

MARKUS REHM, WOLFGANG BÜNDER, TILMANN HAAS, PETER BUCK, PETER LABUDDE,
DOROTHEE BROVELLI, EDVIN ØSTERGAARD, CHRISTA RITTERSBACHER, MARKUS WILHELM,
RUPERT GENSEBERGER UND GREGOR SVOBODA

Legitimationen und Fundamente eines integrierten Unterrichtsfachs Science

Science as integrated school subject: Foundations and Justifications

Zusammenfassung

Integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht (kurz „Science“) soll in diesem Artikel (a) bildungstheoretisch und (b) wissenschaftstheoretisch legitimiert werden:

(a) Ausgehend von der Situation des Science-Unterrichts in vier europäischen Ländern (Deutschland, Niederlande, Norwegen und Schweiz) und unter Berücksichtigung der deutschen Bildungstradition wird auf die Diskussion um die Bildungsstandards in der Folge der Klieme-Expertise eingegangen. Die Klieme-Expertise ist der Ausgangspunkt, von dem aus zurzeit versucht wird die „Domänen“ festzulegen, aus denen heraus Bildungsstandards für Schulfächer zu entwickeln sind. Hierauf aufbauend werden in diesem Artikel (b) wissenschaftstheoretische Fragen entfaltet wie z.B.: Soll bzw. muss man, wenn Bildungsstandards für den naturwissenschaftlichen Unterricht entwickelt werden, von den universitären Disziplinen (Biologie, Chemie, Physik) ausgehen oder kann eine eigene *Structure of the Discipline* für den Science-Unterricht entfaltet werden? Letzteres wird im vorliegenden Artikel versucht. Der Beitrag schließt mit einem Ausblick auf vier mögliche curriculare Formen des Science-Unterrichts ab.

Schlüsselwörter: Science-Unterricht; Integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht, scientific literacy, Naturwissenschaftliche Bildung, Struktur der Disziplin, Curriculare Formen

Abstract

This article sets out to legitimate Integrated Science Education from the perspective of a) educational theory and b) the philosophy of science. (a) Based on the situation of science education in four European countries (Germany, The Netherlands, Norway and Switzerland) and in consideration of the German tradition of *Bildung*, the discussion on educational standards following the Klieme report is addressed. The Klieme report is the starting point for the current attempts to establish domains from which educational standards for school subjects are to be created. Building on this research, the present article expounds questions relating to (b) the philosophy of science, e.g.: When setting up educational standards for science education, should one – or rather must one – draw on the academic disciplines (biology, chemistry, physics) or can one develop a separate structure of the discipline for science education? The latter approach is attempted by the present article. The article ends by giving a brief overview of four possible curricular forms of science education.

Keywords: Science as a school subject, integrated science education, scientific literacy, Curriculum vs. Bildung, structure of the discipline, characteristics of science curricula.

1 Die Herausforderung eines Schulfachs Science

Naturwissenschaftliche Kompetenzen sollen in der allgemein bildenden Schule gefördert werden. Bedarf es, um diese Förderung op-

timal zu entfalten, der drei klassischen Fächer Biologie, Chemie, Physik als separate Einzelfächer? Bedarf es dazu nicht auch der Astronomie, der Geologie oder der Mineralogie? Und wenn es Science Literacy geben soll, müsste dann nicht auch Science gelehrt

werden? Anders gewendet: Können naturwissenschaftliche Kompetenzen auch durch ein einziges Fach, das der englischen Wortbildung Science entsprechend „Naturwissenschaft“ heißen müsste, angemessen oder vielleicht gar besser gefördert werden?

Die Autoren und Autorinnen dieses Beitrags sehen zahlreiche gute Gründe dafür, Science als *ein* [Haupt-]Fach an den Allgemeinbildenden Schulen zumindest in der Sekundarstufe I an Stelle der getrennten Einzel-fächer zu unterrichten. Da die Autoren und Autorinnen aus verschiedenen europäischen Ländern stammen (Deutschland, Niederlande, Norwegen und Schweiz), liegen ihrer Haltung unterschiedliche Erfahrungen zu Grunde, die wiederum auf die sehr unterschiedlichen Traditionen in den Bildungssystemen ihrer Länder Schweiz, Deutschland, Norwegen und den Niederlanden zurückgehen. In Norwegen sind beispielsweise die Ideen einer Einheitsschule noch immer sehr lebendig, während in Deutschland über das noch weit verbreitete dreigliedrige Schulsystem diskutiert wird.

Für viele Kolleginnen und Kollegen aus Deutschland und entsprechend zahlreiche Naturwissenschaftdidaktikerinnen und -didaktiker an den Universitäten sieht die Sache daher anders aus als bspw. für norwegische Kolleginnen und Kollegen: Für viele Deutsche ist ein einziges, integriertes Fach Naturwissenschaft obsolet. Sie sehen ihr Selbstverständnis als Biologie-, Chemie- oder Physiklehrer durch ein einziges integriertes Fach Science in Frage gestellt. Manche fühlen sich auch in einem nicht mehr vertretbaren Maße gefordert, denn sie haben doch zum überwiegenden Teil eines, höchstens aber zwei dieser Fächer studiert und können sich dieses neue Fach nicht anders als aus biologischen, chemischen und physikalischen Versatzstücken in additiver Weise vorstellen. Wie soll man Inhalte lehren, die man selbst nie gelernt hat? In einer Untersuchung von Jürgensen (2005, S. 200), der Chemielehrerinnen und -lehrer nach ihrer Meinung über einen integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht befragt

hat, werden diese Bedenken artikuliert. Neben „mangelnder fachlicher Strukturierung der Lerninhalte“ wird die mangelnde Fachausbildung als Einwand genannt. In Norwegen dagegen ist es ganz selbstverständlich, dass das neue „Naturfach“ (norwegisch *naturfag*) sowohl theoretisch als auch praktisch als ein ganzheitliches Fach gehandhabt wird.

In diesem Beitrag möchten wir nun bildungstheoretische und wissenschaftstheoretische Legitimationen für ein Schulfach Science im Sinne eines integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts argumentativ herausarbeiten. Wir verwenden hier die englischen Begriffe mit Bedacht, denn wir werden auch eine Auseinandersetzung kontinental-europäischer Bildungsvorstellungen mit angelsächsischen Curriculumvorstellungen vornehmen (vgl. Hopmann & Riquarts, 1995).

Der rote Faden des Beitrags ergibt sich durch vier theseartig formulierte Teilbereiche, die die einzelnen fortlaufend nummerierten Kapitel bündeln:

These A:

Das Schulfach Science ist international eher anerkannt als es in Deutschland der Fall ist.

These B:

Das Schulfach Science kann bildungstheoretisch legitimiert werden.

These C:

Das Schulfach Science kann wissenschaftstheoretisch legitimiert werden.

These D:

Es lassen sich unterschiedliche curriculare Formen für ein Schulfach Science identifizieren.

adA: Wir werden im folgenden Kapitel 2 anhand der westdeutschen Vorgeschichte des integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts zunächst die Aufgabenstellung dieses Beitrags herausarbeiten, um dann in Kapitel 3 den Blick von Deutschland auszuweiten auf die Situation des Science-Unterrichts in vier anderen Europäischen Ländern.

ad B: Anschließend wenden wir uns der bildungstheoretischen Legitimationsaufgabe dieses Artikels zu: Ausgehend von der traditionellen deutschen Bildungsdiskussion (Kapitel 4 und 5) wird eine Anbindung an die Diskussion um die Bildungsstandards heute angestrebt (Kapitel 6). Hier gehen wir gesondert und detailliert auf die Expertise von Klieme et al. (2003) zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards ein.

ad C: In den Kapiteln 7 und 8 wenden wir uns dann wissenschaftstheoretischen Fragen zu, die sich auftun, wenn man eine Domäne konzipieren will; eine Domäne, die nicht von den universitären Disziplinen (Biologie, Chemie, Physik) ausgeht, sondern eine eigene Structure of the Discipline für das Schulfach Science hervorbringt, um dann im Kapitel 9 eine solche Structure of the Discipline für den Science-Unterricht inhaltlich zu begründen.

ad D: Wir runden den Beitrag schließlich im Kapitel 10 mit einem Ausblick auf mögliche curriculare Formen des Science-Unterrichts ab und fassen die gesamten bildungs- und wissenschaftstheoretischen Erörterungen zusammen.

These A:

Das Schulfach Science ist international eher anerkannt als das in Deutschland der Fall ist.

2 Die westdeutsche Vorgeschichte als Einleitung und die Aufgabenstellung dieses Beitrags

Bereits in den frühen 70er Jahren des letzten Jahrhunderts gab es in Deutschland eine von Gerda Freise angestoßene und vom IPN auf drei internationalen Symposien (Hecht, 1971; Frey & Häußler, 1973; Frey & Blänsdorf, 1974) verhandelte Diskussion um den integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht (Gräber, Nentwig & Nicolson (2002, 144) sowie Stäudel & Kremer (1999) wei-

sen darauf hin). Es wurden in der gesamten Bundesrepublik Deutschland verschiedene Diskussionsveranstaltungen abgehalten, beispielsweise eine fünftägige Tagung an der Reinhardswaldschule bei Kassel, für dessen Vorbereitungsreader Freise, Buck und Pukies (1971) eine erste theoretische Begründung des Integrierten Naturwissenschaftlichen Unterrichts auf der Sekundarstufe I verfasst hatten. Sie begründeten ihn dort

- „aus der Geschichte, der Interdependenz und der Verflechtung der einzelnen Fachwissenschaften,
- aus den Allgemeinen Lernzielen der Gesamtschule,
- aus motivationstheoretischen Gesichtspunkten“ (Freise et al., 1971).

Auch auf dem IPN-Symposium „Integriertes Curriculum Naturwissenschaft: Theoretische Grundlagen und Ansätze“ von 1973 wurden grundlegende theoretische Überlegungen angestellt, etwa durch Kambartel und Janich, die eine Integration der Naturwissenschaften aufgrund ihrer theorienbildenden Methoden untersuchten. Die Tagungsbände von damals (Frey & Häußler, 1973, Frey & Blänsdorf, 1974) sind auch heute noch interessant, aber sie liefern noch keine überzeugenden Theorieansätze.

Von 1993 bis 1997 wurde auf Antrag des Landes Schleswig-Holstein mit den Bundesländern Brandenburg und Rheinland-Pfalz am IPN der BLK-Modellversuch „Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung“ (PING) durchgeführt (PING-Projektgruppe, 1992; Bündler, Lauterbach, 1991). In verschiedenen Lehrerarbeitsgruppen der Länder wurden Unterrichtsmaterialien für den integrierten Science-Unterricht entwickelt, an zahlreichen Schulen erprobt und gründlich evaluiert, bis heute revidiert und weiterentwickelt (Reinhold & Bündler 2001). Mit dem PING-Konzept wurde der Anschluss an das Allgemeinbildungskonzept von Klafki (1993) gesucht, die nachfolgende Generation durch die Beschäftigung mit „epochaltypischen Strukturproblemen von

gesellschaftlicher Bedeutung [...] zu Selbsttätigkeit und Mitwirkung in der Gesellschaft zu befähigen“. Während Integration in Deutschland damals wie heute vor allem im Oberstufenunterricht als Abschluss einer sonst in der Sekundarstufe I gefächerten Unterrichtspraxis angesehen wird, z.B. in der Form von fächerübergreifenden Projekten, folgte PING dem Weg, wie er in vielen anderen Ländern der Welt beschritten wurde und noch immer beschritten wird: mit der integrierten naturwissenschaftlichen Sichtweise zu beginnen und diese dann zunehmend zu differenzieren (Bünder & Wimber 1998). Auf diese Weise soll bei den Lernenden u.a. die Einsicht in die Notwendigkeit einer Differenzierung wie auch die Einsicht in die Notwendigkeit einer Integration gefördert werden.

Heute werden weitere Gründe für ein Integrationsfach Science detailliert zusammengestellt (Labudde, 2003, 2004, 2006). Die Argumente seien hier stichwortartig angeführt: *Abholen der Lernenden im Sinne eines konstruktivistischen Ansatzes, Schlüsselprobleme der Menschheit, Berufs- bzw. Wissenschaftspropädeutik, Lernen in Projekten, überfachliche bzw. fächerübergreifende Kompetenzen, Informationsbeschaffung im ICT-Zeitalter, gendergerechter Unterricht*. Bennet, Lubben und Hogarth (2007) fassen in einem Übersichtsartikel siebzehn empirische Studien zu „context based and science-technology-society (STS) approaches to teaching science“ zusammen. Sie kommen zu dem Schluss, dass ein integrativer Ansatz die Einstellung der Jugendlichen zum naturwissenschaftlichen Unterricht verbessert und diesbezügliche Genderdifferenzen reduziert. Zudem erklären sie: „The understanding of scientific ideas developed [in context-based/STS approaches] is comparable to that of conventional approaches“ (Bennet et al., 2007, S. 347).

