

Den Naturwissenschaftsunterricht analysieren, modellieren und neu denken

Peter Labudde

In einem ersten Teil wird der Status quo des Naturwissenschaftsunterrichts in der Schweiz – ausgehend von abgeschlossenen empirischen Studien – analysiert: So werden nach den unterrichtlichen Rahmenbedingungen die Motivation, Leistungen und Genderdifferenzen der Lernenden diskutiert sowie anschliessend die Einstellungen der Lehrkräfte und die eingesetzten Unterrichtsmethoden. Ein zweiter Teil ist dem naturwissenschaftlichen Kompetenzmodell und den Standards, wie sie im bildungspolitischen Grossprojekt «Harmonisierung obligatorische Schule» (HarmoS) vorgeschlagen werden, gewidmet: Hierzu gehören die Entwicklung und Validierung des Modells, die Formulierung der Basisstandards sowie eine kritische Würdigung des Modells. Ausgehend von den ersten beiden Teilen werden im dritten Teil Entwicklungsperspektiven skizziert: Bildungsmonitoring, Aufgaben- und Prüfungskultur, Interessenförderung, Unterrichtsentwicklung, Lehrpersonenbildung, fachdidaktische Forschung.

Der naturwissenschaftliche Unterricht in der Schweiz steht vor einer bedeutenden Umbruchphase. Sie wurde ausgelöst durch die Resultate internationaler Vergleichsstudien wie TIMSS und PISA. Der Umbruch manifestiert sich im bildungspolitischen Grossprojekt HarmoS (Harmonisierung der obligatorischen Schule) und die daran gekoppelten zukünftigen Lehrpläne. Die Veränderungen in den Naturwissenschaften – wie auch in Mathematik und in Lesekompetenz – dürften reflektierter und in stärkerem Masse erfolgen als in anderen Fächern. Der Grund hierfür liegt in der grösseren Anzahl empirischer Studien, welche in den letzten Jahrzehnten in Naturwissenschaften, Mathematik und Lesekompetenz durchgeführt worden sind.

In der Gliederung des vorliegenden Übersichtsartikels spiegeln sich der bevorstehende Umbruch und die Forschungssituation wieder: Im ersten Kapitel wird anhand empirischer Studien der Status quo des naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Sekundarstufe I in der Schweiz beschrieben. Das zweite Kapitel ist dem Kompetenzmodell und den Vorschlägen für Bildungsstandards von HarmoS Naturwissenschaften gewidmet. Im Schlusskapitel werden

Entwicklungsperspektiven diskutiert. Wenn nicht anders vermerkt, beziehen sich die Aussagen stets auf die Sekundarstufe I (SI), d.h. auf das 7.-9. Schuljahr (13- bis 15-Jährige).

Eine Analyse des Status quo

Rahmenbedingungen: Schulfach, Lehrpersonen, Ausrüstung

Die Naturwissenschaften werden in den meisten Kantonen und Schultypen (insbesondere in den Typen mit tiefen und mittleren Ansprüchen) als Integrationsfach unterrichtet. Dies entspricht dem Ansatz mehrerer anderer Länder, wie Australien, Norwegen, Spanien und den USA, nicht aber – mit wenigen Ausnahmen – demjenigen der Nachbarländer der Schweiz, in welchen Biologie, Chemie und Physik in der SI als Einzelfächer unterrichtet werden. Die Ausnahmen betreffen u.a. die Hauptschulen Bayerns mit dem Fach PCB (Physik, Chemie, Biologie) sowie die Haupt- und Realschulen Baden-Württembergs mit den Fächerverbänden MNT (Mensch-Natur-Technik) bzw. NWA (Naturwissenschaftliches Arbeiten). In der Schweiz trägt das Integrationsfach je nach Kanton Namen wie «Mensch und Umwelt» oder «Natur-Mensch-Mitwelt». Oft entspricht dieser Ansatz dem angelsächsischen Konzept von STS (Science, Technology, Society), welcher über die Naturwissenschaften im engeren Sinn hinausgeht und auch die gesellschaftlichen Auswirkungen der Naturwissenschaften, Bildung für nachhaltige Entwicklung und Gesundheitserziehung einbezieht (Labudde, 2003, 2008).

Die Stundendotation für die Naturwissenschaften liegt deutlich unter dem internationalen Schnitt (Moser, Ramseier, Keller & Huber, 1997, S. 67; Zahner & Holzer, 2007, S. 33-34). Im Extremfall erhalten Schweizer Kinder in der SI fünf Mal weniger Physikunterricht als in anderen Ländern: in aargauischen Bezirksschulen beträgt die Dotation in Physik 2 Jahresstunden während eines einzigen Schuljahres, im Bundesland Sachsen 11 Stunden verteilt auf fünf Jahre. In den meisten Kantonen und Schultypen zählen die Naturwissenschaften denn auch nicht zu den so genannten Hauptfächern und spielen damit kaum eine entscheidende Rolle bei Selektionsverfahren.

Die Lehrpersonen lassen sich gemäss den Umfragen von Fraefel (2004) und des Konsortium-HarmoS-Naturwissenschaften (Konsortium, 2008) folgendermassen charakterisieren: in der SI unterrichten mehr Männer als Frauen Naturwissenschaften; die Altersdurchmischung ist gut. Die meisten, aber nicht alle Lehrpersonen haben eine Ausbildung mit naturwissenschaftlichen Anteilen absolviert, dies gilt insbesondere für Lehrpersonen in Schulen des mittleren und hohen Anspruchsniveaus. Oftmals bezieht sich die Ausbildung allerdings nur auf ein oder zwei naturwissenschaftliche Fächer. Manchmal wird daher fachfremd unterrichtet.

Die meisten Lehrkräfte können in ihren Schulen auf eine gute Ausrüstung zurückgreifen: u.a. Experimentiermaterialien, Schulgarten, Informatikausrüstung, Projektionseinrichtungen (Konsortium, 2008, S. 343; Zahner & Holzer, 2007, S. 36). Sie erleben ihren Gestaltungsspielraum in Bezug auf Inhalte, Lehrmaterialien, Unterrichtsmethoden, Verwendung von Büchern als gross (Fraefel, 2007, S. 501); dies birgt allerdings auch die Gefahr einer gewissen Beliebigkeit in sich. Im Vergleich zum OECD-Durchschnitt werden in der Schweiz deutlich weniger Zusatzaktivitäten durchgeführt, die das Lernen in Naturwissenschaften fördern, z.B. Möglichkeit zur Teilnahme an Wettbewerben, Ausstellungsbesuche, naturwissenschaftliche Projektarbeiten ausserhalb des Lehrplans, Arbeitsgemeinschaften (Zahner & Holzer, 2007, S. 35).

Motivation, Bedeutungszuweisung und Berufswünsche der Jugendlichen

In der Third International Mathematics and Science Study (TIMSS, durchgeführt 1995) stuften die Schweizer 13-Jährigen die Bedeutung des naturwissenschaftlichen Unterrichts als sehr gering ein. In keinem anderen Land stimmten so wenige Kinder der Aussage zu «Es ist wichtig, in Naturwissenschaften gut zu sein» (Beaton et al., 1996, S. 102). Auch gut 10 Jahre später, in PISA 2006, ergab sich ein ähnliches Bild: Die Schweizer 15-Jährigen halten es für nicht so wichtig, im naturwissenschaftlichen Unterricht gut zu sein und sind im Durchschnitt weniger motiviert nach der Sekundarstufe I noch Naturwissenschaften zu lernen. Zudem erwarten nur wenige Jugendliche später in einem naturwissenschaftlichen Beruf tätig zu sein. Die jeweiligen Schweizer Mittelwerte liegen unter den entsprechenden OECD-Mittelwerten, zum Teil deutlich (OECD, 2007a, S. 139-154; Zahner Rossier & Holzer, 2007).

