Komplikationen beim Testen) sowie eine Rasch-Skalierung. Mittelwert und Standardabweichung wurden auf 500 bzw. 100 Punkte normiert. Die Skalierung erlaubt zum einen den Schwierigkeitsgrad einer Aufgabe, zum anderen die Testleistung einer Schülerin bzw. eines Schülers zu quantifizieren.

Referenzbeispiele für Basisstandards: Die umfangreichen Tests und ihre Auswertungen ermöglichen es, Referenzbeispiele für Basisstandards anzugeben. Jedes dieser Beispiele umfasst Aufgabentext, Korrekturschema inkl. Codierung (d.h. Punktevergabe), Schwierigkeitsgrad der Aufgabe, Prozentsatz der Kinder, die diese Aufgabe erfolgreich gelöst haben. So dienen die Beispiele in Abb. 3 und 4 als zwei Referenzbeispiele (von jeweils mehreren), um die Basisstandards bei "Informationen erschliessen" in der 6. bzw. bei "Fragen und untersuchen" in der 9. Klasse zu illustrieren. Mit der Angabe von mit Tests abgestützten Referenzbeispielen zur Veranschaulichung von Basisstandards ist die Schweiz ihren Nachbarländern voraus; so werden z.B. in Deutschland und Österreich wohl Standards definiert und Beispiele vorgegeben, ohne sie jedoch getestet zu haben.

Leistungsmessung ja - Bildungsmessung nein: Die Konsortiumsmitglieder sind sich bewusst, dass mit den durchgeführten Tests zwar wichtige, aber eben doch nur einige Aspekte naturwissenschaftlicher Bildung erfasst worden sind. Umfassende (naturwissenschaftliche) Bildung lässt sich nur beschränkt in Tests abbilden.

Das Festlegen von Basisstandards - ein letztlich normativer Entscheid: Welches Niveau und welche Referenzbeispiele genommen werden, um Basisstandards festzulegen, bleibt ein normativer Entscheid: wir können uns dabei allerdings auf Referenzpunkte aus den Tests abstützen und aussagen, wie Schülerinnen und Schüler die jeweiligen Aufgaben lösen konnten. Die Basisstandards beziehen sich einerseits auf die jetzigen Leistungen der Lernenden, andererseits beinhalten sie einen Standard, den es in Zukunft mit (fast) allen Schülerinnen und Schülern zu erreichen gilt.

Validierung des Kompetenzmodells? Die umfangreichen Daten erlauben es u.a., Korrelationen zwischen den Handlungsaspekten bzw. zwischen den Themenbereichen zu berechnen. Im ersten Fall liegen sie bei 0.8 bis 0.9, im zweiten Fall zwischen 0.6 und 0.75. Damit sei die Frage erlaubt, ob sich naturwissenschaftliche Kompetenzen überhaupt in so viele Aspekte bzw. Themenbereiche differenzieren lassen. Allerdings darf diese Frage nicht nur aus psychometrischer Perspektive betrachtet werden. Mit der Ausrichtung der Tests und den entwickelten Situationen werden fachdidaktische Zeichen gesetzt im Hinblick auf zukünftige Unterrichtsentwicklungen. In diesem Zusammenhang besteht, auch international gesehen, in den Naturwissenschaftsdidaktiken grosser Forschungsbedarf: sei es in Bezug auf differenziertere Konstrukte als diejenigen, die dem HarmoS Kompetenzmodell zugrunde liegen, sei es in Bezug auf naturwissenschaftliche Kompetenzdiagnose und Aufgabenkultur.

4. Standards implementieren und umsetzen

Zur Implementation und Umsetzung der Standards bedarf es eines breiten Spektrums sich komplementär ergänzender Massnahmen.

Einbezug aller Beteiligten: Nicht nur bei der Entwicklung von Kompetenzmodell und Basisstandards sollten Lehrpersonen, Lehrplan- und Lehrmittelverantwortliche, Berufsorganisationen, Bildungspolitik und -administration einbezogen werden (s.o. Kapitel 1), sondern auch in den folgenden Phasen, das heisst bei der Lehrplanentwicklung, beim Erarbeiten von Unterrichtsmaterialien und -einheiten, beim Konzeptualisieren von Aus- und Weiterbildungsangeboten, bei weiteren Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Sinnvoll wäre dabei ein Zusammenschluss aller oder zumindest mehrerer der beteiligten Kreise.³

Sprachregionale Lehrpläne: Bis 2012 soll ein Deutschschweizer Lehrplan entstehen, mit ersten Projektarbeiten wurde anfangs 2007 begonnen. Die EDK hat festgelegt, dass die im Rahmen von HarmoS entwickelten Kompetenzmodelle und Basisstandards eine wichtige Grundlage für die sprachregionale Lehrplanarbeit bilden. Als Ko-Leiter von HarmoS Naturwissenschaften begrüssen wir dies ausdrücklich. Das Projekt HarmoS Bildungsstandards kann sowohl auf struktureller wie auf inhaltlicher Seite wichtige Impulse für die Lehrplanarbeit geben. HarmoS und Lehrplan bilden die erste und zweite Phase eines längeren Prozesses. Wir hielten es allerdings für wünschbar, wenn im Lehrplan nicht nur Basisstandards, sondern auch die höheren Anforderungsniveaus des Kompetenzmodells berücksichtigt würden, um der Heterogenität Rechnung zu tragen.

Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen: Selbstverständlich müssen die Ziele und Inhalte des Kompetenzmodells und der Standards diskutiert, Chancen und Schwierigkeiten analysiert sowie Unterrichtskonzepte, -einheiten und -materialien erarbeitet werden. In zwei Punkten bräuchte es aber noch mehr: zum einen sollten Lehrpersonen für die Eingangsstufe und die Primarstufe besser auf den naturwissenschaftlichen Unterricht vorbereitet werden, insbesondere zu physikalischen, chemischen und technischen Themen und deren altersgerechte und

³ In diesem Sinne wird vom 12.-14. Februar 2009 in Basel an der PH FHNW eine Tagung mit dem Titel "Kompetenzmodelle und Bildungsstandards: Aufgaben für die naturwissenschaftsdidaktische Forschung" organisiert. Zielpublikum sind Forschende in Naturwissenschaftsdidaktik und Erziehungswissenschaft, Lehrplanverantwortliche sowie Vertretungen von Bildungsbehörden und -verbänden. Tagungsprogramm und Anmeldung siehe unter: www.fhnw.ch/ph/zntd → Tagung "Bildungsstandards".

fachdidaktisch reflektierte Umsetzung. Zum anderen müssten zukünftige Naturwissenschaftslehrkräfte der SI nicht nur *eine* der Naturwissenschaften, sondern - wie bereits an einigen, aber noch nicht allen PHs realisiert - alle Bereiche der Naturwissenschaften studieren bzw. sich das entsprechende *pedagogical content knowledge* aneignen und sich dessen Umsetzung erarbeiten.

Literatur

- Adamina, M., Labudde, P., Gingins, F. et al. (2008). *HarmoS Naturwissenschaften - Wissenschaftlicher Schlussbericht*. Bern: Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren.
- Gingins, F., Labudde, P., & Adamina, M. (2007). Standards de formation pour les sciences naturelles en Suisse: un progrès? *Primes*, 6, 32-35.
- Hammann, M. (2006). Naturwissenschaftliche Kompetenz - PISA und Scientific Literacy. In U. Steffens & R. Messner (Eds.), *PISA macht Schule. Konzeptionen und Praxisbeispiele zur neuen Aufgabenkultur* (pp. 127-179). Wiesbaden: Hessisches Kultusministerium.
- Kanada (2004). *Common Framework of Science Outcomes*. <http://www.cmec.ca/science/framework/>
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., et al. (Eds.). (2004). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards: eine Expertise*. Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- KMK. (2004). *Bildungsstandards in Physik für den Mittleren Schulabschluss*. Bonn: Kultusministerkonferenz KMK.
- Labudde, P. (2007a). How to Develop, Implement and Assess Standards in Science Education? 12 Challenges from a Swiss Perspective. In D. Waddington, P. Nentwig & S. Schanze (Eds.), *Making it comparable: standards in science education* (pp. 277-301). Münster: Waxmann.
- Labudde, P. (Hrsg.; 2007b). *Bildungsstandards im Gymnasium: Korsett oder Katalysator?* Bern: h.e.p. Verlag, 332 Seiten
- Labudde, P., & Adamina, M. (2004). *HarmoS Naturwissenschaften: Offerte*. Bern: Universität Bern und LLB Bern.
- Metzger, S., & Labudde, P. (2007). HarmoS Naturwissenschaften+: Bildungsstandards für die Schweiz. *Praxis der Naturwissenschaften - Physik*, 6(56), 14-18.
- Nelson, G.D. (ohne Jahr). Science & Math Education for the 21st Century. <http://www.project2061.org/publications/articles/articles/ripon.htm> (01.09.08)
- Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How Literacy in Its Fundamental Sense Is Central to Scientific Literacy. *International Journal of Science Education*, 87, 224-240.
- NRC (1996). *National Science Education Standards*. Washington D.C.: National Research Council NRC. <http://www.nsta.org/standards> (24.08.08).
- Szlovak, B. (2005). *HarmoS - Lehrplanvergleich Naturwissenschaften*. Bern: Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren.

Autoren

Peter Labudde, Prof. Dr., Ko-Leiter HarmoS Naturwissenschaften, peter.labudde@fhnw.ch, PH FHNW, Zentrum Naturwissenschafts- und Technikdidaktik, Riehenstrasse 154, 4058 Basel

Marco Adamina, Prof. Dr., Ko-Leiter HarmoS Naturwissenschaften, marco.adamina@phbern.ch, PHBern, Institut Vorschul- und Primarstufe, Brückenstrasse 73, 3005 Bern

Die vorliegende Publikation wird (in minim veränderter Form) in der Dezemberrummer der "Beiträge zur Lehrerbildung" (2008/3) erscheinen.