2003 bricht nun das so genannte „Outputzeitalter“ an: Eine gemeinsame Kommission des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und der Kultusministerkonferenz unter der Leitung von Eckhard Klieme

veröffentlicht eine viel beachtete Expertise „Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards“. Darin wird vorgeschlagen, Bildungsstandards für Domänen zu entwickeln (Klieme et al. 2003, S. 26), und es ist ausdrücklich darin offen gelassen, ob es sich bei den Domänen um die klassischen Fächer oder um Fächergruppen, also um integrierte Fächer wie Science handeln soll. Eine im Anschluss daran von der Kultusministerkonferenz eingesetzte Kommission hat Ende 2004 auch solche Bildungsstandards entwickelt (KMK 2004) – für die klassischen Einzelfächer. Eine Kommission für einen integrierten Ansatz oder für das Fach Naturwissenschaft wurde erst gar nicht berufen. Wir vermuten, dass auch hier Befangenheit bei den Kommissionsmitgliedern gegenüber Integrationsansätzen bestand. Es gab aber auch Gegenstimmen: Die Vertreter aus Baden-Württemberg, die an der Lehrplanentwicklung für die Bildungspläne 2004 ihres Landes mitgewirkt hatten und mit dem integrierten Hauptfach „Naturwissenschaftliches Arbeiten“ (NWA) konzeptionelle Erfahrungen mit integriertem naturwissenschaftlichem Unterricht hatten (vgl. auch Haas et al. 2006) plädierten für den integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht, sie befanden sich in der KMK-Kommission aber in der Minderheit.

Insgesamt ist festzustellen, dass es in deutschen Schulen den integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht durchaus gibt, wie z.B. die neueren Entwicklungen in Berlin und Brandenburg in der Klassenstufe 5 und 6, und dass es mindestens seit den 70er Jahren immer wieder große Anstrengungen gegeben hat, diesen theoretisch und praktisch weiter zu entwickeln, dass aber, anders als in vielen anderen Industrieländern, noch große Vorbehalte gegenüber Science als *einem* Schulfach vorherrschen.

Im Folgenden wollen wir den Blick aus Deutschland heraus weiten und betrachten – ohne den Anspruch zu erheben den internationalen Stand umfassend darlegen zu wollen – Aspekte des integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts in ausge-

wählten Ländern wie in den USA und der Schweiz (ähnliches gilt für Großbritannien, die Niederlande und Norwegen), um wieder an die deutsche – diesmal bildungspolitische – Diskussion anzuknüpfen.

3 Science – über Deutschland hinaus kein unbekanntes Schulfach

In Kanada und Australien, den USA und Großbritannien, in den Niederlanden, der Schweiz, Norwegen und in zahlreichen anderen Ländern gibt es seit Jahren, manchmal auch Jahrzehnten, ein Schulfach Science oder General Science nicht nur in der Grundschule, sondern auch in der Sekundarstufe oder auf College-Niveau. Der große US-amerikanische Lehrerverband NSTA (National Science Teachers Association) hat stark beachtete Ausbildungsrichtlinien für die Ausbildung von Science-Lehrkräften erarbeitet (National Research Council 1996), und die noch einflussreichere *American Association for the Advancement of Science* (AAAS) geht wie selbstverständlich in ihrem „Science for All Americans“-Projekt von einem einzigen Schulfach Science aus (Rutherford & Ahlgren 1986). Dieses „Project 2061“ ist auch heute noch Maß gebend in den USA und nicht unschuldig an der Science Literacy-Diskussion (vgl. etwa Gräber, Nentwig, Koballa & Evans, 2002) die in Deutschland nach den TIMSS- und PISA-Untersuchungen die Gemüter bewegt.

Nicht nur in den Vereinigten Staaten von Amerika hat der integrierte naturwissenschaftliche Unterricht Tradition. Auch die Schweiz verfolgt seit den 80er- bzw. in einzelnen Kantonen seit den 90er-Jahren einen integrativen Ansatz und setzt ihn konsequent durch (Labudde 2003). So wird seit Ende der 90er Jahre in den Kantonen der Zentralschweiz auf der Sekundarstufe I Naturlehre als integriertes Fach gelehrt und gelernt. Das Fach Naturlehre in der Zentralschweiz entspricht in weiten Teilen der Idee des Schulfach Science als integriertem naturwissenschaftlichem Unterricht. So for-

dert der Bildungsplan Naturlehre (Bildungsplanung Zentralschweiz 1997, S. 3): „Bisher werden die naturwissenschaftlichen Fächer Biologie, Chemie und Physik getrennt unterrichtet. Im vorliegenden Lehrplan Naturlehre werden zwischen diesen Fächern, dort wo es sinnvoll ist, keine Grenzen mehr gezogen. Integrierte Themenkreise wechseln mit fachspezifischen Themen. Dies erlaubt den Schülerinnen und Schülern Basiswissen und Fertigkeiten zu erwerben und sich mit Fragestellungen aus dem Alltag, der Umwelt und der Gesellschaft auseinanderzusetzen.“ Unter Integrierter Naturlehre wird in den Zentralschweizer Kantonen – aber auch in fast allen anderen Kantonen – weder eine vollständige Auflösung der Grenzen zwischen Physik, Chemie und Biologie verstanden, noch ihre additive Aneinanderreihung, sondern eine themenbezogene Sichtweise, die – wo nötig – fachspezifische Vertiefungen bietet.

Acht Jahre nach Einführung der integrierten Naturlehre wurden in einer (nicht repräsentativen) Umfrage 56 Lehrpersonen aus der Zentralschweiz befragt (Zeyer 2005): 95 % der Befragten erachteten das Konzept der Integrierten Naturlehre als nützlich bis sehr nützlich; nicht eine der befragten Lehrpersonen möchte wieder zurück zum alten System mit den drei getrennten Fächern. Als Gründe wurden angegeben: die Chance zum vernetzten Denken und Handeln, das Wahrnehmen von Zusammenhängen und die ganzheitliche Betrachtungsweise der Welt.

Die zur Selbstverständlichkeit gewordene tägliche Umsetzung des Integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts in Schweizer Schulen und seine hohe Akzeptanz bei Lehrpersonen, Lernenden und Eltern brachten bzw. bringen es mit sich, dass auch die Ausbildungskonzepte für Lehrpersonen entsprechend verändert wurden (Heitzmann, 1999; Labudde, 2004) und – anders als in Deutschland – Bildungsstandards für Naturwissenschaften und nicht je für die drei Einzelfächer Biologie, Chemie und Physik entwickelt werden (Labudde, 2007a, 2007b, 2007c).

Da wir in diesem Beitrag anstreben, das integrierte Schulfach *Science* zu legitimieren, erscheint es uns sinnvoll, die Situation des Landes noch einmal aufzugreifen, in dem ein solches Fach lange Zeit ein Mauerblümchendasein gefristet hat: in Deutschland. Diesmal wollen wir aber auf die bildungspolitischen Ungereimtheiten in diesem Land eingehen, ein Beispiel: Die eine (neue) CDU/FDP Landes-Regierung (Nordrhein-Westfalen) will 2005 abschaffen, was eine andere CDU/FDP-Regierung (Baden-Württemberg) 2004 eingeführt hat. So heißt es in der Koalitionsvereinbarung für NRW vom 16. Juni 2005, „Wir werden vor Inkrafttreten des neuen Schulgesetzes als Sofortmaßnahmen auf dem Verordnungsweg alle Möglichkeiten nutzen, um darin angelegte, bildungspolitisch falsche Weichenstellungen zu stoppen. Wir werden die Einführung von integrativen Unterrichtsfächern (Naturwissenschaften, Gesellschaftswissenschaften) als Ersatz für den spezifischen Fachunterricht ebenso zurücknehmen wie die Abschaffung der Halbjahreszeugnisse in Klasse 3“ (Quelle: http://www.wirtschaft.nrw.de/500/5_Koalitionsvereinbarung.pdf; vgl. demgegenüber die Baden-Württembergischen Bildungspläne unter www.bildung-staerkt-menschen.de/unterstuetzung/schularten/Rs; beide Internetseiten zuletzt eingesehen am 01.08.2008). Was also als „bildungspolitisch falsche Weichenstellung“ in Nordrhein-Westfalen angesehen wird, was von Einzelfachverbänden und Einzelpersonen in Deutschland als verfehlt angesehen und bekämpft wird, hat in anderen Bundesländern und anderen Industriestaaten den Status des Selbstverständlichen und Unbestrittenen. Was könnte der Grund dafür sein, dass eine – aus unserer Sicht vernünftige – im Ausland weit verbreitete bildungsplanerische Entscheidung sogar zum Streitfall in der deutschen Politik wird? Wir fürchten, dass die Einwände gegen ein Fach Naturwissenschaft (und andere Integrationen) häufig schlicht auf Vorurteilen basieren. Dem möchten wir in diesem Beitrag – in durchaus kritischer Haltung dem integrierten Unterricht ge-

genüber – dadurch abhelfen, dass wir das Schulfach Science auf seine bildungs- wie wissenschaftstheoretische und curriculare Legitimation hin untersuchen. Dabei werden zunächst durch die These B bildungstheoretische Aspekte und anschließend durch die These C wissenschaftstheoretische Aspekte gebündelt und in durchlaufend nummerierten Kapiteln diskutiert. Curriculare Betrachtungen schließen den Artikel ab.

These B: Das Schulfach Science kann bildungstheoretisch legitimiert werden.

4 Das Schulfach Science intendiert Bildung durch Kultur als kulturelle Teilhabe

Peter Buck hat 1995 mit einem kleinen Beitrag mit dem provokativen Titel „Über die allmähliche Überwindung des Irrtums, es ginge im Chemieunterricht um Naturerkenntnis“ zahlreiche Fachdidaktiker aufgeschreckt. Er wurde häufig und meist mit Distanz zitiert. Dabei ist ihm in der Sache kaum zu widersprechen. Natur und Kultur lassen sich folgendermaßen unterscheiden: Natur als solche bedeutet Abwesenheit, gerade so sehr wie Kultur Anwesenheit menschlicher Aktivität bedeutet. Diese Unterscheidung dürfte wohl mit dem Alltagsverständnis von Natur und Kultur übereinstimmen und macht deutlich, dass keine Wissenschaft ohne das Zutun von (gebildeten) Menschen entsteht; Wissenschaft ist damit durch und durch ein Kulturprodukt. Unverzichtbar sind in jeder Wissenschaft die (sprachlichen wie die prozeduralen) Konventionen (Nomenklaturen, IUPAC-Regeln usw.) und die gemeinsam gehandhabten Deutungsmuster (Basiskonzepte). Sie geben der Wissenschaft ihre spezifische (zeitgenössische) Gestalt. Buck hatte betont, dass es in der Schule vor allem um diese Dinge ginge, also um Konventionen und konventionelle Deutungsmuster, nicht um eigenständige Naturerkenntnis.