Schweizer Jugendliche interessieren sich weniger als die Gleichaltrigen in anderen Industrienationen für eine spätere naturwissenschaftlich-technische Lehre oder für ein entsprechendes Studium (Moser et al., 2009, S. 41-75). Moser et al. (2009) kommen aufgrund ihrer Datenanalysen zum Schluss: «Besonders förderlich scheinen Lehr-Lernaktivitäten zu sein, die einen hohen Anwendungsbezug zu Phänomenen und Problemstellungen des Alltags aufweisen und bei denen Schülerinnen und Schüler Erfahrungen durch Experimente sammeln. Unterrichtsangebote, die zu einem selbstständigen naturwissenschaftsbezogenen Forschen anregen und genügend Zeit für Austausch und Reflexion einräumen, können ebenso dazu beitragen, Jugendliche für naturwissenschaftliche Studienrichtungen oder Berufe zu motivieren.» Bei dem geringen Interesse der 15-Jährigen erstaunt es nicht, dass die Schweizer Industrie seit Jahren unter einem starken Mangel an naturwissenschaftlich-technischen Fachkräften leidet und intensive Anstrengungen unternimmt, um dem Mangel entgegenzuwirken.

Leistungsmessungen

In den vier internationalen Studien TIMSS 1995, PISA 2000, 2003 und 2006 belegten die Schweizer Jugendlichen jeweils einen Platz im oberen Mittelfeld der OECD-Staaten (Harmon et al., 1997; OECD, 2002, 2007a; Zahner Rossier et al., 2004), im Experimentiertest von TIMSS sogar einen Spitzenplatz (Beaton et al., 1996). Bedenkt man die schwache Stundendotation in Naturwissenschaft sowie die geringe Bedeutung, welche die Jugendlichen diesem Fach zuschreiben, ist das Resultat als beachtlich einzustufen.

Bemerkenswert ist das sehr gute Abschneiden der 13-Jährigen im TIMSS-Experimentiertest (Labudde & Stebler, 1999; Stebler, Reusser & Ramseier, 1998). Die Schweizer Kinder können im internationalen Vergleich überdurchschnittlich gut ein Experiment planen, durchführen und auswerten. In diesem Test schnitten Mädchen und Knaben gleich gut ab.

Bei den Detailanalysen fällt auf: In TIMSS erzielten die 13-Jährigen überdurchschnittliche Resultate in denjenigen Aufgaben, bei denen es um das Entdecken und Anwenden von naturwissenschaftlichen Prinzipien geht oder die den Einsatz naturwissenschaftlicher Routineverfahren (z.B. Messen, Datenprotokollierung) sowie Experimentierfähigkeiten verlangen. Relativ schlecht hingegen schnitten sie bei Aufgaben ab, die hohe begrifflich-terminologische Ansprüche stellten bzw. die fachliches Detailwissen verlangten (Ramseier, 1998).

In PISA 2006 fällt auf, dass in der Schweiz etwas mehr Jugendliche sehr hohe Kompetenzen (Niveau 5) aufweisen als der OECD-Durchschnitt (OECD 9%, Finnland 21%, Hongkong 16%, Schweiz 10%) und dass weniger Jugendliche sehr geringe Kompetenzen aufweisen (OECD 19%, Finnland 4%, Hongkong 16%, Schweiz 16%). Im Vergleich zu Spitzenländern wie Finnland oder Hongkong besteht allerdings ein Handlungsbedarf.

Genderdifferenzen

In vielen, aber nicht in allen Ländern, welche in TIMSS oder PISA teilgenommen haben, weisen die Knaben bezüglich Leistungen, Selbstkonzept und Interesse höhere Werte als die Mädchen auf. Auch in der Schweiz sind diese Geschlechterunterschiede hoch. Bereits in der TIMS-Studie erzielten die Knaben signifikant höhere Leistungen als die Mädchen, insbesondere bei physikalischen und chemischen Themen, während in der Biologie keine Unterschiede festzustellen sind. Physik und Mathematik werden von Jugendlichen als männliche Domänen betrachtet (Keller, 1997).

In der PISA 2006 bildeten die Naturwissenschaften den Schwerpunkt der Studie. In der Schweiz werden die Genderdifferenzen einmal mehr bestätigt. Die Knaben weisen gegenüber den Mädchen in folgenden Bereichen signifikant höhere Werte auf: Selbstkonzept, Vertrautheit mit Umweltthemen sowie – etwas weniger deutlich, aber immer noch signifikant – Leistung, allgemeiner und persönlicher Wert der Naturwissenschaften (Moser et al., 2009; OECD, 2007a, 2007b, S. 79-92). Die Autorinnen und Autoren folgern aus ihren Analysen, dass

in der Schweiz ein naturwissenschaftlicher Unterricht, der «das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten und die Vertrautheit mit Umweltthemen fördert, zu einem Abbau der geschlechterspezifischen Leistungsdifferenzen beitragen können» (Moser et al., 2009, S. 88). Keller (1997) und Moser et al. (2009) betonen, dass die Geschlechterunterschiede sozialisationsbedingt seien und sich somit durch geeignete pädagogische und didaktische Massnahmen verkleinern liessen.

Einstellungen der Lehrpersonen

Werden Schweizer SI-Naturwissenschaftslehrpersonen über ihre Einstellungen befragt, zeichnen sich einige Tendenzen ab. Es handelt sich allerdings nur um Tendenzen, weil wirklich repräsentative Studien fehlen.

Fraefel (2007) setzte einen on-line-Fragebogen ein, um Lehrkräfte des 7.-9. Schuljahrs zu befragen. 531 Lehrerinnen und Lehrer der Deutschschweiz, vornehmlich aus dem Kanton Zürich, sowie 50 deutsche Lehrkräfte beantworteten die Fragen. Dabei ging es u.a. um Kontextvariablen, Unterrichtsmethoden, erzieherische Einstellungen und Entwicklungsmöglichkeiten des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Die Mehrzahl der Schweizer Lehrpersonen beschreibt dabei ein Unterrichtsmuster, welches gekennzeichnet ist durch «einen starken Akzent auf der Einführung neuer Inhalte (im ersten Drittel der Stunde bis zu 90% der angegebenen Muster), Vorherrschen kooperativer Unterrichtsformen (bis zu 65% mit Partner/-Gruppenarbeit in der ersten Stundenhälfte), Handlungsorientierung im Sinne von Schülerversuchen als konstituierendem Merkmal des Naturwissenschaftsunterrichts (in der ersten Stundenhälfte bei bis zu 60% der angegebenen Muster.» Auf Fragen, welche die Weiterentwicklung ihres Unterrichts betreffen, äussern über 70% den Wunsch, den Unterricht verstärkt konstruktivistisch auszurichten, d.h. vermehrter Einbezug von Alltag und Anwendungen und stärkere Umsetzung projektartiger Methoden. Im Vergleich zu den deutschen Lehrkräften geben die schweizerischen zudem an, häufiger offene Unterrichtsformen als traditionelle einzusetzen. Zudem befürworten sie entdeckendes Lernen stärker als die deutschen Kolleginnen und Kollegen.

