

## Fächer übergreifender Unterricht in Naturwissenschaften: 'Bausteine' für die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen

Peter Labudde

In der Schweiz werden in der obligatorischen Schulzeit die naturwissenschaftlichen Fächer als Integrationsfach unterrichtet, in der Sekundarstufe II bestehen neben den Einzelfächern auch ergänzende interdisziplinäre Angebote. Wie können Lehrpersonen für diese Tätigkeit aus- bzw. weitergebildet werden? Im Beitrag sind sieben entsprechende Bausteine für naturwissenschaftsdidaktische Lehrveranstaltungen aufgeführt: 1) Vergleich von Lehrplänen, 2) Begründungen für Fächer übergreifenden Unterricht, 3) Kategorien Fächer übergreifenden Unterrichts, 4) Das exemplarische Beispiel 'Rohstoff – Energie', 5) Didaktische Leitfragen, 6) Kooperation in Lehrkräfteteams, 7) Vom forschenden Lernen zur empirischen Forschung.

Wie Lehramtsstudierende auf eine Unterrichtstätigkeit im Integrationsfach 'Mensch und Umwelt' bzw. 'Natur, Mensch, Umwelt' vorbereiten? Wie auf das gymnasiale Schwerpunktfach 'Biologie und Chemie'? Welche Wege mit amtierenden Lehrpersonen beschreiten, um den Fächer übergreifenden Unterricht (FuÜ) in und mit Naturwissenschaften qualitativ weiter zu entwickeln? Im Folgenden skizziere ich einige so genannte 'Bausteine', die wir als Dozierende bzw. als Studien- und Lernerater in naturwissenschaftsdidaktische Lehrveranstaltungen einbringen können. Es handelt sich um 'Bausteine' im Sinne von Zugängen und nicht um ein fertiges Gebäude: Weitere 'Bausteine' sind hinzuzufügen, einige gilt es zu bearbeiten und zu behauen, andere einzuschmelzen und neu zu brennen. Die Reihenfolge der Bausteine wird je nach Zielstufe und Schultyp, je nach individuellem Vorverständnis der Studierenden bzw. der Lehrpersonen variiert.

### 1. Baustein: Vergleich von Lehrplänen

Es scheint selbstverständlich, dass wir mit den Studierenden den Lehrplan, der den Rahmen ihrer zukünftigen Unterrichtstätigkeit bildet, ausführlich diskutieren und an konkreten Beispielen in die Praxis umsetzen. Reicht das? Den eigenen kantonalen oder – für die Berufsbildung und z.T. das Gymnasium – nationalen Lehrplan zu erarbeiten, ist das eine. Grenzen und Chancen eines Integrationsfaches Naturwissenschaften zu verstehen, wäre das andere. Der Blick über die Kantons- und Landesgrenze hinaus auf andere Curricula kann dazu beitragen, den eigenen Lehrplan besser einordnen zu können, sich seiner Schwerpunkte, Stärken und Schwächen bewusster zu werden.

<p>Freistaat Sachsen (1992) Lehrplan Physik 7. Schuljahr Sekundarschule</p> <p><b>Didaktisch-methodische Hinweise</b> Ausgangspunkt der Untersuchungen im Physikunterricht in der Mittelschule sind in der Regel die Beobachtungen und Erfahrungen, die die Schüler in der Natur und beim Umgang mit technischen Geräten und Spielzeugen gewonnen haben sowie ihre bereits erworbenen Kenntnisse. [...] In der ersten Phase sollten phänomenologische Betrachtungen dominieren. Auf der Suche nach den grundlegenden physikalischen Zusammenhängen werden ausgewählte Begriffe eingeführt. [...] erst dann werden quantitative Aussagen formuliert.</p>	<p>Kanton Bern (1995) Lehrplan Natur-Mensch-Mitwelt 7-9. Schuljahr Real- und Sekundarschule</p> <p><b>Didaktische Hinweise MMM</b> Mitwirken, mitplanen, mitentscheiden: Schülerinnen und Schüler werden in die Unterrichtsplanung und -gestaltung einbezogen, sie bringen ihre Anliegen ein, planen Tätigkeiten zunehmend selbstständig und übernehmen immer mehr Verantwortung für ihr Lernen. [...] Das Planen und Realisieren von persönlichen Projekten ermöglicht es den Schülerinnen und Schülern, eigenen Interessen nachzugehen. (Es folgen ebenso detailliert beschriebene didaktische Hinweise zu folgenden Bereichen) - Soziales Lernen, - Wahrnehmen – erleben – erfahren, - Fähigkeiten und Fertigkeiten, - Erkenntnisse, - Elemente und Merkmale – Zusammenhänge, - Umsetzen, - Erfahrungen mit Lernwegen.</p>
<p><b>Inhalte (eine Seite)</b> Die Schüler erhalten, aufbauend auf ihren Kenntnissen im Werkunterricht, einen ersten Einblick in den Gegenstandsbereich der Elektrizitätslehre. Sie können Strom- und Spannungsmesser schalten, lernen einfache Gesetze des Stromkreises kennen und nutzen das Modell der Elektronenleitung zur Deutung der Stromstärkeverhältnisse. [...] (Es folgt ein Stoffkatalog mit folgenden Bereichen, die dann im Einzelnen detailliert beschrieben sind) Wirkungen des elektrischen Stroms, Gefahren im Umgang mit elektrischem Strom, Ladungstrennung, Modell der Elektronenleitung, unverzweigter und verzweigter Stromkreis, Stromstärke, Spannung, Ohmsches Gesetz, elektrische Leistung</p>	<p><b>Inhalte (zwei Seiten)</b> Zu Erscheinungen der Elektrizität Versuche und Messungen durchführen [...] Gefahren im Umgang mit der Elektrizität kennen [...] Inhalte dazu: Strom, Spannung, elektrische Leistung, Elektromotor, Generator, Transformator, Gefahren: Starkstrom</p>