Natürlich ist vereinzelt auch über Unterricht berichtet worden, in dem Schülerinnen und Schüler sehr tragfähige Sichtweisen selbst entwickeln konnten. Genseberger etwa hat dies mit sehr guten Erfolg praktiziert (z.B. Genseberger 1986, 1987). Dennoch, im weitläufig von Konventionen und konventionellen Denkmustern aus gesehenen Unterricht, erscheinen eigenständige Sichtweisen der Schülerinnen und Schüler auf die Dinge oft überaus fragwürdig und daher wurden sie häufig als Fehlvorstellungen disqualifiziert. Dagegen wurde vorgebracht, dass die Forschung in den einzelnen Wissenschaften Naturerkenntnis zu Tage fördern würde, und diese sei es, die an die Schülerinnen und Schüler weitergegeben werden müsse (etwa bei Becker, Glöckner, Hoffman & Jüngel, 1992, S. 261). Dieses Zu-Tage-Fördern von Wissen, ebenso wie das Weitergeben, wird dabei oft durchaus analog zur Kohleförderung aus dem Bergwerk angesehen: Coulomb etwa förderte das „Coulombsche Gesetz“ aus der Natur zu Tage, seitdem kann es als „Faktum“ an die Schülerinnen und Schüler weitergegeben werden. Und Coulomb förderte eine physikalische, Mendelejew eine chemische und Darwin eine biologische Tatsache zu Tage, aus vorhandenen Lagerstätten, die Physik, Chemie und Biologie heißen und die immer so heißen werden. Weder die Autorinnen und Autoren dieses Beitrags, noch zahlreiche andere Kollegen argumentieren mit diesem Tenor und es gibt zahlreiche Autoren, die expressis verbis gegen das hier karikierte naturalistische Missverständnis angeschrieben haben, etwa Bierbaum, Euler & Wolf (2007), Janich (1973, 1992, 1996, 2005), Janich & Weingarten (1999), Postman (1997), Duit & von Rhöneck (1996) Höttecke (2001), Wellensieck (2002) und viele andere. Dennoch ist uns die geschilderte naturalistische Grundhaltung immer wieder begegnet. Indessen wird man sicher anerkennen, dass die in der Biologie untersuchte Natur eine andere sei als die in der Chemie oder Physik untersuchte. Im einen Fall ist die Natur die Welt des Lebendigen, im anderen die Welt

der Stoffe und im dritten Fall – der Welt der Physiker und Physikerinnen – interessiert weder die eine genannte noch die andere genannte Welt. Indem nun aber im Fach Science nur noch von der einen Wissenschaft der Natur die Rede sein kann, wird nicht nur plötzlich deutlich, dass Natur selbst wieder nur ein Konstrukt des Menschen sein kann, nämlich das Konstrukt des Biologen, das ein anderes Konstrukt ist als das des Chemikers und wieder ein anderes als das des Physikers (Näheres siehe Janich 1996), also eine „Kulturleistung“ ist (Janich 1992). Zugleich wird aber auch deutlich, dass in der Biologie, der Chemie oder der Physik als Einzelschulfächer gar keine *Naturwissenschaft* gelehrt wird, sondern eine Biologiewissenschaft, eine Chemiewissenschaft oder eine Physikwissenschaft, denn die hier gemeinte Natur kennt die Aufspaltung nicht in hier Natur der Lebewesen, da Natur der Stoffe und dort Natur der mathematisch fassbaren Gesetzmäßigkeiten.

Auch in der Erziehungswissenschaft ist die notwendige Dichotomie von Natur und Kultur nicht immer deutlich erkannt worden. Theodor Litt (1959) hat sich wie kaum ein Erziehungswissenschaftler intensiv mit dem Verhältnis von Bildung und Naturwissenschaften beschäftigt. Naturwissenschaft (und auch Technik) gehören nach der Ansicht des *frühen* Litts nicht eigentlich zur Kultur; sie sind zwar Leistungen der Kulturentwicklung der Menschheit, sie sind aber nicht notwendig einer subjektbezogenen Bildungsbiographie zuzurechnen.

Erst nach den Erfahrungen im Dritten Reich und nach dem Versagen einer sich durch Bildung ausgezeichneten Kultur änderte Litt seine Meinung. Er gab die Verabsolutierung der Trennung in naturwissenschaftlichen Objektivismus und geisteswissenschaftlichen Subjektivismus auf und erkennt beide als zwei Pole der Naturerfahrung des Menschen an. Litt spricht von der Dualität zweier Naturbegriffe bzw. zweier Verhaltensweisen des Menschen zur Natur und erkennt darin eine Antinomie von Bildung. Die Natur begegnet dem Menschen in zwei gleichwer-

tigen Konstellationen, in der Erkenntniskonstellatation und in der Erlebniskonstellatation. In der Erkenntniskonstellatation wird die Natur zum Objektiven, zum Abstrakten, man entledigt sich aller theoretischer Vorannahmen. Die Natur wird in dieser Konstellatation zur Sache, die zu einem Mittel innerhalb vorweg gewählter Zwecke wird. In der Erlebniskonstellatation wird Naturerfahrung zur Sinnerfahrung. Der Mensch erfährt die Natur in einer Du-Beziehung und erlebt sie als ausdrucksvolles Antlitz der Mitwelt.

Die beiden Konstellationen sind nach Litt relevant für den Prozess der Bildung, aber in deutlich unterschiedlicher Blickrichtung. Während die Erfahrungskonstellatation maßgeblich ist für eine Bildung an Natur, so ist die Erkenntniskonstellatation unverzichtbar für eine Bildung durch Naturwissenschaft. Der Bildungsbegriff bei Litt geht von einer dialektischen Verschränkung beider Pole aus: „Als Bildung dürfen wir jene Verfassung des Menschen bezeichnen, die ihn in den Stand setzt, sowohl sich selbst als auch seine Beziehung zur Welt in Ordnung zu bringen“ (Litt 1959, S. 11). Das heißt, beide Pole haben ihre Berechtigung, dürfen aber nicht als absolut gesetzt werden. Die eine Position darf nicht auf Kosten der anderen dominieren. Weder der „Imperialismus der naturwissenschaftlichen Methode“, noch eine falsche Innerlichkeit solle überhand nehmen (Litt 1959, S. 11).

Die bei Litt dargestellte Polarisierung – Bildung *an Natur* auf der einen Seite und Bildung *durch Naturwissenschaft* auf der anderen Seite – lässt sich modifizieren: Bildung durch Naturwissenschaft stellt sich heute als Sub-Kategorie eines übergeordneten Anspruchs, nämlich Bildung durch Kultur dar. Aus dieser Position heraus ergibt sich – unter Berücksichtigung der Bedeutung der Naturwissenschaft in einer technologisch orientierten Gesellschaft das Folgende: Bildung durch Naturwissenschaft als eigenständige Domäne (die aber letztlich nicht vollständig von ihren Disziplinen entkoppelt ist) dient in der modernen, von der Technik im Lebensvollzug und der Na-

turwissenschaft in ihrem rationalen Denkgang geprägten Gesellschaft der aktiven gesellschaftlichen Teilhabe.

Damit ist auch der Schritt von der *Bildungsdebatte* zur *Allgemeinbildungsdebatte* vollzogen, der Schritt von der kulturellen zur gesellschaftlichen Teilhabe, wir rekurrieren hier auf die Allgemeinbildungskonzeption von Heymann (1996). Unter dem Bildungsziel Förderung gesellschaftlicher Teilhabe verstehen wir den ethischen, den politischen und den epistemologischen Anspruch des integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts.

5 Das Schulfach Science intendiert Allgemeinbildung als gesellschaftliche Teilhabe

Heymann (1996, 46) grenzt Bildung und Allgemeinbildung von einander ab: Bildung setze ein Menschenbild und ein Bildungs- und Persönlichkeitsideal voraus; Pädagogik versuche damit ein anthropologisches Grundproblem zu lösen. Allgemeinbildung dagegen sei offen für eine Vielzahl von Bildungs- und Persönlichkeitsidealen und lediglich einem Minimalkonsens verpflichtet. Während Bildung ein anthropologisches und philosophisches Problem innerhalb der Kultur bearbeite, bearbeite Allgemeinbildung ein politisches und gesellschaftliches Problem. Heymann (1996) hat das Schulfach Mathematik an sieben Allgemeinbildungskriterien geprüft und dabei herausgearbeitet, dass für einen allgemein bildenden Mathematikunterricht fünf Akzentsetzungen nötig wären.

Die allgemein angenommene Nähe des naturwissenschaftlichen Unterrichts zum Mathematikunterricht legt für unseren Zweck nun nahe, in ähnlicher Weise wie Heymann zu prüfen, ob man mittels dieser Akzentsetzungen einen möglicherweise gegebenen „Mehrwert“ des Science-Unterrichts gegenüber dem disziplinär gefächerten naturwissenschaftlichen Unterricht ermitteln könne:

Tab. 1: Nutzung der Ergebnisse der Studie „Allgemeinbildung und Mathematik“ (Heymann 1996) zur Beurteilung möglicher Vorteile eines integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts

Heymanns „Akzentsetzung“ (vgl. Heymann 1996, 278-279)	Integrierter Science-Unterricht günstiger?	Umsetzung durch integrierten Science-Unterricht erleichtert?
<p><i>Stichwort Lebensvorbereitung:</i> Unmittelbar lebensnützliche Alltagsaktivitäten werden zu Unterrichtsthemen.</p>	<p>Nein, vgl. z. B. die Im-Kontext-Projekte des IPN oder die Unterrichtsentwicklung in den Arbeitskreisen von Eilks und Schecker (z. B. Marks et al. 2006)</p>	<p>Ja, weil weniger Ausschlusskriterien die Schüleraktivitäten einengen</p>
<p><i>Stichwort Stiftung kultureller Kohärenz:</i> Zentrale Ideen werden einzelstoff-übergreifend zu „roten Fäden“ und explizit thematisiert.</p>	<p>Nein, vgl. z.B. Wagenscheins Physikunterricht (1971), vgl. die Basiskonzepte in den Bildungsstandards der KMK (2004)</p>	<p>Ja, weil solche „zentralen Ideen“ nun explizit zum <i>Ausgangspunkt</i> genommen werden können, wenn Science-Unterricht auch Unterricht über die Natur der Naturwissenschaften ist (epistemologischer Anspruch)</p>
<p><i>Stichwort Weltorientierung:</i> Reflektiver Umgang mit Schlüsselproblemen</p>	<p>Nein, schon bisher sind Rollenspiele o.ä. über Düngemittel o.ä. entwickelt worden (etwa Seilnacht 1995)</p>	<p>Ja, weil dafür ausdrücklich Raum geschaffen wurde (Freise 1994) (politischer Anspruch).</p>
<p><i>Stichwort: Anleitung zum Verstehen, Denken und kritischen Vernunftgebrauch:</i> Heymann (1996, 279): Widerständiges, das bewältigt, als Noch-nicht-Vorhandenes, das noch konstruiert werden muss</p>	<p>Nein, vgl. z.B. Wagenscheins Physikunterricht (1971)</p>	<p>Ja, sofern expressis verbis vorgesehen (vgl. Genseberger 1986, 1987).</p>
<p><i>Stichworte Verantwortungsbereitschaft, Verständigung zur Kooperation, Stärkung des Schüler-Ichs:</i> Unterrichtskultur entwickeln, die mehr Raum für subjektive Sichtweisen lässt</p>	<p>Nein, aber galt im herkömmlichen gefächerten Unterricht traditionell eher als nicht zum naturwissenschaftlichen Unterricht passend (vgl. Freise 1994)</p>	<p>Ja, sofern expressis verbis vorgesehen (ethischer Anspruch)</p>

Es kommt also auf curriculare Setzungen und auf die Gestaltung des Unterrichts an, ob Science-Unterricht im Sinne eines Allgemeinbildungsanspruchs vorteilhaft ist. Die Vision von Bildungsprozessen, die durch einen integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht angeregt werden sollen, also die moderne bildungstheoretische Philosophie des Schulfachs Science, war seit jeher eine ethische bzw. eine politisch kritische bzw. eine epistemologische von Freise (1994) über PING (1992) bis hin zum in der Klieme-Expertise erwähnten „Common Framework of Science Outcomes“ (Klieme et al., 2003, S. 157-166).

Diese gemeinsam von der Kultusministerkonferenz und dem Bundesbildungsministerium in Auftrag gegebene so genannte Klieme-Expertise formuliert bei der Beschreibung ihres Auftrags und ihres gesetzten Ziels Folgendes: „Wenn es gelingt, Standards so zu gestalten, dass sich in ihnen eine Vision von Bildungsprozessen abzeichnet, eine moderne ‚Philosophie‘ der Schulfächer, eine Entwicklungsperspektive für die Fähigkeiten von Schülern, dann können Standards selbst zum Motor der pädagogischen Entwicklung unserer Schulen werden“ (Klieme et al., 2003, S. 15).

Eine Vision von Bildungsprozessen, eine Entwicklungsperspektive für die Fähigkeiten von Schülerinnen und Schülern und eine moderne Philosophie der Schulfächer – das ist auch unsere Perspektive.