Zu ähnlichen Resultaten gelangen Bruggmann, Labudde, Duit & Gerber (2009). Im Rahmen einer Videostudie wurden 16 Schweizer und 20 deutsche Naturwissenschaftslehrkräfte des 9. Schuljahres interviewt. Die befragten Lehrerinnen und Lehrer aus der Schweiz betonen den hohen Stellenwert von Schülerexperimenten für ihren Unterricht. Eine Mehrzahl von ihnen stuft das Fördern sozialer Kompetenzen als besonders wichtig ein.

Der Unterricht im Fokus von Videostudien

Wie sieht die Realität des naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Schweiz aus? Im Wesentlichen werden die Tendenzen aus dem vorhergehenden Abschnitt in drei Videostudien bestätigt, insbesondere die Bedeutung von Lernen durch Eigenerfahrungen.

Bereits Fraefel (2001) stellt in einer explorativen Videostudie bei 12 Naturwissenschaftslehrkräften des 7. Schuljahres einen zeitlich hohen Anteil von Schüleraktivitäten, meist Schülerexperimenten, fest: «Kaum eine Lektion, in der die Schülerinnen und Schüler nicht etwas zu experimentieren, beobachten, protokollieren oder erforschen haben.» Zudem beobachtet er, dass die Unterrichtszeit vor allem zum Einführen neuer Inhalte, wie Begriffe, Gesetze oder Geräte, genutzt wird, hingegen nur wenig zum Vertiefen, Wiederholen, Üben oder vertikalen Vernetzen.

Bestätigt werden die Resultate in der bi-nationalen Videostudie Deutschland - Schweiz, welche anfangs des ausgehenden Jahrzehnts vom IPN Kiel und der Universität bzw. PH Bern durchgeführt wurde. In der Studie wurden in der Schweiz 40 Klassen des 9. Schuljahres (Sekundarschule und Gymnasium) während je einer Doppelstunde zum Thema Einführung in die Optik bzw. Einführung in den Kraftbegriff videographiert. Gerber (2007) analysierte aufgrund der Videodaten die Lehr-Lern-Sequenzen und stellte fest, dass sich in über zwei Drittel aller Fälle das gleiche Grundmuster feststellen lässt: Das «Lernen durch Eigenerfahrungen», sprich Schülerexperiment, ist ein prägendes Element des Unterrichts. Zum Einsatz kommen Schülerexperimente entweder im 1. Teil der Doppellektion (ausschliesslich beobachtet in Sekundarschulklassen) oder im 2. Teil (eher im Gymnasium). Da es sich um Einführungsstunden handelte, erstaunt es nicht, wenn Gerber (2007) feststellte, dass der Unterricht primär dem Erlernen neuer Inhalte und weniger dem Repetieren oder Üben diene.

Für die gleiche Stichprobe stellen Dalehefte et al. (2009, S. 93) fest: «Swiss instruction tends to spend more time on the experimental activity itself and less time on the preparation and subsequent work compared to the instruction in the German sub-sample.» Zudem regen die Schweizer Lehrpersonen ihre Schülerinnen und Schüler durch gezielte Impulse und konstruktives Feedback mehr zum Nachdenken an als die deutschen Lehrkräfte. Im Fragebogen geben die Schweizer mehr als die deutschen Lehrerinnen und Lehrer an, offene Aufgabenstellungen und naturwissenschaftliche Arbeitsmethoden einzusetzen (S. 95). Die Resultate der bi-nationalen Videostudie bestätigen die Resultate von Fraefel (2001, 2007) in eindrücklicher Weise.

In einer neuen, noch nicht abgeschlossenen tri-nationalen Videostudie wurde in Finnland, Deutschland und der Schweiz in 102 neunten Klassen je eine Doppelstunde zum Thema «Energie und Leistung in der Elektrizitätslehre» videographiert (Neumann, Fischer, Labudde & Jouni, 2009). Für die Schweiz weisen auch hier erste Resultate in die bereits zuvor beschriebene Richtung: dem Experiment kommt im Physikunterricht eine wichtige Rolle zu.

Fazit – eine persönliche Wertung

Auch wenn in der Schweiz relativ wenige empirische Untersuchungen zum naturwissenschaftlich-technischen Unterricht für die Sekundarstufe I existieren, zeigen sie ein recht einheitliches Bild. Welches sind einige der Stärken des Unterrichts, so weit sie in den durchgeführten Studien analysiert wurden? Die naturwissenschaftlichen Ausrüstungen der Schulen sind gut, viele Lehrpersonen weisen mindestens in einer der drei Naturwissenschaften eine solide fachliche wie auch methodisch-didaktische Ausbildung auf; ihr Gestaltungsspielraum ist gross. Die Schülerinnen und Schüler schneiden in internationalen Vergleichsstudien gut ab, insbesondere wenn es um das Entdecken und Anwenden naturwissenschaftlicher Prinzipien oder um das Planen und Durchführen von Experimenten geht. Letzteres ist nicht erstaunlich, da die Lehrpersonen dem Lernen durch Eigenerfahrung einen hohen Stellenwert beimessen – und zwar nicht nur theoretisch, sondern auch in der täglichen Umsetzung. Die empirischen Resultate, die in verschiedenen Studien mit teilweise unterschiedlichen Instrumenten gewonnen wurden, zeichnen diesbezüglich ein kohärentes Bild.

Wo besteht ein Handlungspotenzial? Der naturwissenschaftlich-technische Unterricht auf der SI liesse sich in verschiedenerlei Hinsicht weiterentwickeln:

1. Zunächst gibt es auf struktureller Ebene einen Handlungsbedarf: eine deutliche Erhöhung der Stundendotation in Naturwissenschaften und Technik; ein Ausbau der Zusatzaktivitäten insbesondere ausserhalb des regulären Naturwissenschaftsunterrichts wie naturwissenschaftliche Summerschools oder Teilnahme an Wettbewerben; ein höherer Stellenwert der Naturwissenschaft als promotionswirksames Fach.
2. Die fachliche und fachdidaktische Ausbildung der SI-Naturwissenschaftslehrkräfte sollte zwingend alle relevanten Disziplinen umfassen, d.h. Biologie, Chemie, Physik und Technik. Da in der Schweiz die Naturwissenschaften mehrheitlich als Integrationsfach unterrichtet werden, müssten in der Aus- und Weiterbildung die Fächer und Fachdidaktiken konsequent vernetzt bzw. eine integrierte Fachdidaktik Naturwissenschaft angeboten werden.
3. Bei 26 verschiedenen kantonalen Lehrplänen und den grossen Freiräumen, welche die Lehrpersonen im Naturwissenschaftsunterricht besitzen, sei die Frage gestellt, ob eine gewisse Standardisierung und eine höhere Verbindlichkeit der Curricula nicht zu einer Qualitätssteigerung der naturwissenschaftlichen Bildung beitragen könnten.
4. Durch geeignete Massnahmen sind das Interesse und die Selbstkompetenzüberzeugungen der Lernenden zu erhöhen. Zu den empirisch bestätigten Massnahmen zählen u.a. der lebensweltliche Bezug und eine gewisse Selbstbestimmtheit des Lernens.

5. Ein besonderes Augenmerk ist dabei auf gendergerechte Massnahmen zu legen. Hierzu zählen u.a. die Auswahl entsprechender Inhalte, kooperative Unterrichtsformen, phasenweise seedukativer Unterricht oder eine veränderte Prüfungskultur (Labudde, 1999; Labudde, Herzog, Neuenschwander, Violi & Gerber, 2000).