Abbildung 1: Auszüge aus dem sächsischen bzw. Berner Lehrplan für das 7. Schuljahr. Es handelt sich jeweils um die ersten Sätze der einzelnen Abschnitte.

Ein konkretes Beispiel (für eine ausführlich Darstellung siehe Labudde, 2003, S. 48-50): Welchen Stellenwert genießt der FuÜ im Schullalltag? Je nach Land sieht der Unterricht für Lernende und Lehrende ganz unterschiedlich aus (Abb. 1). Stellen Sie sich vor, die Teilnehmenden Ihrer Lehrveranstaltung müssten im 7. Schuljahr einer Se-

kundarschule' eine Unterrichtseinheit 'Elektrizitätslehre' gestalten. Die durch den Lehrplan vorgegebenen Rahmenbedingungen sind – innerhalb des deutschen Sprachraums, nur wenige hundert Kilometer auseinander – komplett verschieden: Zum Beispiel gilt im Freistaat Sachsen ein schultyp- und stufenspezifischer Physiklehrplan weitgehend ohne Fächer übergreifende Elemente, während im Kanton Bern ein konsequent Fächer übergreifendes Curriculum existiert, das für die Real- und Sekundarschule gilt und in ein Gesamtcurriculum für die 1. bis 9. Klasse eingebettet ist.

Eine Physiklehrkraft in Sachsen kann sich auf einen Lehrplan abstützen, in welchem die Inhalte detailliert vorgegeben sind – für die Elektrizitätslehre im 7. Schuljahr auf einer ganzen Seite (Sächsisches Ministerium für Kultur, 1992). Hingegen finden sich nur wenige methodisch-didaktische Hinweise; auch die Ziele des Physikunterrichts werden nur kurz erläutert. Die sächsische Kollegin weiss aber genau, was zu unterrichten ist. Die meisten angehenden Lehrkräfte schätzen derartige Stoff-Lehrpläne: sie wissen, woran sie sind. Das Curriculum gibt Inhalte und Gliederung genau vor. Die Rolle der Lehrkräfte als Stoffvermittler und Vertreter des Fachs Physik ist klar vorgezeichnet.

Eine Lehrperson im Kanton Bern, der hier stellvertretend für andere Kantone stehen mag, findet einen völlig anderen Lehrplan vor (Erziehungsdirektion des Kantons Bern, 1995): Kein Fach Physik, sondern den Unterrichtsbereich 'Natur – Mensch – Mitwelt' (NMM). Sehr ausführlich werden Bildungsziele sowie didaktische Hinweise erläutert. Der eigentliche Stoffplan ist hingegen äusserst beschränkt, für die Elektrizitätslehre ganze zwei Zeilen. Im ersten Moment ist die Lehrperson wahrscheinlich verunsichert: Welche inhaltlichen Akzente soll sie setzen? Auch wird ihr beim Studium des Berner NMM-Lehrplans bewusst, welch breites Spektrum von Zielen sie im NMM-Unterricht zu verfolgen hat und wie viele methodische Varianten ihr offen stehen. Angehende Lehrerinnen und Lehrer müssen sich hier intensiv mit ihrer zukünftigen Rolle als Lehrperson auseinandersetzen (vgl. Abb. 1).

## 2. Baustein: Begründungen für Fächer übergreifenden Unterricht

Warum Fächer übergreifend in Naturwissenschaften (Biologie, Chemie, Physik) unterrichten – dies vielfach noch in Verbindung mit den Fächern Geografie, Geschichte, Hauswirtschaft und Religion/Lebenskunde? In den kantonalen und nationalen Lehrplänen sowie in der internationalen fachdidaktischen und pädagogischen Literatur lassen sich für den FÜU in und mit Naturwissenschaften folgende teils empirisch, teils hermeneutisch abgestützte Begründungen finden (Huber, 2001; Opitz & Stäudel, 1997; für eine ausführliche Darstellung siehe Labudde, 2003).