6 Bildungsstandards heute – eine Begründung für Science als allgemein bildendes Schulfach?

Die Autoren der Expertise zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards (Klieme et al., 2003), die in Deutschland die Forschungsaktivitäten zur Entwicklung von Kompetenzmodellen hauptsächlich in Gang gesetzt haben, sind der Meinung, mit dem Bezug der Bildungsstandards auf allgemeine Bildungsziele sei eine ausreichend tiefgehende bildungstheoretische Fundie-

rung gegeben. Sie argumentieren damit, dass ihre Art Bildungsziele zu setzen den gewachsenen gesellschaftlichen Strukturen entspricht. Damit geben sie zugleich auch normativ vor, dass Bildungsziele domänenspezifisch und eben nicht allgemein seien. Sie zementieren eine bestimmte Sichtweise von Bildung und Gesellschaft und bagatellisieren dabei auch ein gängiges, umfassendes Konzept, denn sie schreiben: „Der hier verwendete Begriff von ‚Kompetenzen‘ ist daher ausdrücklich abzugrenzen von den aus der Berufspädagogik stammenden und in der Öffentlichkeit viel gebrauchten Konzepten der Sach-, Methoden-, Sozial- und Personalkompetenz. Kompetenzen werden hier verstanden als Leistungsdispositionen in bestimmten Fächern oder ‚Domänen‘“ (Klieme et al. 2003, S. 22).

Es sind die allgemein bildenden Schulen Baden Württembergs (die Gymnasien, die Realschulen und die Grund- und Hauptschulen, Schulen übrigens, die allesamt INU-Fächerverbünde vorsehen: „Materie-Natur-Technik“ (MNT) für die Hauptschulen, „Naturwissenschaftliches Arbeiten“ (NWA) für die Realschulen und „Naturphänomene“ für die Allgemeinbildenden Gymnasien), für die Hartmut von Hentig die Einführung geschrieben hat. Dort heißt es: „Der Bildungsplan 2004 [...] benennt die Kompetenzen, über deren Bezeichnung sich Einigkeit abzeichnet: personale Kompetenz, Sozialkompetenz, Methodenkompetenz, Fach- (oder Sach-) Kompetenz“ (Hentig 2004, S. 12).

Die Diskussion, die hier geführt wird, ist nicht neu. Bereits Theodor Wilhelm (1985) hat mit seinem Aufsatz „Die Allgemeinbildung ist tot – es lebe die Allgemeinbildung!“ die Auffassung vertreten, Allgemeinbildung könne in Anlehnung an die bestehende Wissenschaftssystematik begründet werden. Diese Art Bildungsziele zu begründen, um dann daraus Bildungsgelände abzuleiten, wurde damals heftig kritisiert (vgl. dazu von Hentig, 1985, 151-167). Ohne auf solche bereits damals vortragenen Widersprüche zu achten, wird

nun in der Expertise zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards erneut ein Kompetenzbegriff definiert, der domänenspezifisch ein *Leistungsparadigma* stützt (Klieme et al. 2003, 22). Wir halten dies nicht für ausreichend.

Ein tragfähiges zukunftsweisendes Bildungsverständnis liegt der Expertise unseres Erachtens zwar in Ansätzen zu Grunde. Aber sich auf die eigene Bildungstradition zu besinnen und damit das Literacy-Konzept bildungsthe-

oretisch aufzuarbeiten, hieße, die entsprechenden bildungstheoretischen Konzepte zu reflektieren, beispielsweise die Möglichkeiten der Sinnerfahrung einer „Bildung durch Natur“ (vgl. Litt, 1959 und Kutschmann, 1999) bzw. die in dieser Traditionslinie stehenden „Formen des Naturwissens“ bei Messner, Rumpf & Buck (1997), die von Buck & Müller [Rehm] (2002) durch folgende Graphik an die Verhältnisse des Unterrichtsfachs Naturwissenschaft angepasst wurden:

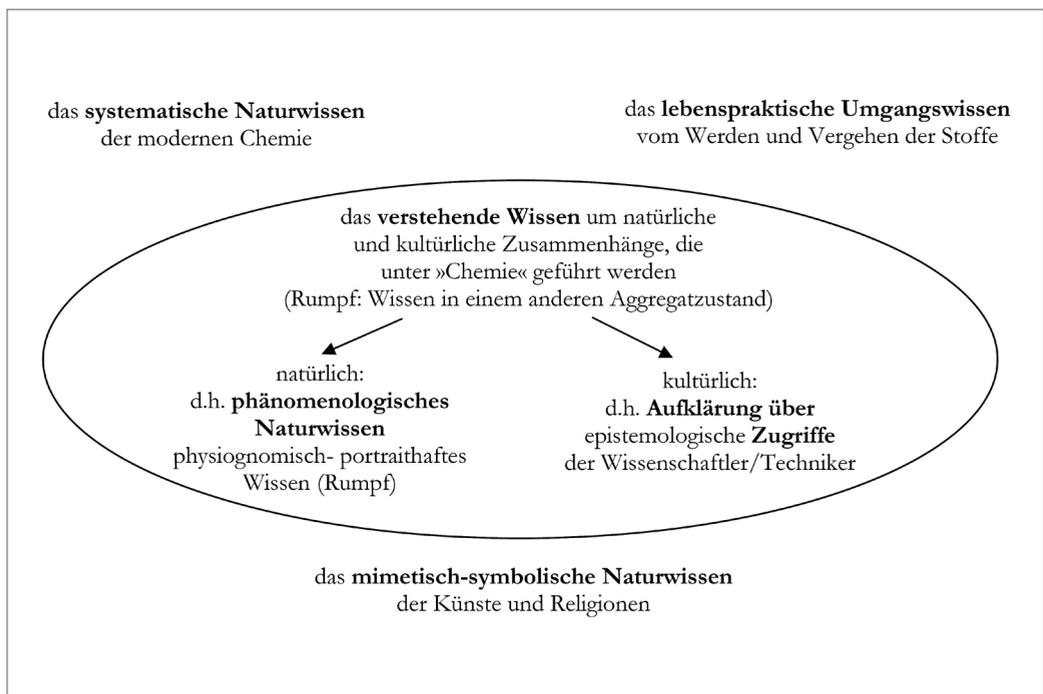


Abb. 1: Fünf Wissensarten (aus Buck & Müller [Rehm] 2002, 24)

Zu Zeiten Theodor Litts stand der Bildungsbegriff in einer erkennbar deutschen Tradition im Mittelpunkt des Nachdenkens über Naturwissenschaft und Bildung (Kutschmann 1999).

Wir hatten oben schon gesehen, dass für Litt zwei Konstellationen für den Prozess der Bildung relevant waren: die Erfahrungskonstellation einer Bildung an Natur

und die Erkenntniskonstellation: Bildung *durch Naturwissenschaft*.

Auch die Sinndimensionen einer *Bildung für Alle*, die Wolfgang Klafki in jüngster Zeit (z.B. Klafki 2003, 2005) ausgearbeitet hat, können zur Erweiterung für die Zwecke einer Begründung von Science als Schulfach herangezogen werden. Klafki hat wiederholt darauf hingewiesen, dass mit den

Bildungsstandards nur eine der sechs Sinn-dimensionen¹ seines Allgemeinbildungskonzepts erfasst würde und zwar die erste, die pragmatische, die sehr wichtig ist, aber eben nur ein *Teil* eines umfassenden Bildungsansatzes darstellt. Klafkis Sinn-dimensionen könnten Ordnungsgesichtspunkte werden, nach denen ein Fach Science auf seinen Beitrag zur Allgemeinbildung hin analysiert werden könnte.

Was ergibt sich daraus für die bildungstheoretische Begründung des einen Unterrichtsfachs Science? Auch die Summe der klassischen naturwissenschaftlichen Einzelfächer genügt nicht den Ansprüchen moderner Bildungstheorien (etwa: Hentig, 2004; Messner, Rumpf & Buck, 1997; Klafki 1993, 2003, 2005). In jedem Fall greifen sie zu kurz. In jedem Fall bleiben solche Einzelfächer freischwebend, wenn sie sich an der Struktur der Disziplin orientieren, und thematisch eingeeengt, wenn sie sich an Kontexte, an Alltagsfragen halten. Die Einzelfächer haben auch keinen Selbstzweck, nicht einmal in der viel beschworenen Wissensgesellschaft. Und noch etwas geht aus diesem Abschnitt hervor: Naturwissenschaftliche Bildung, die lediglich Leistungsdispositionen in bestimmten Fächern oder Domänen kennt (die oberen beiden Wissensarten in der Abb. 1), dürfte ungenügend sein, um den modernen Anforderungen an eine Allgemeinbildung zu genügen.

These C: Das Schulfach Science kann wissenschaftstheoretisch legitimiert werden.

7 Das Schulfach Science und die Domäne Science

Die Fächer hätten keinen Selbstzweck, könnte gegen unsere oben geführte Argumentation eingewendet werden. Vielmehr müsse doch jede einzelne Wissenschaft als ein Sammelbehälter dafür angesehen werden, was sich an systematisch erworbenem Wissen in ihrer Domäne angesammelt habe – Wissen das erworben wurde von Forschern, die dafür eigens von der Gesellschaft einen Auftrag erhalten haben (und häufig auch einen universitären Lehrstuhl). Ja, es gelte dieses Wissen auch gesellschaftlich zu nutzen und zu tradieren. Als Argument gegen das eine Fach Naturwissenschaft wird dann ins Feld geführt, es gäbe ja gar keine Forschungsdomäne, die sich auf Natur allgemein richte, daher ergäbe auch [General] Science ([Allgemeine] Naturwissenschaft) keinen Sinn. Ebenso wenig freilich gäbe es dann aber auch eine Allgemeine Chemie, eine General Biology oder eine Allgemeine Physik, weil es hierzu ebenfalls keine Forschungsdomänen gibt. Selbst an einem Institut für Allgemeine Physik (etwa: Universität Wien), sind die Lehrstühle jeweils für ein Spezialgebiet (etwa: Nanotechnik) definiert. Die Lehrbücher aber, die Universitätsstudierende in ihren ersten Semestern für ihr Chemie-, Biologie- und Physikstudium lernen müssen, berichten nicht von speziellen

¹ Klafki unterscheidet sieben solcher Sinn-dimensionen: (1) die pragmatische Sinn-dimension, sie bezieht sich auf das praktische Alltagsleben der heutigen Welt, (2) die Dimension, in der Verstehen, Handlungsbereitschaft und Handlungsfähigkeit angesichts der Schlüsselprobleme anzubahnen ist, (3) die ästhetische Sinn-dimension, in der Wahrnehmungs- und Gestaltungsfähigkeit im weitesten Sinn anzuregen und zu fördern ist, (4) die Dimension des Verstehens übergreifender Menschheitsthemen im Sinne der Berg- & Schulze'schen Lehrkustdidaktik, (5) die ethische Sinn-dimension, (6) die Sinn-dimension, die der Bewegungsfähigkeit, der Gymnastik im weitesten Sinn, dem Spiel und dem Sport zu Grunde liegt und schließlich (7) die religiöse Sinn-dimension. Vier dieser sieben Sinn-dimensionen hat Klafki bereits in seinem Beitrag „Allgemeinbildung heute – Sinn-dimensionen einer gegenwarts- und zukunftsorientierten Bildungskonzeption“ (2003) zur Diskussion gestellt. Die in dieser Fußnote aufgeführten sieben Dimensionen zitieren wir aus dem Vortrag von Wolfgang Klafki am 1. Juni 2005 anlässlich der 12. Wagenscheintagung an der „Pädagogischen Hochschule beider Basel“, Liestal, Schweiz.

(Einzel-)Forschungsergebnissen, sondern wollen eine Theorie der Domäne vermitteln, eine ganz bestimmte, meist die geläufige, kunstvoll ausgedachte Sicht der Dinge in der spezifischen Domäne, und dabei das vereinbarte Vokabular veranlassen. Keine moderne Universitätsausbildung in einer der genannten Wissenschaften verzichtet auf die Allgemeine Physik, Allgemeine Chemie, Allgemeine Biologie und erkennt damit zugleich an, dass es eben Gemeinsames gibt, was jenseits der Einzel[natur] Erkenntnis liegt.

Die Struktur und Durchschlagskraft des Arguments, es gäbe doch kein (etabliertes) Forschungsgebiet der Allgemeinen Naturwissenschaft, zerschlägt demnach auch ihre Komponenten, die Domänen Physik, Biologie und Chemie – obwohl wir niemanden kennen, der in Frage stellt, dass es diese spezifischen Domänen gibt. Entsprechend ist auch unbestritten, dass es Lehrwerke und Lernveranstaltungen für diese Domänen gibt. Entsprechend können wir uns auch nicht vorstellen, dass die Existenz *einer* Domäne der Naturwissenschaft konsequent in Abrede gestellt wird, wenn gleichzeitig von naturwissenschaftlicher Bildung, von Naturwissenschaften (diesmal im Plural) usw. gesprochen wird. Was aber noch aussteht, ist die Beschreibung der *Struktur* dieser einen Domäne Naturwissenschaft. Im folgenden Kapitel 8 wird daher ein erster Merkmalskatalog für die Domäne Science skizziert, um in Kapitel 9 ausführlich auf die Structure of the Discipline für das Schulfach Science einzugehen.