6. An beiden Enden des Leistungsspektrums besteht ein ausgewiesener Handlungsbedarf: einerseits die Förderung von (Hoch-)Begabungen, andererseits das Eingehen auf Kinder und Jugendliche, welche Mühe mit den Naturwissenschaften bekunden.

7. Die methodisch-didaktische Gestaltung des Naturwissenschaftsunterrichts ist zu überdenken: Wie lassen sich die Schüleraktivitäten und -experimente wirksamer für den Lernprozess gestalten? Müssen nicht das vertikale und horizontale Vernetzen, das Wiederholen und Üben im Sinne eines vertieften und kumulativen Lernens ausgebaut werden?

Kompetenzmodell und Standards in HarmoS Naturwissenschaften

Im Rahmen des bildungspolitischen Grossprojekts HarmoS (Harmonisierung obligatorische Schule) wurden 2005-2008 ein Kompetenzmodell und Vorschläge für Bildungsstandards für den naturwissenschaftlichen Unterricht entwickelt (EDK, 2010; Konsortium, 2008; Labudde, 2007; Labudde & Adamina, 2008). In den folgenden Abschnitten werden Wurzeln, Charakteristika und Validierung des Modells sowie die Vorschläge für Bildungsstandards beschrieben. Den Schluss bildet ein Fazit, in welchem der Status quo (siehe vorhergehendes Kapitel) und der Ansatz von HarmoS Naturwissenschaften verglichen werden.

Die Wurzeln des Kompetenzmodells

Bei der Entwicklung des Modells stützte sich das Konsortium-HarmoS-Naturwissenschaften auf die kantonalen Lehrpläne, auf Kompetenzmodelle in anderen Bildungssystemen und gesicherte Resultate der empirischen fachdidaktischen Forschung (Konsortium, 2008).

Szlovak (2005) analysierte die naturwissenschaftlichen Lehrpläne aller 26 Kantone, stellte detailliert die aufgeführten Bildungsziele, die Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie die biologischen, chemischen, physikalischen und fächerübergreifenden Inhalte zusammen. Letztere bildeten eine zentrale Basis für die Umschreibung der Themenbereiche (siehe nächster Abschnitt).

Eine weitere Grundlage des Kompetenzmodells bildeten die Curricula anderer Bildungssysteme mit ihren Kompetenzbeschreibungen und -modellen. So stützte sich das Konsortium u.a. auf den kanadischen Referenzrahmen, die US-amerikanischen Standards und das Konzept der *scientific literacy* von PISA (OECD, 2006, S. 23).

Das Kompetenzmodell und seine drei Dimensionen

Das Modell besteht aus einer dreidimensionalen Matrix mit den Achsen Handlungsaspekte (anderenorts als Kompetenzaspekte oder -bereiche bezeichnet), Themenbereiche (Inhalte) und Niveaus (Anforderungsniveaus). Für die finale Version des Modells siehe Abb. 1.

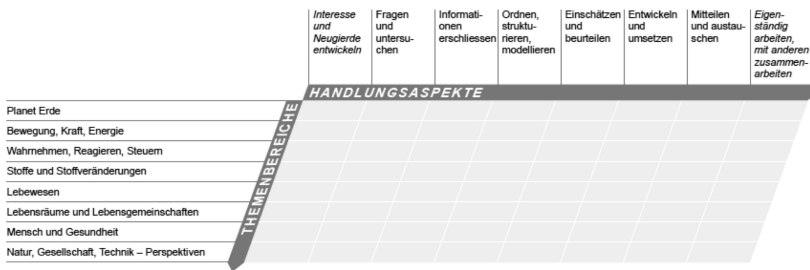


Abb. 1: Das Kompetenzmodell von HarmoS Naturwissenschaften (hier ohne die dritte Dimension der Niveaus).

Als primäre Achse gilt diejenige der Handlungsaspekte, denn für diese, und nicht für die Themenbereiche, werden die Niveaus beschrieben. Die Achse umfasst acht Aspekte: 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 zweite Achse, «Themenbereiche», basiert inhaltlich auf der Analyse der kantonalen Lehrpläne, d.h. die Inhalte sind teilweise ein Spiegelbild der bestehenden Curricula. Die Bereiche sind stark fächerübergreifend ausgerichtet und entsprechen mit dem Einbezug von Nachhaltiger Bildung, Gesundheitserziehung, Technik und Gesellschaft weitgehend dem im angelsächsischen Raum verbreiteten STS-Ansatz (Science-Technology-Society).

Die Niveaubeschreibungen bilden die dritte Achse. Zu jedem der Handlungsaspekte bzw. deren Teilaspekte werden für das Ende des 2., 6. und 9. Schuljahres je vier Niveaus I bis IV definiert (für Details siehe Konsortium, 2008). So heisst es z.B. für das Ende des 9. Schuljahres beim Handlungsaspekt «Fragen und untersuchen» zum Teilaspekt «Erkundungen, Untersuchungen und Experimente durchführen»: «Die Schülerinnen und Schüler können zu vorgegebenen Fragen und Hypothesen angeleitet sowie zu eigenen Fragen forschend-explorativ

Erkundungen und Untersuchungen planen und durchführen. Sie können Messungen durchführen, Daten sammeln, ordnen und auswerten, dabei Hypothesen und gewählte Variablen überprüfen, sowie mögliche Regelmäßigkeiten ableiten und formulieren und zu Fragen und Hypothesen sachgemäss Stellung nehmen.»

Validierung des Modells

In umfangreichen Tests wurden Vorgängerversionen des finalen Modells (Abb. 1) validiert:

- Papier-und-Bleistift-Test (PB-Test) für das Ende des 9. Schuljahrs: total 45 Situationen (Probleme) mit insgesamt ca. 250 Items (single bzw. multiple choice und Kurz-Antwort-Fragen); repräsentative Stichprobe aus der Deutschschweiz und der Suisse romande mit total ca. 4'000 Jugendlichen; 4-8 Situationen je Proband/-in.
- Experimentiertest für das Ende des 9. Schuljahres: 12 Experimentiersituationen, N=805 (Dt. und Frz.), je Proband/-in zwei Situationen.
- Analoge Tests am Ende des 6. Schuljahres sowie – allerdings nur mit einem Sample von 593 Kindern – im 2. Schuljahr.

Die Tests lieferten umfangreiche Daten, welche einerseits zu Modifikationen im Kompetenzmodell führten, z.B. zu einer Reduktion der Themenbereiche oder zu einer Überarbeitung der Niveaubeschreibungen, und welche andererseits erlaubten geeignete Referenzbeispiele zur Illustration der Standards auszuwählen (siehe nächster Abschnitt).

Eine weitere Validierung des HarmoS-Kompetenzmodells und der HarmoS-Resultate erfolgte mittels eines quantitativen Vergleichs mit dem PISA-Konzeptrahmen und den PISA-Resultaten. Es zeigten sich grosse Parallelitäten zwischen den Modellen sowie hohe Korrelationen zwischen den PISA- und HarmoS-Resultaten (Moser et al., 2009, S. 93-118).

Vorschläge für Bildungsstandards

Das Konsortium HarmoS Naturwissenschaften war gegenüber dem politischen Auftraggeber verpflichtet, Empfehlungen für Basisstandards abzugeben. Die Empfehlungen sind auf dreierlei Art formuliert:

Zum einen erfolgt für jeden der acht Handlungsaspekte - genauer gesagt für jeden der jeweils drei bis fünf Teilaspekte - eine theoretische Beschreibung des Standards. Hierbei handelt es sich um so genannte can-do-Formulierungen: «Die Schülerinnen und Schüler können [...]». Vergleiche das Beispiel oben auf dieser Seite.