8 Die Einzelfächer und das eine Integrierte Fach – das Verhältnis von den Teilen zum Ganzen

Nachdem bisher eher der Mehrwert eines integrierten Schulfachs Science im Vordergrund stand, geht es im Folgenden um eventuelle Verluste bei einer Integration der Fächer. Eine sehr wesentliche Frage,

die immer wieder gestellt wird, lautet: Geht bei der Integration Wesentliches der Einzelfächer verloren? Wir versuchen diese Frage zu beantworten, indem wir zunächst nach dem Spezifikum der Einzelwissenschaften fragen und dann schauen, wie viel Gemeinsames sich daraus ergibt. Wir prüfen, was als das Einzigartige der Einzelfächer in maßgeblichen wissenschaftstheoretischen Büchern, die aus den Disziplinen heraus entstanden sind, ins Feld geführt wird, um dann zu sehen, wo Überlappungen und Inklusionen vorliegen und ggf. auch Verluste entstehen.

Ernst Mayr, Zoologe und Philosoph an der Harvard Universität, antwortet auf die Frage: „What makes *Biology* unique?“ mit der folgenden Aufzählung (Mayr 2004):

1. the complexity of living systems
2. the historical narrative of evolutionary biology
3. chance instead of determinism
4. holistic thinking
5. the limitation to the mesocosmos
6. it is the base of understanding humans

Die Punkte 1. und 5. fassen wir zur Begriffsbestimmung der Domäne Biologie zusammen: Sie ist die Wissenschaft des Lebendigen; das ist geradezu ihre Definition. Der Punkt 2. gehört einerseits zu dieser Domäne, weist aber im Allgemeinen auf Prozesse hin. Die Punkte 3. und 4. scheinen auf etwas jenseits der Biologie hinzudeuten, auf *Ganzheit* und *Gesetz*. Punkt 6. erinnert daran: Wir lernenden, denkenden, verstehenden Menschen gehören als Lebewesen selbst zum Gegenstandsbereich der Domäne Biologie. Wir möchten diesen Punkt die *Involviertheit des Menschen* nennen. Alle diese Gesichtspunkte werden später in einer aus-

gewogenen Science-Didaktik ausreichend berücksichtigt werden müssen.

Die „Autonomie der *Chemie*“ ergibt sich für den Philosophen Peter Janich (1998) in seinen Beiträgen zu einem Symposium über die Frage nach der Einzigartigkeit der Chemie aus ...

1. ... ihrem spezifischen Zugriffsmodus,
2. ... ihrer Fachsprache und damit einhergehend der spezifisch chemischen Bedeutung von Schlüsselbegriffen wie „Elektron“ oder „Atom“,
3. ... ihrer spezifischen Theoriebildung,
4. ... der Konstitution ihres Gegenstandes,
5. ... ihrer eigenständigen Geschichte,
6. ... der einzigartigen Bedeutung dieser Grundlagendisziplin für die Industrie.

Wir halten fest: Die Punkte 1. bis 5. entsprechen einer allgemeinen Charakteristik der Domäne Chemie. Punkt 1. hebt freilich einen neuen allgemeinen Gesichtspunkt hervor: Jede Einzelwissenschaft geht auch auf spezifische Weise an ihre Aufgabe heran. Zugriffsmodus ist also eine neue Kategorie, die in einer ausgewogenen Science-Didaktik zum Zuge kommen müsste, soll bei der Integration nicht wirklich ein Verlust auftreten. Den Punkt 6. indessen sehen wir als Einzel-Spezifikum der Chemie an.

Schließlich die Physik. Wir holen uns Auskunft bei Carl Friedrich von Weizsäcker, Physiker und Philosoph. In seinem Buch „Der begriffliche Aufbau der Physik“ (2004) lesen wir zur Frage „Was macht die *Physik* einzigartig?“ folgende kurze und bündige Antwort hinein: „ihre *Allgemeinheit*“ (v. Weizsäcker 2004, S. 144). Physik handelt von allgemeinen Naturgesetzen die immer und überall gelten. Die Betrachtung des real existierenden Wissenschaftsbetriebs legt aber nahe: So weit reicht die Physik nun doch nicht. Eine Beschränkung der Physik auf die anorganische Welt, wie gelegentlich zu lesen ist, scheint wenig adäquat. Im Simple-English-Wikipedia-Eintrag wird die Physik zur Summe von Einzelgebieten, wenn

man die genannten Fachbegriffe „motion, energy, matter, electricity, magnetism, light, space and time“ als die Physikgebiete Kinematik, Thermodynamik, Festkörperphysik, Elektrizitätslehre usw. deutet. Man kann es auch so sagen: Physik beansprucht Allgemeingültigkeit, die auch in andere Wissenschaften hineinragt (auch die Chemie tut das) – darauf hat von Weizsäcker hingewiesen – aber durch eine solche Bemerkung ist weder ihre Domäne noch ihr Spezifikum bestimmt. Am Ende sind Anschauungen wie die in der Simple-English-Version von Wikipedia vorgebrachte für unsere Zwecke möglicherweise die brauchbarsten. Dadurch erhält unsere Betrachtung aber eine unerwartete Wendung: Abgesehen einmal vom Magnetismus ragen die dort genannten physikalischen Einzelgebiete so intensiv in die anderen Wissenschaften Biologie oder Chemie hinein, dass beim Versuch, das Spezifische der Physik zu fassen, eine Integration der Physik in die anderen Wissenschaften geradezu naheliegend wird.

Pierre Laszlo geht bei der Suche nach dem Spezifikum der einzelnen Naturwissenschaften den folgenden Weg: Er sucht nach Kategorien, in denen sich die Wissenschaften offensichtlich unterscheiden und kommt zum Ergebnis: Alle Naturwissenschaften, haben zunächst etwas Gemeinsames: ihre Struktur. Die Struktur wird dann aber spezifisch ausgefüllt: Jede Naturwissenschaft definiert sich durch ihre eigene Fachsprache und Nomenklatur, durch einen eigenen Satz von Deutungsmustern und eine eigene wissenschaftliche Methodologie, durch einen anerkannten eigenen Studiengang zum Fachwissenschaftler (Laszlo 1998) – und, wir ergänzen, jede Naturwissenschaft hat auch ihre eigene Wissenschaftsgeschichte.

Diese Struktur, diese Bestimmung, was eine Wissenschaft zur spezifischen Wissenschaft macht (nicht nur bei den Naturwissenschaften), lässt sich nun allerdings dazu verwenden, die Struktur der übergeordneten Domäne Science zu fassen. Im Science-Unterricht müsste dann das Bilden von Fachsprachen und Nomenklaturen

thematisiert werden, die unterschiedlichen Deutungsmuster der Einzelwissenschaften müssten gegen einander abgehoben werden, die unterschiedliche Dominanz der wissenschaftlichen Methoden (zählen, messen, charakterisieren usw.) würde zum Thema des Science-Unterrichts. Die Laszlo'sche Aufzählung wäre noch zu ergänzen, etwa durch den bei Janich (1998, vgl. auch Buck 1996) angeführten Gesichtspunkt des Zugriffsmodus der Einzeldisziplin, denn auch er ist eine strukturelle Gemeinsamkeit aller Einzel(natur)wissenschaften. Janich geht indessen noch weiter: Es ist das „Prinzip der methodischen Ordnung“, das bei der Konstituierung der Domäne über ihre spezifische Nomenklatur für alle Naturwissenschaften gleichermaßen wirksam ist (vgl. hierzu Janich 1973, 1981, 1992, 1998, 2005, Janich & Weingarten 1999).

Was macht nun die Einheit der einen Naturwissenschaft (und damit auch implizit die Einheit des Schulfachs Science) aus? – Einheit hier nicht aufgefasst als Zählereinheit, also als Abgrenzung der Naturwissenschaft von der Sozialwissenschaft, der Sprachwissenschaft, der Ingenieurwissenschaft usw. – sondern Einheit im Sinne von Holon, Einheit als Qualitätsmerkmal. – Hartmut von Hentig (2003, S. 108/109) beantwortet die Frage so: Das „Wesensmerkmal“ bestünde in der „systematischen Bemühung um Inter-subjektivität und das dafür charakteristische Verfahren, etwas *als* etwas anzusehen“. Das „dafür charakteristische Verfahren“ nennt Janich (1973, S. 1981) das „Prinzip der methodischen Ordnung“. Beide, v. Hentig und Janich, bestätigen: Dies gilt als Charakteristikum für jegliche Wissenschaft. Von Hentig fährt fort. „Wissenschaft kommt zu nachprüfbareren und eindeutigen Ergebnissen durch einen Vorgang der ‚Abblendung‘. [...] Aus ihrem Prinzip heraus bringt die Wissenschaft gegen einander isolierte Kunstwelten hervor; ihre *Wesensmerkmale* konstituieren das Auseinanderfallen der Wissenschaften; sie können gerade nicht das Band sein, das diese wieder zusammenbindet“ (v. Hentig, 2003, S. 109).

Dies gilt für die „isolierten Kunstwelten“ Biologie, Chemie oder Physik ebenso wie die „isolierte Kunstwelt“ Science. Die Konsequenz daraus für den Science-, wie für den Einzelfachunterricht ist: Das Bemühen um Inter-subjektivität selbst muss erfahrbar werden im Lernprozess. Bloße Wissensbestände leisten das gerade nicht. Die „dafür charakteristischen Verfahren“ müssen wirklich zur Anwendung kommen. Das „etwas *als* etwas anzusehen“ braucht dabei nicht Biologie, Chemie oder Physik als Auswahlkriterium, sondern kann sich getrost ein „exemplarisches Prinzip“ leisten.

Von Hentig möchte solches Abblendungs-Bemühen des naturwissenschaftlichen Unterrichts im Sinne einer Allgemeinbildung (vgl. Abschnitt 5) ausdrücklich auf den „Durst und Drang nach Ganzheit“ hin kompensiert sehen: „In den allgemeinbildenden Schulen glaubt man zwar, Bildung durch Wissenschaft zu gewinnen, aber man kultiviert just das an der Wissenschaft, was eine allgemeine Bildungswirkung nicht hat: das Ausblendungsprinzip. So kommt von der voruniversitären Bildung jedenfalls wenig oder nichts von dem Durst und Drang nach Ganzheit – oder gar von der Gewissheit, dass es sie geben muss – in den wissenschaftlichen Betrieb herüber. Man bleibt beim gewählten laufbahngerechten, pflegeleichten, disziplinären compartment.“ (v. Hentig 2003, S. 112). Science, gespeist von seinem Zustandekommen aus dem Einnungsbemühen heraus, hat hier, so meinen wir, eine besondere Chance.

9 Eine Art Structure of the Discipline für Science-Unterricht

Kapitel 8 liefert aus den einzelnen Disziplinen heraus erste Merkmale für die Domäne Science. Wir können nun aber auch auf das Ganze schauen – auf die Naturwissenschaft: Welche Merkmale werden genannt, die die Naturwissenschaft als Ganzes näher charakterisieren? Wir finden sie zum Beispiel im Projekt Science for All Americans der mäch-

tigen American Association for the Advancement of Science (AAAS). Dort wird die Natur der Naturwissenschaft bestimmt durch²:

1. Ihre Sicht auf die Welt („set of beliefs“):

- Die Welt ist verstehbar (Theorienbildung), gleichwohl ist alles Wissen vorläufiges Wissen;
- das Wissen wird auf rationale Weise (in jedem einzelnen Schritt prinzipiell nachvollziehbar) gewonnen; es ist durch Andere überprüfbar;
- die Reichweite des Wissens (Gültigkeitsbereich) ist prinzipiell angebbbar;

2. Einen gemeinsamen Satz von Untersuchungsmethoden („processes of scientific inquiry“):

- beobachten,
- klassifizieren,
- Messdaten erheben,
- schlussfolgern,
- Variablen variieren,
- Modelle entwickeln,
- usw.

3. Das „Unternehmen“ Naturwissenschaft („The Scientific Enterprise“), welches

- gesellschaftlich bedeutsam ist,
- etablierte Kommunikationsstrukturen unterhält,
- anerkannte ethische Maßstäbe formuliert hat oder anstrebt,
- prinzipiell jedermann zugänglich ist.

Wir können alle drei Punkte als eine bündige Beschreibung der Involviertheit des Menschen in die Naturwissenschaft ansehen. Der Punkt 2. benennt darüber hinaus eine gemeinsame Methodik (wenn auch mit unterschiedlicher Gewichtung)

aller Naturwissenschaften, also eine Methodik der Naturwissenschaft. Mit diesen drei Punkten wird nochmals deutlich: Naturwissenschaft ist Ergebnis menschlicher Aktivität, menschlicher Kultur (wir haben das in Kapitel 4 ausführlicher dargelegt). Wir haben damit zugleich auch eine weitere Bestimmung dessen gefunden, was die Domäne der Naturwissenschaft (die umfassende, integrierte Naturwissenschaft als Unterrichtsfach) charakterisiert: Die Domäne Naturwissenschaften thematisiert beides, die Natur selbst und die Naturwissenschaft als Kulturprodukt.

Über diese eher globalen und curricularen denn wissenschaftstheoretischen Begründungen eines Science-Unterrichts hinaus, wäre die Frage zu klären, ob es ein domänenspezifisches „Fachwerk der Grundbegriffe“ (Hilbert 1918, S. 407) auch für das Fach Science gibt, so wie Wilhelm, Rehm, Haas & Rittersbacher dies für die Domänen Chemie, Biologie und Physik konzipiert haben³. Ein solches Fachwerk könnte an die Stelle der Detailinhalte treten, die heute die meisten Lehrpläne dominieren. An ihnen hätte man einen Prüfstein für thematische Entscheidungen: Wo berührt das geplante Thema die zentralen Grundbegriffe? Damit könnte auch die Entscheidung über Detailinhalte der Lehrkraft in Zusammenarbeit mit ihren Schülerinnen und Schülern in die Hand gegeben werden, was nach dem so genannten Paradigmenwechsel von der Input- zur Outputorientierung auch gewünscht wird.

Aus der intensiven Diskussion über solche domänenspezifische Fachwerke naturwissenschaftlicher Grundbegriffe für die Einzelfächer Chemie, Biologie und Physik hat sich unter den genannten Autoren ein (vorläufiges) gemeinsames „Fachwerk“ von Grundbegriffen für Science ergeben, das die Naturwissenschaften eint. Dieses Fachwerk

² (vgl. zum Folgenden: <http://www.project2061.org/publications/bsl/online/index.php?chapter=1>; zuletzt eingesehen am 07.07.2008)

³ eine entsprechende Publikation der genannten Autoren mit dem Titel „Die Konturen der naturwissenschaftlichen Einzelfächer im übergreifenden Fach NWA bzw. Science“ ist in Vorbereitung

ist aufgebaut aus fünf miteinander in Verbindung stehenden Fachwerkbalken:

- des Fachwerkbalkens System, Ordnung, Organisation
- des Fachwerkbalkens Einheit und Vielfalt⁴
- des Fachwerkbalkens Prozess, Verwandlung, Entwicklung
- des Fachwerkbalkens Wechselwirkung
- des Fachwerkbalkens Energie

In dieser kurzen Auflistung verbergen sich sehr weitgehende und folgenreiche naturwissenschaftliche Erkenntnisse und Errungenschaften, die hier nicht weiter ausgeführt werden können. Auf die theoretische Begründung des integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts gewendet, die den Gegenstand dieses Artikels bildet, kann zusammenfassend gesagt werden:

- a) Unstrittig hat jedes Einzelfach, die Biologie, die Chemie und die Physik, seine eigene Domäne. Die Domäne Science, die dann für ein integriertes Fach Naturwissenschaft steht, schließt die Domänen der Einzelfächer ein. Der Vorteil dieser einen Domäne Science gegenüber einem Satz von drei Domänen liegt darin, dass die Einheit(lichkeit) der Naturwissenschaft gewahrt bleibt.
- b) Unstrittig hat jedes Einzelfach auch seinen eigenen Zugriffsmodus. Wir versuchen ihn für die Biologie, Chemie und Physik so zu fassen:
- **Physik:** Ich schaue auf Kräfte und Energien; ich quantifiziere Beziehungen durch Messungen; ich mathematisiere; Deutungen sind (den Gesetzen) nachgeordnet.

- **Chemie:** Ich schaue auf Stoffe und Stoffumwandlungen; ich verknüpfe Stoffe durch Reaktionsgleichungen; ich systematisiere die Vielfalt durch Blick auf die atomare Komposition und atomare Konstellation; die atomare Deutung ist dem Verstehen vorgeschaltet.
- **Biologie:** Ich schaue auf lebende Organismen; ich studiere immer Ganzheiten; ich systematisiere die Vielfalt auf komplexe Weise; Deutungen geschehen auf der Folie der Evolutionstheorie.

Jedes Science-Unterricht-Konzept tut gut daran, diese unterschiedlichen Zugriffsmodi nicht nur zu respektieren, sondern müsste sie – im Hinblick auf allgemein bildenden Unterricht mit dem Ziel der kulturellen Teilhabe – zum Thema des Unterrichts selbst machen. Schließlich sind die Wissenschaften Biologie, Chemie und Physik ja Komponenten des Systems Naturwissenschaft.

- c) Soll es sich um allgemein bildenden Unterricht handeln, muss die Involviertheit des Menschen selbst zum Gegenstand des Science-Unterrichts werden. Damit ist – darauf sei ausdrücklich hingewiesen – impliziert, dass eine Ganzheitlichkeit im Sinne von Ernst Mayrs (2004) „holistic thinking“ den Unterricht charakterisiert.

Die Antwort auf die eingangs in diesem Abschnitt gestellte Frage (*Bedarf es zur optimalen Kompetenzförderung im naturwissenschaftlichen Unterricht der drei klassischen Fächer Biologie, Chemie, Physik als separate Einzelfächer?*) lautet demnach: Nein, die Einzelfächer gehen zwar im Science-Unterricht auf, aber sie verlieren dabei nicht ihre Konturen, sondern diese werden gerade ausdrücklich thematisiert, und das

⁴ *Vielfalt* – nicht *Vielfalt!* Wir haben diesen Punkt auf Vorschlag eines der beiden anonym gebliebenen Z.fDN-Gutachter aufgenommen, denn beim Durchdenken seines Verweises auf die Arbeiten von Görnitz (1999) und Görnitz & Görnitz (2002) ist uns deutlich geworden, dass dieser Punkt nicht bereits durch den Fachwerkbalken System, Ordnung und Organisation berücksichtigt wurde, mit der Konsequenz, dass dieser Gesichtspunkt in der durch die vorangehende Fußnote 3 angekündigte Arbeit genauer ausgeführt werden soll.

vor allem in ihrer Wechselseitigkeit untereinander. Die Addition der Einzelfächer kann dies nicht leisten.

These D: Es lassen sich unterschiedliche curriculare Formen für ein Schulfach Science identifizieren.

10 Curriculare Formen für Science-Unterricht: additiv, integriert, systematisch oder exemplarisch?

Nachdem wir Science mit fünf Begründungen theoretisch legitimiert und den Vorteil des einen Faches Science gegenüber den naturwissenschaftlichen Einzelfächern aufgezeigt haben, gilt es zum Schluss, im Sinne der ursprünglichen Wortbedeutung von „Theorie“, eine Übersicht zu schaffen, indem Science als curriculärer Begriff umschrieben wird. Es gilt also, ein Ordnungssystem aufzustellen, das es gestattet Ausprägungen des Science-Unterrichts zu verorten.

In jüngster Zeit haben Labudde, Heitzmann, Heiniger & Widmer mit der Absicht, „die Theorie des fächerübergreifenden Unterrichts weiter zu entwickeln“ (2005, S. 103), ein Modell für die „Dimensionen und Facetten des fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterrichts“ entwickelt. Es ist eine Art Mindmap, in der „Ich und mein Fach“ (die Lehrkraft also) im Mittelpunkt stehen (Abb. 2). Die „Äste 1 und 2 (in Abb. 2) bilden die Dimension Kategorien, 3–6 Inhalte, 7–9 überfachliche Kompetenzen, 10–11 Lehrerrollen, 12–13 Unterrichtsmethoden, 14–15 Beurteilen, 16 frei ergänzbare Dimension“ (Labudde et al. 2003, 106).

Das Modell geht von der berechtigten Vorstellung aus, dass außer einer mehr oder weniger starken Distanzierung vom studierten Fach und der entsprechenden Einzelfachdidaktik auch das professionelle Selbstkonzept, d.h. die Vorstellungen vom Science-Unterricht, mit einer Veränderung der Lehrerrolle, der Zielsetzungen, der Unterrichtsmethodiken usw. wesentlich für das Gelingen von Science als Unterrichtsfach

verantwortlich sei. So wurde das gesamte „Modell“ der Abbildung 2 – in Kooperation mit über 20 Naturwissenschaftslehrkräften – als Landkarte entwickelt, auf der Lehrerinnen und Lehrer, die integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht bzw. auch nur einzelne fächerübergreifende Unterrichtseinheiten unterrichten, diese Einheiten und damit indirekt auch sich selbst verorten können. Mit der Mindmap soll gezeigt werden, dass es nicht nur einen Typ von fächerübergreifendem (naturwissenschaftlichem) Unterricht gibt, sondern dass je nach fächerübergreifender Unterrichtseinheit diese in den verschiedenen Dimensionen und Facetten jeweils unterschiedliche Ausprägungen aufweisen kann: Das eine mal mag es nur ein fachüberschreitender Ansatz sein, das andere mal ein themenzentrierter; das eine mal eine nur lockere Absprache zwischen zwei Fachlehrkräften, das andere mal team teaching. Mit dem Modell soll u.a. den Lehrpersonen Mut gemacht werden, erste Schritte in Richtung fächerübergreifenden Unterrichts zu wagen. Wie das Autorenteam berichtet, erfreut sich die Landkarte in der Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften großer Beliebtheit, wenn letztere nämlich eine von ihnen entwickelte bzw. durchgeführte Unterrichtseinheit in der Landkarte verorten und damit methodisch-didaktische Präferenzen oder auch Auslassungen visualisieren und konkrete Unterrichtsideen im Sinne des miteinander, voneinander und übereinander Lernens – austauschen und diskutieren.

Was das Modell nicht zu leisten vermag, und diesen Anspruch erhebt das Forschungsteam auch nicht, ist, genau quantifizierbare Kategorien für fächerübergreifenden Unterricht abzubilden. Wenn die Äste Maße dafür sein sollen, wie weit Lehrerinnen und Lehrer sich auf Äste hinauslassen (d.h. aus dem Fenster hinauslehnen), dann ist dies nur in einem qualitativen, nicht aber in einem streng quantitativen Sinne zu verstehen. Hier weist das Modell, so sehr es auch für die Aus- und Weiterbildung geeignet scheint, klare Grenzen auf.

„Ein Integriertes Curriculum Naturwissenschaft ist ein Lehrgefüge, das Informationen aus oder zu naturwissenschaftlichen Disziplinen behandelt, die aufgrund eines didaktischen Konzeptes (mit verschiedenen Elementen) umstrukturiert und in Hinsicht auf gemeinsame Bildungsabsichten funktionalisiert sind.

„Informationen aus naturwissenschaftlichen Disziplinen“ können sein: Begriffe, Methoden, Theorien, Gesetze, Erfahrungen, Technologien, Fertigkeiten etc.

„Informationen zu naturwissenschaftlichen Disziplinen“ wäre etwa: naturwissenschaftstheoretische, politische, moralische, wirtschaftliche Implikationen der Naturwissenschaften, historische Entwicklungen, ästhetische Aspekte, gesellschaftliche Voraussetzungen etc.

Ein ‚didaktisches Konzept‘ enthält, wenn nicht theoretische Sätze, so doch zumindest begründete Prinzipien. Sie betreffen wenigstens

- a) die Regeln für die Reduktion und Transformation der Gesamtinformation der Naturwissenschaften für das Curriculum (z.B. Prinzipien für die wissenschaftlich korrekte Behandlung bestimmter Themen bei der Altersgruppe der 10- bis 12-jährigen; oder Angaben für die Arbeit des Nachvollzuges für die Bildung behandelte Theorien, die Verbindung wissenschaftlicher Erkenntnisbestände mit Zielentwicklungen),
- b) die Zielorientierungen des betreffenden Bildungsbereichs sowie die Lokalisierung des naturwissenschaftlichen Curriculums im Zusammenhang mit dem Gesamtcurriculum (z.B. Primarschule, College für Nichtnaturwissenschaftler),
- c) die Gestaltung des Curriculumprozesses (einschließlich Unterricht) (z.B. Interaktion zwischen Personengruppen, Entscheidungsprozeduren, Konstruktionsverfahren.)“

Kasten 1: Definition von Frey et al. (Frey & Häußler, 1973, 24-25)

Um eine deutliche curriculare Systematik zu entwickeln, knüpfen wir nun an eine Definition an, die Frey in Zusammenarbeit mit Bayerhuber, Bloch, Dumpert, Haft, Hameyer, Häußler, Jaeckel und Künzli 1973 am IPN erarbeitet hat (Kasten 1).