Zum anderen werden zur Illustration eines jeden Basisstandards zwei bis drei Referenzbeispiele notiert. Im zitierten Fall sind es deren drei (EDK, 2010, S. 49-52): a) Steine in Bewegung («Wovon hängt es ab, wie, wie weit und wohin sich Steine bewegen, wenn sie sich in Felswänden lösen?»), b) Beschattung von Solarzellen («Untersuche, welche Schaltung – Serie- oder Parallel-Schaltung – durch Beschattung weniger beeinträchtigt wird.»), c) Wasser und Seife («Finde heraus, wie sich Seife in weichem und hartem Wasser auflöst.»). Bei Beispielen sind die Aufgabenstellung, die erwartete Leistung, einige Charakteristika der Aufgabe sowie die Lösungshäufigkeit im Validierungstest notiert. Lehrkräfte, Lernende, Schulleitungen, Eltern und weitere Bildungsverantwortliche können sich damit ein konkretes Bild von den erwarteten Leistungen machen.

Zusätzlich zur theoretischen Beschreibung und zu den Referenzbeispielen werden in den meisten Fällen Lerngelegenheiten (opportunities-to-learn) skizziert. Dabei geht es um Beispiele konkreter Unterrichtsideen mittels derer sich bei den Lernenden spezifische Kompetenzen fördern lassen. Es werden verschiedene Typen von Lerngelegenheiten unterschieden, u.a. «Situationen in natürlichen Lebensräumen oder technischen Umgebungen begegnen und erkunden» und «Über längere Zeit exemplarisch Vorgänge in der Natur beobachten und vergleichen». Zum letzteren gehören zum Beispiel sich über mehrere Tage oder Wochen hinziehende Wetterbeobachtungen oder wochen- bzw. monatslange astronomische Studien.

HarmoS Naturwissenschaften: Spiegelbild oder Neubeginn?

Wie weit sind das Kompetenzmodell und die Bildungsstandards in HarmoS Naturwissenschaften ein Spiegelbild der aktuellen naturwissenschaftlichen Bildung in der Schweiz, d.h. auch – positiv formuliert – wie weit werden Lehrpersonen, Jugendliche, Eltern und weitere Bildungsverantwortliche «abgeholt» bzw. – negativ formuliert – wie weit ist HarmoS alter Wein in neuen Schläuchen? Anders gefragt: Wie weit wird mit HarmoS Naturwissenschaften ein Neubeginn eingeläutet? Mit den Antworten auf diese Fragen wird versucht ein Fazit aus den vorhergehenden Kapiteln zu ziehen. Wie bereits beim «Fazit» weiter oben handelt es sich auch hier um eine persönliche Bewertung. Die Antworten erfolgen in drei Thesen:

1. Mit HarmoS Naturwissenschaften werden Lehrerinnen und Lehrer, Schülerinnen und Schüler, Eltern und weitere Bildungsverantwortliche auf vielfältige Art und Weise abgeholt, d.h. mit HarmoS wird in erster Linie ein Weg der Evolution beschritten.

Im Kompetenzmodell werden wesentliche Charakteristika des bestehenden naturwissenschaftlichen Unterrichts aufgenommen und weitergeführt:

- HarmoS Naturwissenschaften setzt die Tradition eines integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts fort, wie sie in der Primarstufe überall und in der Sekundarstufe I für die Mehrzahl der Lehrpersonen, Schülerinnen und Schüler in der Schweiz gang und gäbe ist.
- Die Handlungsaspekte lassen sich bereits – oft allerdings unter etwas anderem Namen – in den kantonalen Lehrplänen finden, so bei den Aspekten «Fragen und untersuchen», «Informationen erschliessen» oder «Ordnen, strukturieren und modellieren». Noch deutlicher wird die Verbindung zwischen HarmoS und den Lehrplänen bei den Themenbereichen.
- Der Handlungsaspekt «Fragen und untersuchen», die Experimentaltests und zugehörigen Referenzbeispiele knüpfen an die Tradition des Lernens durch Eigenerfahrung an.
- Referenzbeispiele und Lerngelegenheiten sind meist so beschaffen, dass Lehrpersonen die von ihnen bereits jetzt unterrichteten Inhalte, Methoden und Ziele wiedererkennen.
- HarmoS zielt auf eine Output-Steuerung des Bildungssystems ab, d.h. Lehrpersonen sollten auch in Zukunft ihre Gestaltungsspielräume als gross einstufen können, auch wenn es durch das Setzen verbindlicher Standards eine gewisse Einengung geben dürfte.

2. In HarmoS Naturwissenschaften werden einige zentrale Desiderata zur Weiterentwicklung der naturwissenschaftlichen Bildung in der Schweiz aufgenommen – Desiderata, welche sich unter anderem aus der Analyse des Status quo ergeben.

Weiter oben im «Fazit» werden sieben Bereiche skizziert, in welchen ein Handlungspotenzial besteht. Mit HarmoS Naturwissenschaften werden mehrere der Bereiche aufgegriffen:

- ad 3 (Standardisierung und Verbindlichkeit der Curricula): Bei der Harmonisierung der Lehrpläne, ihrer Verbindlichkeit und der Standardisierung werden mit HarmoS wichtige bildungspolitische Weichen gestellt, deren langfristige Bedeutung für den Schulalltag gar nicht überschätzt werden kann.
- ad 4 (Interesse und Selbstkompetenzüberzeugung): Mit dem Handlungsaspekt «Interesse und Neugierde entwickeln» wird ein Zeichen gesetzt, dass naturwis-

senschaftliche Bildung nicht ausschliesslich aus kognitiven Komponenten besteht, sondern auch eine affektive Komponente aufweist.

- ad 6 (Förderung im unteren und oberen Leistungsspektrum): Durch die Vorgabe Basisstandards vorschlagen zu müssen wird eine günstige Voraussetzung geschaffen, Lernende des unteren Leistungsspektrums vermehrt zu fördern.
- ad 7 (methodisch-didaktische Unterrichtsgestaltung): Mit den Referenzbeispielen und Lerngelegenheiten wird ein Fächer von Unterrichtsideen geöffnet, welche zur qualitativen Weiterentwicklung der naturwissenschaftlichen Bildung beitragen können.

Zusätzlich wird ein weiteres Desideratum erfüllt, welches sich nicht direkt aus der Analyse des Status quo ergibt, sondern in einem übergeordneten Rahmen zu sehen ist: Spätestens seit den internationalen Vergleichsstudien TIMSS und PISA zeichnet sich eine Globalisierung der Bildung ab. Mit HarmoS Naturwissenschaften wird die naturwissenschaftlich-technische Bildung in der Schweiz anschlussfähig an Bildungskonzepte, wie sie aus anderen Bildungssystemen und PISA bekannt sind.

3. Zu mehreren Desiderata lassen sich in HarmoS Naturwissenschaften keine Aussagen und Entwicklungsperspektiven finden; hier bestehen Lücken, welche es bei zukünftigen Planungsarbeiten zu füllen gilt.

Bedingt dadurch, dass es bei HarmoS primär um die Kompetenzförderung bei den Lernenden geht, kann und will HarmoS Naturwissenschaften nicht auf alle Desiderata eingehen. Hierzu zählen:

- ad 1 (Strukturen): Auf die strukturellen Rahmenbedingungen, wie Stundendotation oder Stellenwert der Naturwissenschaften im Fächerkanon, wird bei HarmoS nicht eingegangen.
- ad 2 (Ausbildung von Lehrpersonen): Ebenso lassen sich keine Aussagen zur Aus- und Weiterbildung finden.
- ad 5 (Gendergerechtigkeit): Auch wenn das Konsortium die Genderthematik bei der Konstruktion von Aufgaben, der Auswahl von Referenzbeispielen und der Entwicklung von Lerngelegenheiten stets im Auge behalten hat, werden nicht explizit Wege zu einem gendergerechten naturwissenschaftlichen Unterricht beschrieben.
- ad 6 (Förderung im unteren und oberen Leistungsspektrum): Mit dem

bildungspolitischen Entscheid auf Basisstandards zu setzen besteht die Gefahr das andere Ende des Leistungsspektrums, d.h. die Förderung von (Hoch-) Begabungen zu vernachlässigen.

- ad 7 (methodisch-didaktische Unterrichtsgestaltung): Es war nicht die Aufgabe des Konsortiums ein breites Spektrum von methodisch-didaktischen Alternativen, von neuen Unterrichtsabläufen und Handlungsmustern zu erarbeiten.

Ausserhalb der in im Fazit aufgeführten Desiderata fällt im Schweizer HarmoS Projekt der Fokus auf die Fachlichkeit auf, ein Fokus, welcher ganz der Expertise von (Klieme et al., 2004) entspricht, auf welche sich HarmoS abstützt. Mit diesem Fokus besteht die Gefahr den Blick für überfachliche Kompetenzbereiche, wie Kooperationsfähigkeit, Verantwortungsbewusstsein oder politische Handlungsfähigkeit, zu verlieren. In HarmoS Naturwissenschaften werden zwar bei den Handlungsaspekten «Einschätzen und beurteilen», «Mitteilen und austauschen» sowie «Eigenständig arbeiten» überfachliche Kompetenzen partiell miteinbezogen, aber eine grundlegende Diskussion derartiger Kompetenzen fehlt im Projekt HarmoS. In anderen Ländern sieht dies anders aus, so beim «Socle commun», dem bildungspolitischen Grossprojekt in Frankreich, in welchem eher auf überfachliche, denn auf fachliche Kompetenzen fokussiert wird (Labudde, Becu-Robinault & Maradan, in Vorbereitung).

Naturwissenschaftliche Bildung SI Schweiz: Quo vadis?

Kompetenzorientierung und Standards

Mit der Einführung von Basisstandards und dem dahinter stehenden Kompetenzmodell wird aus bildungspolitischer Perspektive ein neuer Weg beschritten. Zwar wurden auch bisher Ziele definiert, die Formulierung von Basisstandards geht aber weiter: Zum einen stützen sie sich auf ein Kompetenzmodell, welches empirisch validiert worden ist. Ein derartiges Modell und seine empirische Validierung fehlten bei bisherigen Curricula. Zum anderen wird mit Standards anders als bei Zielen eine verbindliche Messlatte gelegt, im Falle von Basisstandards eine Messlatte, welche die grosse Mehrheit der Lernenden erreichen soll. Die Einführung von Standards im Schweizer Bildungssystem stellt eine nicht zu unterschätzende Herausforderung für alle Beteiligten dar. Standards können dazu beitragen auf blinde Flecken, d.h. auf im Unterricht bisher zu wenig berücksichtigte Kompetenzen, aufmerksam zu machen und damit einen Entwicklungsschub im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht auslösen.

Bildungsmonitoring und Vergleichsarbeiten

Etwas wirklich Neues stellen das von der EDK (2010) vorgesehene Bildungsmonitoring und die von einzelnen Kantonen geplanten Vergleichsarbeiten dar: das Erreichen der Standards soll überprüft werden, sei es auf nationaler Ebene bei einer repräsentativen Stichprobe, sei es auf kantonaler, regionaler oder schulischer Ebene mit einer Vollerhebung. Diese Massnahmen werden von den einen als Kontrolle und Einmischen eines nationalen «Bildungsvogts» wahrgenommen, von den anderen als Chance für mehr Vergleichbarkeit und Chancengerechtigkeit, für Qualitätssicherung und Unterrichtsentwicklung. Dies setzt allerdings voraus, dass mit Bildungsmonitoring und Vergleichsarbeiten nicht nur Daten erhoben werden, sondern die Resultate dann auch genutzt und Fördermittel und -massnahmen bereitgestellt werden. Hier sind nicht nur die Initiative und das Engagement von Bildungs- und Finanzpolitik gefordert, sondern insbesondere auch die fachdidaktische Forschung und Entwicklung, die Aus- und Weiterbildung.

Aufgaben- und Prüfungskultur

In HarmoS Naturwissenschaften werden die Basisstandards anhand von Referenzbeispielen illustriert. Diese Beispiele und weitere noch zu entwickelnde können im Unterricht vielfältig eingesetzt werden: als Lern-, Übungs- und Prüfungsaufgaben. Die Aufgaben bieten eine günstige Voraussetzung zur Weiterentwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts: Berücksichtigung eines breiteren Spektrums von Kompetenzen als bisher, Fokussierung auf das Wesentliche, Weiterentwicklung der Unterrichts- und Prüfungskultur. Zu letzterem: Bisher werden Kompetenzen in den Bereichen «Fragen und untersuchen» oder «Einschätzen und beurteilen» zwar an vielen Orten gefördert, aber kaum geprüft und honoriert. Mit einer Veränderung der Prüfungskultur geht in den meisten Fällen eine Veränderung der Unterrichtskultur einher.

Wie der deutsche Modellversuch SINUS gezeigt hat, sprechen Lehrpersonen in hohem Masse auf neue Aufgaben und deren Entwicklung an: In SINUS konnten die Teilnehmenden zwischen elf Weiterbildungsmodulen auswählen. Mit weitem Abstand wurde das Modul «Aufgabenkultur» am meisten nachgefragt (Prenzel, Friedrich & Stadler, 2009, S. 18-22).

Interessenförderung und Selbstkompetenzüberzeugung

Das naturwissenschaftlich-technische Interesse von Kindern und Jugendlichen vermehrt gefördert werden soll, wird von verschiedensten Seiten unisono betont: Naturwissenschaftslehrpersonen und ihre Verbände, Bildungspolitik, Umwelt- und Wirtschaftsorganisationen. Dem trägt HarmoS Naturwissenschaften mit dem Handlungsaspekt «Interesse und Neugierde entwickeln» Rechnung. Eine noch stärkere Förderung des Interesses bleibt eine vordringliche Aufgabe der Schule, aber auch ausserschulischer Institutionen. Im gegenseitigen Interesse wären hier noch engere Kooperationen zwischen beiden wünschbar.

So sehr der Begriff Interesse bekannt und seine Förderung anerkannt ist, so wenig gilt das für den Begriff Selbstkompetenzüberzeugung. Dabei würde eine grössere Selbstkompetenzüberzeugung im naturwissenschaftlich-technischen Bereich einen wesentlichen Beitrag zur Interessenssteigerung leisten. Lernende mit einer hohen Selbstkompetenzüberzeugung zeigen nicht nur ein höheres Interesse, sondern wählen auch eher einen naturwissenschaftlichen Beruf (Buccheri, Abt & Brühwiler, in Vorbereitung; Moser et al., 2009). Die Förderung der Selbstkompetenzüberzeugung gilt zudem als *das* Schlüsselement für einen gendgerechten Unterricht.