Buck (1992) hat diese Definition bereits für seine Bestandsaufnahme der Didaktik integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts für die große Erhebung des IPN zur Naturwissenschaftlichen Bildung in der Bundesrepublik Deutschland übernommen (Riquarts, Dierks, Duit, Eulefeld, & Stork 1992), „weil sie das ‚weichere‘ Verständnis von Integration [... vertritt, indem sie] alle jene Ansätze aufnimmt, in denen sich ad

hoc und durch das Thema bestimmt eine Verbindung mehrerer Fächer oder Wissenschaften einstellt, ohne dass – dies wäre Integration im ‚harten‘ Verständnis – eine wissenschaftstheoretisch begründete Neustrukturierung der Naturwissenschaften als ein ‚phénomène total‘ geleistet wäre, mit deren Hilfe die Inhaltsauswahl und Zielbestimmungsproblematik neu angegangen wäre. Anders gewendet: Integration wird hier [d.h. bei Frey & Blänsdorf, 1974] ausschließlich als ein curriculum-theoretischer Begriff verstanden, nicht als lernpsychologischer; es geht um Integration als Inhaltsauswahl-Gesichtspunkt, nicht um Integration als wesentliche Organisati-

onserfahrung, die im Kopf des Lernenden stattfindet“ (Buck 1992, S. 160).

Bei dieser über 30 Jahre alten Definition (siehe Kasten 1) würde man heutzutage das Wort Informationen durch Themen oder Lerninhalte ersetzen. Auch die nähere Bestimmung des Begriffs Didaktisches Konzept würde man zumindest erweitern wollen etwa durch die Ergänzung der Zielperspektive (z.B. Lernziele oder Kompetenzen, d.h. Input- oder Outputsteuerung). Mit solchen Aktualisierungen aber

wäre Freys Definition auch heute noch ein brauchbares Kriterium, um zu beurteilen, ob Science-Unterricht vorliegt oder nicht. Im Einklang mit dieser allgemeinen Bestimmung hat Häußler bereits 1973 eine Systematik entwickelt, die sich für die heutigen Bedürfnisse erweitern lässt. Er unterschied seinerzeit „naturwissenschaftsimmanente didaktische Konzepte“ von „an externen Bezugssystemen orientierte didaktische Konzepte“ (1973, S. 38-45, siehe Kasten 2)

naturwissenschaftsimmanente didaktische Konzepte	an externen Bezugssystemen orientierte didaktische Konzepte
konzeptorientierter Ansatz prozessorientierter Ansatz konzept/Prozess-orientierter Ansatz kybernetischer Ansatz theorieorientierter Ansatz	objektorientierter Ansatz problemorientierter Ansatz umweltorientierter Ansatz anwendungsorientierter Ansatz lernerorientierter Ansatz

Kasten 2: Unterscheidung nach Häußler (Frey & Häußler 1973)

Wir knüpfen an Häußler an und schlagen vor, vier Kategorien zu unterscheiden (hierbei erheben wir keinen Anspruch auf Vollständigkeit und lassen jedes Mal bewusst die Aufzählung nach unten hin offen):

1 Orientierung des didaktischen Ansatzes für Science-Unterricht

- 1.1 naturwissenschaftsimmanente didaktische Konzepte
- 1.2 an externen Bezugssystemen orientierte didaktische Konzepte
- 1.3 ...

2 Akzentsetzung/Ausgangspunkt

- 2.1 Grundbegriffe (concepts) stehen im Mittelpunkt

- 2.2 Deutungsmuster (Basiskonzepte) stehen im Mittelpunkt
- 2.3 naturwissenschaftliche Methoden (processes) stehen im Mittelpunkt
- 2.4 die Natur der Naturwissenschaften (nature of science) steht im Mittelpunkt
- 2.5 ...

3 Das Verhältnis der Teile zum Ganzen

- 3.1 *additiv*, d.h. Fächer verbindender Unterricht; der Unterricht wird vom Thema aus konzipiert. Die Idee der Module rückt in den Mittelpunkt wie etwa im englischen Nuffield Combined Science Projekt (Young 1970)
- 3.2 *integriert*; ein naturwissenschaftliches Prinzip (z.B. naturwissenschaftliche Methoden, oder ein set of beliefs) bildet

- das integrierende Agens; die Idee der Kompetenzen rückt in den Mittelpunkt, wie etwa das Projekt Science for All Americans (Rutherford 1986)
- 3.3 *exemplarisch* (ein sorgfältig ausgewähltes Beispiel, Thema, Fach o.ä. steht für die gesamte Naturwissenschaft); die Qualität des Gelernten (die Tiefendimension) wird zentral, das eigene Verstehen der Schülerinnen und Schüler rückt in den Mittelpunkt, wie etwa im Bildungsplan von Baden-Württemberg das Fach Naturwissenschaftliches Arbeiten (NWA).
- 3.4 *systematisches* Konzept für das Schulfach Science; die Ausgewogenheit rückt in den Mittelpunkt. Der Aufbau des Unterrichts über alle Jahre hinweg ist genau vorüberlegt.
- 3.5 ...
- 4 Unterrichtsformen (z. B.)**
- 4.1 klassischer fragend-entwickelnder Unterricht
- 4.2 genetisch-sokratisch-exemplarischer Unterricht
- 4.3 Gruppenunterricht (Lernzirkel, Lerntheken usw.)
- 4.4 offene Unterrichtsformen (etwa Wochenplan oder Freiarbeit)
- 4.5 Projektunterricht
- 4.6 ...

Ein solches vierteiliges Bestimmungsraster könnte die taxonomische Funktion übernehmen, die innerhalb einer Didaktik des Science-Unterrichts notwendige Verortung zu leisten. Je nachdem, wo ein konkretes Unterrichtskonzept verortet ist, wird der „dort“ praktizierte Science-Unterricht auch unterschiedliche Bildungsbeiträge leisten können. Autoren dieses Beitrags haben dies zusammen mit anderen Autoren für das Kernfach NWA (Naturwissenschaftliches Arbeiten) genauer beschrieben – vgl. Haas et al. 2006, S. 26-27).

Mit dem vorliegenden Beitrag wollten wir wissenschaftstheoretische und bildungstheoretische Legitimationen für den integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht

zusammenstellen. Damit wollen wir die Erarbeitung eines theoretischen Fundaments für integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht weiter vorantreiben, um darauf aufbauend künftig auch weitere empirisch anspruchsvolle Bildungsforschung betreiben zu können.

Zusammenfassend lässt sich aus unserer Sicht hierzu festhalten:

Wissenschaftstheoretisch ist es möglich eine eigene Domäne Science mittels einer Art Structure of the Discipline für Science-Unterricht zu legitimieren (wir behaupten nicht, dass dies in diesem Beitrag schon abschließend gelungen ist, sondern sehen den Beitrag als weiteren Aufbaustein einer Debatte die bis in die 70er Jahre zurückreicht). Bildungstheoretisch sollte in diesem Artikel ein Beitrag zur Diskussion um das Verhältnis zwischen Natur und Kultur im (integrierten) naturwissenschaftlichen Unterricht geleistet werden und gleichzeitig soll die Diskussion um den integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht an den aktuellen Diskurs um Bildungsstandards heute angeschlossen werden. Aus bildungstheoretischer Sicht hat sich der Beitrag nicht zur Aufgabe gestellt, die Grenze zwischen Allgemeinbildung und Bildung zu überschreiten, die wir mit Hans Werner Heymann, Willi v. Lück, Meinert Meyer, Theodor Schulze und Heinz-Elmar Tenorth (1990, S. 11) darin sehen: „Der Begriff der Bildung bezieht sich auf die personale Verfasstheit des modernen Menschen. [...] Er antwortet auf einen erhöhten Bedarf an biografischen Entwürfen in der stark arbeitsteiligen, ausdifferenzierten und mobilen Gesellschaft. Der Begriff Allgemeinbildung dagegen bezieht sich auf den Vorrat an sozio-kulturellen Errungenschaften, die eine Gesellschaft ansammelt, nutzt und überliefert, um fortbestehen zu können.“

Literatur

- Becker, H.J., Glöckner, W., Hoffmann, F. & Jüngel, G. (1992). *Fachdidaktik Chemie* (2. Aufl.). Köln: Aulis.
- Bennett, J., Lubben, F. & Hogarth, S. (2007). Bringing Science to Life: A Synthesis of the Research Evidence on the Effects of Context-Based and STS Approaches to Science Teaching. *Science Education*, 91, 347-370.
- Bierbaum, H., Euler, P. & Wolf, B.S.T. (2007). *Naturwissenschaft in der Allgemeinen Weiterbildung – Probleme und Prinzipien der Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Erwachsenenbildung*. Bielefeld: Bertelsmann Verlag.
- Bildungsplanung Zentralschweiz. (1997). *Lehrplan Naturlehre für das 7. bis 9. Schuljahr*. Luzern, Uri, Schwyz, Obwalden, Nidwalden, Zug, Wallis, Fribourg; Luzern: BPZ.
- Buck, P. & Müller [Rehm], M. (2002). Vier Thesen zur bildungstheoretischen Einordnung eines phänomenologischen Chemieunterrichts. *chimica didactica*, 28, 21-26.
- Buck, P. (1992). Didaktik integrierter naturwissenschaftlichen Unterrichts. In K. Riquarts, W. Dierks, R. Duit, G. Eulefeld, H. Haft & H. Stork (Eds.), *Naturwissenschaftliche Bildung in der Bundesrepublik Deutschland* (Band III) (S.159-189). Kiel: IPN,.
- Buck, P. (1995). Über die allmähliche Überwindung des Irrtums, es ginge im Chemieunterricht um Naturerkenntnis. *chimica didactica*, 21, 175-180.
- Buck, P. (1996). Über physikalische und chemische Zugriffsmodi. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 2(3), 25-28.
- Bünder, W. & Wimber, F. (1998). *BLK-Modellversuch: Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung. Abschlussbericht*. Kiel: IPN.
- Bünder, W. & Lauterbach, R. (1991). Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung. Bericht über ein Entwicklungsprojekt. In K.H. Wiebel (Ed.), *Zur Didaktik der Chemie und Physik* (S. 119-123). Darmstadt: Leuchtturm-Verlag.
- Duit, R. & von Rhöneck, Ch. (1996). *Lernen in den Naturwissenschaften*. Kiel: IPN.
- Freise, G., Buck, P. & Pukies, J. (1971). Zur theoretischen Begründung des integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts. *Vorbereitungshilfe für den Lehrgang W 362a* Frankfurt/M: Hessisches Institut für Lehrerfortbildung, 75-86. [In abgeänderter Form unter dem Titel „Pädoyer für einen integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht“ abgedruckt in: *betrifft: erziehung*, 4 (10), 32-38].
- Freise, G. (1994). Naturwissenschaft und Allgemeinbildung. (Rede beim pädagogischen Hochschultag in Regensburg, 1972). In A. Kremer, F. Rieß & L. Stäudel (Eds.), *Gerda Freise: Für einen politischen Unterricht von der Natur* (S. 43-54). Marburg: Soznat.
- Frey, K. & Blänsdorf, K. (1974). *Integriertes Curriculum Naturwissenschaft – Projekte und Innovationsstrategien*. Weinheim: Beltz.
- Frey, K. & Häußler, P. (1973). *Integriertes Curriculum Naturwissenschaft: Theoretische Grundlagen und Ansätze*. Weinheim: Beltz.
- Genseberger, R. (1986). Ein historisch orientierter integriert-naturwissenschaftlicher Kurs für 15 bis 16 Jährige. *chimica didactica*, 12, 197-210.
- Genseberger, R. (1987). Entwicklung eines Modellbegriffs bei 15-16jährigen Schülern. *chimica didactica*, 13, 5-20.
- Görnitz, Th. (1999). *Quanten sind anders – die verborgene Einheit der Welt*. Heidelberg: Akademie Verlag
- Görnitz, Th. & Gönitz, B. (2002). *Der kreative Kosmos*. Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.
- Gräber, W., Nentwig, P. & Nicolson, P. (2002). Scientific Literacy – von der Theorie zur Praxis. In W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa & R. Evans (Eds.), *Scientific Literacy – Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinbildung* (S. 135-145). Opladen: Leske + Budrich.
- Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, T. & Evans, R. (Eds.). (2002). *Scientific Literacy – Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinbildung*. Opladen: Leske + Budrich.
- Haas, T., Rehm, M., Buck, P., Geörg, J., Svoboda, G., Eggert, T., Bratzel, H.-M. & Rittersbacher, C. (2006). Naturwissenschaftliches Arbeiten (NWA) als Unterrichtsfach – konzeptionelle Antworten auf Missverständnisse und Widerstände zu einen fächerübergreifenden Unterrichtsfach ‚Naturwissenschaft. *chim. etc. did.*, 97, 6-32.
- Hecht, K. (1971). *IPN-Symposium über Forschung und Entwicklung naturwissenschaftlicher Curricula*. Kiel: IPN.
- Heitzmann, A. (1999). Bereichsdidaktik – eine Herausforderung für die neue LehrerInnenausbildung. Überlegungen zur Stellung und den Aufgaben einer Bereichsdidaktik. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 17(2), 195-204.
- Hentig, H. von (1985). Eine Antwort an Theodor Wilhelm. *Neue Sammlung*, 25, 151-167.
- Hentig, H. von (2003). *Wissenschaft – eine Kritik*. München, Wien: Carl Hanser Verlag.