Unterrichtsentwicklung

Wie in den bisherigen Abschnitten skizziert gibt es ein breites Spektrum von Entwicklungsmöglichkeiten: die stärkere Orientierung an Kompetenzen, eine Erweiterung der Aufgaben- und Prüfungskultur, die Förderung der Selbstkompetenzüberzeugungen, ein stärkerer Bezug zu Alltagsphänomenen, eine Optimierung der Schüleraktivitäten im Hinblick auf den Lernprozess.

In den meisten dieser Bereiche kann man sich auf empirisch gesicherte Forschungsergebnisse abstützen, d.h. es ist bekannt mit welchen Massnahmen welche Ziele erreicht werden können. So gibt es Hunderte von erprobten Vorschlägen für einen erhöhten Alltagsbezug. In anderen Bereichen fehlen konkrete Ideen weitgehend, so sind bisher nur wenig geeignete Massnahmen zur Förderung spezifischer Kompetenzen im Bereich «Mitteilen und Austausch» bekannt. Hier tun sich weite Felder für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung auf, welche sich von Forschenden und Lehrenden gemeinsam beackern liessen.

Ausbildung und Weiterbildung von Lehrpersonen

Aus den bisher aufgeführten Punkten ergeben sich für die Aus- und Weiterbildung jeweils spezifische Entwicklungslinien. Zwei allgemeine seien besonders hervorgehoben:

- Ausbildung für das Fach «Natur und Technik», d.h. fachliche und fachdidaktische Ausbildung nicht nur für eine der Naturwissenschaften, sondern für das zukünftige Integrationsfach, wie es in allen drei Schweizer Sprachregionen vorgesehen ist (Labudde, 2004). Dies bedingt, dass an vielen PHs die Studienpläne für SI-Lehrkräfte zu ändern sind.

- Weiterbildungsinitiativen ähnlich den deutschen bzw. österreichischen Modellversuchen SINUS und IMST (Innovations in Science and Mathematics Teaching), um breitflächig und nachhaltig den naturwissenschaftlich-technischen Unterricht weiterzuentwickeln. Dazu bedarf es einer engen und gleichberechtigten Kooperation zwischen Lehrpersonen und Fachdidaktikdozierenden.

Mit der Weiterbildungsinitiative SWISE (*Swiss Science Education*, sinngemäss auf Deutsch «Naturwissenschaftliche Bildung Schweiz», siehe www.swise.ch) wird ein Schritt in diese Richtung unternommen.

Fachdidaktische Forschungs- und Entwicklungsperspektiven

Für die Naturwissenschaftsdidaktik besteht ein breites Feld von Forschungsdesiderata, u.a.:

1. einzelne bisher noch wenig erforschte Handlungsaspekte und Kompetenzen, zum Beispiel «Mitteilen und austauschen» oder «Beurteilen und bewerten», genauer modellieren und für die Schulpraxis aufarbeiten;
2. Kompetenzen, welche spezifisch im fächerübergreifenden Unterricht gefördert werden können, klären und für ein Integrationsfach wie «Natur und Technik» konkretisieren;
3. das Verhältnis und die Interpendenz zwischen Schüleraktivitäten und Lernprozess analysieren und optimieren;
4. Wege zu einer Weiterentwicklung der Aufgaben- und Prüfungskultur skizzieren, beschreiten und evaluieren;
5. Bedingungen für die Einführung von Standards in die Praxis untersuchen sowie entsprechende Konzepte für die Lehrerbildung entwickeln, durchführen und evaluieren;
6. sich bei Vergleichsarbeiten und im Bildungsmonitoring engagieren, u.a. Kriterien für Testaufgaben festlegen und entsprechende Aufgaben mitentwickeln;
7. die neuen sprachregionalen Lehrpläne mitgestalten;
8. einen Modellversuch zur Weiterentwicklung des naturwissenschaftlich-technischen Unterrichts in der Schweiz lancieren, koordinieren und begleiten;

Die Forschungsdesiderata 1-6 betreffen die internationale *scientific community* der Naturwissenschaftsdidaktik, 7 und 8 primär die Bildungs- und Forschungslandschaft in der Schweiz.

Literatur

- Beaton, A. E., Martin, M. O., Mullis, I. V., Gonzalez, E. J., Smith, T. A. & Kelly, D. L. (1996). *Science achievement in the middle school years: IEA's Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)*. Chestnut Hill, MA: TIMSS International Study Center, Boston College.
- Bruggmann, M., Labudde, P., Duit, R. & Gerber, B. (2009). Unterrichtskonzepte von Schweizer und deutschen Physiklehrkräften. In D. Höttecke (Hrsg.), *Chemie- und Physikdidaktik für die Lehramtsausbildung* (S. 318-320). Berlin: Lit Verlag.
- Buccheri, G., Abt, N. & Brühwiler, C. (in Vorbereitung). *The impact of gender on interest in science topics and the choice of scientific and technical vocations*.
- Dalehefte, I. M., Rimmel, R., Prenzel, M., Seidel, T., Labudde, P. & Herweg, C. (2009). Observing instruction «next-door»: A video study about science teaching and learning in Germany and Switzerland. In T. Janik & T. Seidel (Hrsg.), *The power of video studies in investigating teaching and learning in the classroom* (S. 83-101). Münster: Waxmann.
- EDK (Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren). (2010). *Basisstandards für die Naturwissenschaften: Unterlagen für den Anbahnungsprozess*. Bern: EDK. Zugriff am 14.12.2010 unter www.edk.ch/dyn/20692.php
- Fraefel, U. (2001). *Merkmale und Skripts des Naturwissenschaftsunterrichts der Sekundarstufe I in der Deutschschweiz*. Lizentiatsarbeit, Universität Zürich.
- Fraefel, U. (2004). Problemfelder und Perspektiven des Naturwissenschaftsunterrichts an Deutschschweizer Volksschulen. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 22 (1), 69-82.
- Fraefel, U. (2007). Einstellungen von Schweizer Naturwissenschaftslehrkräften der Sekundarstufe I. In D. Höttecke (Hrsg.), *Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich (Jahrestagung 2006 der GDGP)* (S. 500-502). Berlin: Lit Verlag.
- Gerber, B. (2007). *Strukturierung von Lehr-Lern-Sequenzen im Physikunterricht*. Dissertation, Universität Bern.
- Harmon, M., Smith, T. A., Martin, M. O., Kelly, D. L., Beaton, A. E., Mullis, I. V. S., Gonzalez, E. & Orpwood, G. (1997). *Performance assessment in IEA's Third International Mathematics and Science Study*. Chestnut Hill, MA: TIMSS International Study Center, Boston College.
- Keller, C. (1997). Geschlechterdifferenzen - Trägt die Schule dazu bei? In U. Moser, E. Ramsier, C. Keller & M. Huber (Hrsg.), *Schule auf dem Prüfstand - Eine Evaluation der Sekundarstufe I auf der Grundlage der 'TIMSS'* (S. 137-179). Chur: Rüegger.
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., Reiss, K., Riquarts, K., Rost, J., Tenorth, H.-E. & Vollmer, H. J. (Hrsg.). (2004). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards: eine Expertise*. Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Konsortium-HarmoS-Naturwissenschaften. (2008). *HarmoS Naturwissenschaften+: Wissenschaftlicher Schlussbericht*. Bern: Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren.
- Labudde, P. (1999). Mädchen und Jungen auf dem Weg zur Physik - Reflexive Koedukation im Physikunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht - Physik*, 54, 4-10.
- Labudde, P. (2003). Fächerübergreifender Unterricht in und mit Physik: Eine zu wenig genutzte Chance. *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 1 (2), 48-66.
- Labudde, P. (2004). Fächerübergreifender Unterricht in Naturwissenschaften: 'Bausteine' für die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 22 (1), 54-67.
- Labudde, P. (2007). How to develop, implement and assess standards in science education? 12 challenges from a swiss perspective. In D. Waddington, P. Nentwig & S. Schanze (Ed.), *Making it comparable: Standards in science education* (S. 277-301). Münster: Waxmann.
- Labudde, P. (Hrsg.). (2008). *Naturwissenschaften vernetzen - Horizonte erweitern: Fächerübergreifender Unterricht konkret*. Seelze-Velber: Klett & Kallmeyer.

- Labudde, P. & Adamina, M. (2008). HarmoS Naturwissenschaften: Bildungsstandards für die Schule von morgen. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 26 (3), 351-360.
- Labudde, P., Becu-Robinault, K. & Maradan, O. (in Vorbereitung). *Setting standards in science education: A comparison between a centralized and a de-centralized school system - France and Switzerland*.
- Labudde, P., Herzog, W., Neuenschwander, M., Violi, E. & Gerber, C. (2000). Girls and physics: Teaching and learning strategies tested by classroom interventions in grade 11. *International Journal of Science Education*, 22 (2), 143-157.
- Labudde, P. & Stebler, R. (1999). Lern- und Prüfungsaufgaben für den Physikunterricht: Erträge aus dem TIMSS-Experimentiertest. *Unterricht Physik*, 10 (54), 17-22.
- Moser, U., Angelone, D., Brühwiler, C., Kis-Fedi, P., Buccheri, G., Mariotta, M., Nidegger, C., Moreau, J. & Gingins, F. (2009). *PISA 2006: Analysen zum Kompetenzbereich Naturwissenschaften. Rolle des Unterrichts, Determinanten der Berufswahl, Vergleich von Kompetenzmodellen*. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik.
- Moser, U., Ramseier, E., Keller, C. & Huber, M. (1997). *Schule auf dem Prüfstand - Eine Evaluation der Sekundarstufe I auf der Grundlage der «Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)»*. Chur: Rüegger.
- Neumann, K., Fischer, H. E., Labudde, P. & Viiri, J. (2009). Postersymposium Physikunterricht im Vergleich: Unterrichtsqualität in Deutschland, Finnland und der Schweiz. In D. Höttecke (Hrsg.), *Chemie- und Physikdidaktik für die Lehramtsausbildung* (Tagungsband der GDCP-Jahrestagung 2008) (S. 357-359). Berlin: Lit Verlag.
- OECD. (2002). *Lernen für das Leben. Erste Ergebnisse von PISA 2000*. Paris: OECD.
- OECD. (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. Paris: OECD.
- OECD. (2007a). *PISA 2006: Volume 1: Science competencies for tomorrow's world.: Analysis*. Paris: OECD.
- OECD. (2007b). *PISA 2006. Volume 2: Data*. Paris: OECD.
- Prenzel, M., Friedrich, A. & Stadler, M. (Hrsg.). (2009). *Von SINUS lernen - Wie Unterrichtsentwicklung gelingt*. Seelze-Velber: Kallmeyer Verlag in Verbindung mit Klett.
- Ramseier, E. (1998). Leistungsprofil und Unterricht - Eine Analyse der schweizerischen Leistungen im naturwissenschaftlichen Test von TIMSS. *Bildungsforschung und Bildungspraxis*, 20 (1), 8-27.
- Stebler, R., Reusser, K. & Ramseier, E. (1998). Praktische Anwendungsaufgaben zur integrierten Förderung formaler und materialer Kompetenzen - Erträge aus dem TIMSS-Experimentiertest. *Bildungsforschung und Bildungspraxis*, 20 (1), 28-54.
- Szlovak, B. (2005). *HarmoS - Lehrplanvergleich Naturwissenschaften*. Bern: Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren.
- Zahner Rossier, C., Berweger, S., Brühwiler, C., Holzer, T., Mariotta, M., Moser, U. & Nicoli, M. (2004). *PISA 2003: Kompetenzen für die Zukunft. Erster nationaler Bericht*. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik.
- Zahner Rossier, C. & Holzer, T. (2007). *PISA 2006: Kompetenzen für das Leben - Schwerpunkt Naturwissenschaften (Nationaler Bericht)*. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik.

Schlagworte: Naturwissenschaften, Kompetenzen, Standards, Sekundarstufe I, Unterrichtsentwicklung.

Analyser, modéliser et repenser l'enseignement des sciences naturelles

Résumé

La première partie de cette contribution est réservée à l'analyse de la situation de l'enseignement des sciences naturelles en Suisse sur la base d'études empiriques. La motivation des élèves, leurs performances et leurs différences liées au genre, ainsi que l'attitude des enseignants et les méthodes d'enseignement utilisées sont discutées en fonction des conditions générales d'enseignement. La deuxième partie est consacrée au modèle de compétences en vigueur pour les sciences naturelles et aux standards élaborés dans le cadre du grand projet de politique éducative «harmonisation de la scolarité obligatoire» (HarmoS). Le développement et la validation du modèle de compétences, la formulation de standards de base aussi bien qu'une évaluation critique du modèle sont présentés. Enfin, des pistes de développement sont esquissées dans le prolongement des deux premières parties. Elles concernent le monitoring de l'éducation, la conception des tâches et de l'évaluation, la promotion de l'intérêt pour l'étude des sciences, le développement de l'enseignement, la formation des enseignants, la recherche en didactique.

Mots clés: Sciences naturelles, compétences, standards, secondaire I, développement de l'enseignement.

Analizzare, modellizzare e ripensare l'insegnamento delle scienze naturali

Riassunto

Nella prima parte di questo articolo viene analizzato lo stato dell'arte dell'insegnamento delle scienze naturali in Svizzera a partire da studi già conclusi. Vengono discusse le condizioni di insegnamento, le prestazioni degli studenti e le differenze di genere, oltre che l'approccio degli insegnanti e i metodi didattici. La seconda parte dell'articolo è dedicata al modello di competenze relativo alle scienze naturali proposto nel quadro del Concordato HarmoS. Vengono presentate lo sviluppo e la valutazione del modello, la formulazione degli standard di base e una valutazione critica del modello stesso. A partire dalle prime due parti, la terza parte dell'articolo presenta brevemente alcune prospettive di sviluppo: monitoraggio della formazione, concezione di compiti ed esami, promozione degli interessi, progettazione didattica, formazione degli insegnanti, ricerca didattica disciplinare.

Parole chiave: Scienze naturali, competenze, standard, scuola media, progettazione didattica

Analyzing, modeling and rethinking natural science instruction

Abstract

In a first part, the status of science education in Switzerland is examined on the basis of empirical studies. Motivation, students performance and gender differences are discussed under general education conditions as well as teachers point of view and improved teaching methods. A second part is dedicated to the competencies model and standards as they are presented in the important educational project „Harmonisation of the obligatory education“ (HarmoS). The development and the validation of the model, the formulation of basis standards and a critical evaluation of the model belong to this part. From the two first parts of the article development perspectives are designed in the third: education monitoring, task and evaluation culture, science promotion, development of teaching instruction, teachers education and didactic research.

Key words: Sciences, competencies, standards, secondary education, development of teaching instruction