- Hentig, H. von (2004). Einführung in den Bildungsplan 2004. Kultus und Unterricht: Amtsblatt des Ministeriums für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg. *Lehrplanbeft 1/2004*. Stuttgart: Neckar-Verlag, 7-19.
- Heymann, H. W., van Lück, W., Meyer, M., Schulze, Th. & Tenorth, H.-E. (1990). Allgemeinbildung als Aufgabe der öffentlichen Schule. In H.W. Heymann & W. van Lück (Eds.), *Allgemeinbildung und öffentliche Schule: Klärungsversuche* (S. 9-20). Bielefeld: IDM.
- Heymann, H. W. (1996). *Allgemeinbildung und Mathematik*. Weinheim, Basel: Beltz Verlag.
- Hilbert, D. (1918). Axiomatisches Denken. *Mathematische Annalen*, 78, 405-415.
- HMSO (1988). *The National Curriculum*. London: Her Majesty's Stationary Office.
- Hopmann, S. & Riquarts, K. (Eds.). (1995). *Didaktik and/or Curriculum*. Kiel: IPN. [Deutsche Version: Didaktik und/oder Curriculum. Weinheim: Beltz (*Zeitschrift für Pädagogik*, Beiheft 33)].
- Janich (1981). Methodische Ordnung als didaktisches Prinzip der Naturwissenschaften? *chimica didactica*, 7, 177-188
- Janich, P. & Psarros, N. (Eds.). (1996). *Die Sprache der Chemie*. Würzburg: Königshausen & Neumann.
- Janich, P. & Weingarten, M. (1999). *Wissenschaftstheorie der Biologie: methodische Wissenschaftstheorie und die Begründung der Wissenschaften*. München: Fink.
- Janich, P. (1973). *Zweck und Methode der Physik aus philosophischer Sicht*. Konstanzer Universitätsreden (Band 65). Konstanz: Universitätsverlag.
- Janich, P. (1992). Chemie als Kulturleistung. *chimica didactica*, 18, 100-115.
- Janich, P. (1996). *Natürlich, technisch, chemisch*. Berlin u.a.: de Gruyter.
- Janich, P. (1998). Die Selbständigkeit der Chemie in ihrem Verhältnis zu ihren Nachbarwissenschaften. In P. Janich & N. Psarros (Eds.), *be Autonomy of Chemistry* (S- 1-32). Würzburg: Königshausen & Neumann.
- Janich, P. (2005). *Kultur und Methode: Philosophie in einer wissenschaftlich geprägten Welt*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Jürgensen, F. (2005). Das integrierte Fach ‚Naturwissenschaften‘ und seine Beliebtheit bei Lehrern und Schülern. In E. Rossa (Ed.), *Chemiedidaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II* (S. 197-230). Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Klafki, W. (1993). *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik* (3. Aufl.). Weinheim, Basel: Beltz.
- Klafki, W. (2003). Allgemeinbildung heute – Sindimensionen einer gegenwarts- und zukunftsorientierten Bildungskonzeption. *Schulmanagement-Handbuch*, 106(22), 11-30.
- Klafki, W. (2005). Sinndimensionen allgemeiner Bildung in der Schule. In U. Aeschlimann, A. Eichenberger & W. Klafki (Eds.), *Allgemeinbildung und Schule* (S. 21-47). Liestal: Fachhochschule Nordwestschweiz.
- Klieme, E., Avenarius H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M. et al. (2003). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise*. Frankfurt/M.: DIPF Februar 2003 [auch als Drucksache des BMBF, Berlin: Juni 2003].
- KMK (2004): : www.kmk.org/schul/Bildungsstandards/bildungsstandards.htm (zuletzt eingesehen 01.08.2008).
- Kutschmann, W. (1999). *Naturwissenschaft und Bildung. Der Streit „zweier Welten“*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- 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. [Online: www.phydid.de, 4. Jahrgang 2003].
- Labudde, P. (2004). Fächerübergreifender Unterricht in Naturwissenschaften: ‚Bausteine‘ für die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 22(1), 54-67.
- Labudde, P. (2006). Fachunterricht und fächerübergreifender Unterricht: Grundlagen. In K.-H. Arnold, U. Sandfuchs & J. Wiechmann (Eds.), *Handbuch Unterricht* (S. 441-447). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Labudde, P. (2007a). Schule und Unterricht harmonisieren - Bildungsstandards in der Schweiz. *Unterricht Physik*, 3, 40-41. [Online: www.harmos.phbern.ch].
- Labudde, P. (2007b). 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. (2007c). Naturwissenschaftliche Bildung – Quo vadis? In P. Labudde (Ed.), *Bildungsstandards im Gymnasium: Korsett oder Katalysator?* (S. 283-292). Bern: h.e.p. Verlag.
- Labudde, P., Heitzmann, A., Heininger, P. & Widmer, I. (2005). Dimensionen und Facetten des fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterrichts: ein Modell. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 11, 103-115.

- Laszlo, P. (1998). Belabouring the Obvious – Chemistry as Sister Science to Linguistics. In P. Janich & N. Psarros (Eds.), *The Autonomy of Chemistry* (pp. 69-78). Würzburg: Königshausen & Neumann.
- Litt, Th. (1959). *Naturwissenschaft und Menschenbildung*. Heidelberg: Quelle & Meyer.
- Marks, R., Einhaus, E., Petri, J., Kulgemeyer, I., Eilks, I. & Schecker, H. (2006). Förderung von Bewertungskompetenz. *Praxis der Naturwissenschaften Chemie*, 8(55), 24-28.
- Mayr, E. (2004). *What Makes Biology Unique?* New York: Cambridge University Press.
- Messner, R., Rumpf, H. & Buck, P. (1997). Natur und Bildung – Über Aufgaben des naturwissenschaftlichen Unterrichts und Formen des Naturwissens. *chimica didactica*, 23, 5-31.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington D.C.: National Academy.
- PING-Projektgruppe (1992). *Was ist PING, PING Materialien*. Kiel: IPN.
- Postmann, N. (1997). *Keine Götter mehr. Das Ende der Erziehung*. München: Beck.
- Rehm, M. (2006). Allgemeine naturwissenschaftliche Bildung – Entwicklung eines vom Begriff Verstehen ausgehenden Kompetenzmodells. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 12, 23-44.
- Reinhold, P., Bündler, W. (2001). Stichwort: Fächerübergreifender Unterricht. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 4(3), 333-351.
- Riquarts, K., Dierks, W., Duit, R., Eulefeld, G., Haft, H. & Stork, H. (1992). *Naturwissenschaftliche Bildung in der Bundesrepublik Deutschland* (Band III). Kiel: IPN.
- Rutherford, J.A. & Ahlgren A. (1986). *Science for All Americans: Project 2061*. Oxford u.a.: Oxford University Press.
- Seilnacht, Th. (1995). Durchführung des Rollenspiels: Düngemittel zum Wohle der Menschheit. *chimica didactica*, 21, 200-214.
- Stäudel, L. & Kremer, A. (1999). TIMSS und Gerda Freise – Eine Standortbestimmung. *chimica didactica*, 25, 93-106.
- Theilmann F. & Rehm, M. (2005). Die phänomenalen physikalischen, chemischen und biologischen Erfahrungsgrundlagen eines Begriffs von Energie als Bilanzierungsgröße. *chimica didactica*, 31, 238-254.
- Wagenschein, M. (1971). *Die Pädagogische Dimension der Physik* (3. Aufl.). Braunschweig: Westermann Verlag.
- Weizsäcker, C. F. von (2004). *Der begriffliche Aufbau der theoretischen Physik*. Stuttgart, Leipzig: Hirzel.
- Wellensiek, A. (2002). Bildungsqualität durch problemorientierte Interdisziplinarität in der Lehrerbildung. In R. Brechel (Ed.), *Zur Didaktik der Physik und Chemie, Probleme und Perspektiven* (S. 117-119). Alsbach/Bergstraße: Leuchtturm-Verlag.
- Wilhelm, M., Rehm, M., Haas, T. & Rittersbacher Ch. (in Vorb.). Die Konturen der naturwissenschaftlichen Einzelfächer im übergreifenden Fach NWA bzw. Science.
- Wilhelm, T. (1985). Die Allgemeinbildung ist tot – Es lebe die Allgemeinbildung! *Neue Sammlung*, 25(2), 120-150.
- Young, B. (1970) *Nuffield combined science. Teachers' Guide to sections 1 – 6 (Vol. I), Teachers' Guide to Sections 6 – 12 (Vol. II)*. London: Longman.
- Zeyer, A. (2005). Sek I: Integrierte Naturlehre in der Zentralschweiz. *PHZ-Info*, 19, 5.

Kontakt

Markus Rehm
Pädagogische Hochschule Ludwigsburg
Institut für Naturwissenschaft und Technik
Reuteallee 46
D-71634 Ludwigsburg
rehm@ph-ludwigsburg.de

Autoreninformation

Dr. Dorothee Brovelli, Institut für Lehren und Lernen, Pädagogische Hochschule Zentralschweiz/ Luzern, Museggstr. 37, CH-6004 Luzern.

Prof. i.R. Dr. Peter Buck, Institut für Sachunterricht, Pädagogische Hochschule Heidelberg, Rohrbacherstr. 56, 69115 Heidelberg.

Dr. Wolfgang Bündler, Leibnitz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) an der Universität Kiel, Olshausenstr.63, D-24098 Kiel.

Dr. Rupert Genseberger, Freudenthal Institute for Science and Mathematics Education (FISME) an der Universität Utrecht, Princetonplein 5, NL-3584 CC Utrecht.

Tilman Haas, Fachkommissionen "Bildungsplan Realschule" des Ministeriums für Kultus und Sport, Baden-Württemberg. Reform-Ganztagesrealschule Pliezhausen, Friedrichstraße 50, D-72124 Pliezhausen.

Prof. Dr. Peter Labudde, Leiter Zentrum Naturwissenschafts- und Technikdidaktik der Fachhochschule Nordwestschweiz – Pädagogische Hochschule, Riehenstrasse 154, CH-4058 Basel.

Associate Prof. Dr. Edvin Østergaard, Section for Learning and Teacher Education, IMT, University of Life Sciences, 1432 Aas, Norwegen.

Prof. Dr. Markus Rehm, Institut für Naturwissenschaft und Technik, Pädagogische Hochschule Ludwigsburg, Reuteallee 46, D-71634 Ludwigsburg.

Jun.Prof. Dr. Christa Rittersbacher, Pädagogische Hochschule Karlsruhe, Bismarckstr. 10, 76133 Karlsruhe.

Gregor Svoboda (Dipl. Päd.), stellvertretender Schulleiter sowie Lehrer für Naturwissenschaftliches Arbeiten (NWA), Leopold-Feigenbutz-Realschule Oberderdingen, Am Gänsberg 2, D-75038 Oberderdingen.

Prof. Dr. Markus Wilhelm, Institut für Lehren und Lernen, Pädagogische Hochschule Zentralschweiz/ Luzern, Museggstrasse 37, 6004 Luzern.