*Konstruktivistische Lerntheorie:* Das alte didaktische Prinzip des Abholens wird in konstruktivistischen Ansätzen aufgenommen, differenziert und verfeinert (Labudde, 2000). Ein konstruktivistisch orientierter Unterricht, in dem die drei Grundelemente 'Lernen als aktiver Prozess', 'Integrieren des Vorverständnisses' und 'Kontextbezug' berücksichtigt werden, führt konsequenterweise zu FÜU. Denn wenn die Lernenden die Gelegenheit erhalten, an ihr Vorwissen anzuknüpfen und das Wissen in einem für sie relevanten Kontext zu erweitern und neu zu strukturieren, wird das meist nicht in den Denkschablonen und Fachschulblenden der traditionellen Wissenschaften erfolgen. Die Konstruktionsprozesse sind – im positiven Sinn – noch weitgehend undiszipliniert, d.h. Fächer übergreifend.

*Berufs- und Wissenschaftspropädeutik:* In den Sekundarstufen I und II kann der FÜU einen Beitrag leisten, die Denk- und Arbeitsweisen, die Chancen und Grenzen eines Fachs zu erhellen (Huber, 1998; Schecker & Winter, 2000). In fachlicher Konkretisierung wie im überfachlichen relativierenden Vergleich, d.h. in der Metareflexion innerhalb eines philosophischen, historischen, sozialen oder politischen Bezugsrahmens, werden naturwissenschaftliche Grundbegriffe und -methoden erarbeitet. In der internationalen Vergleichsstudie PISA (Programme for International Student Assessment) werden fünf naturwissenschaftliche Prozesse unterschieden: Naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen, Nachweise identifizieren, Schlussfolgerungen ziehen, Schlussfolgerungen kommunizieren, Verständnis für naturwissenschaftliche Konzepte zeigen (Bundesamt für Statistik, 2002). Die Prozesse erhalten eine zusätzliche Qualität, wenn sie nicht nur aus fachlicher, sondern auch aus überfachlicher Perspektive erfahren und reflektiert werden.

*Schlüsselprobleme der Menschheit:* Klafki (1996) initiierte die Diskussion um die Bedeutung der epochaltypischen Schlüsselprobleme für die Schule. Probleme wie Friedenssicherung, Bevölkerungsexplosion, Wandel der Geschlechterrollen, Umgang mit Rohstoffen lassen sich nur interdisziplinär lösen. In Anlehnung an Maingain et al. (2002) lässt sich für die Schule postulieren: Jugendliche sollen die Bereitschaft entwickeln, ein (Schlüssel-) Problem in einem Modell zu beschreiben und dann zu lösen, indem sie ihr Wissen aus verschiedenen Fächern bzw. verschiedene Gesichtspunkte vernetzen. FÜU kann hier einen wesentlichen Beitrag leisten.

*Schule als Erfahrungsraum – Lernen in Projekten:* Bereits Dewey (1935) konzipierte die Schule als Erfahrungsraum. Die 'reflektierte Erfahrung' in der Arbeit an (Alltags-) Problemen soll nachhaltige Lernprozesse auslösen. Für die methodisch-didaktische Umsetzung bietet sich die Projektmethode an. Ein projektorientierter Unterricht wird in vielen Fällen – aber nicht notwendigerweise – Fächer übergreifend sein. Eine als Erfahrungsraum verstandene Schule führt zu FÜU.

*Überfachliche Kompetenzen:* Grob & Maag Merki (2001) unterscheiden und definieren 34 überfachliche Kompetenzen, einige davon wurden in den 1990er-Jahren unter dem

<sup>1</sup> Im vorliegenden Artikel werden ausschliesslich die Schweizer Bezeichnungen verwendet. Was in den meisten Schweizer Kantonen zum Beispiel Sekundarschule heisst, wird in Deutschland als Real- oder Mittelschule bezeichnet.

wenig präzisieren Begriff Schlüsselqualifikationen diskutiert. Viele der überfachlichen Kompetenzen lassen sich sowohl im Fachunterricht wie auch im FfU verfolgen. So ist es zum Beispiel falsch zu argumentieren, Kooperationsfähigkeit oder respektvoller Umgang mit der Vergangenheit liessen sich nur im FfU erreichen. Der Fachunterricht ist hier genau so geeignet. Hingegen bietet der FfU wahrscheinlich die besseren Voraussetzungen, um überfachliche Kompetenzen wie Ambiguitätstoleranz, Umweltkompetenz oder differenziertes Denken zu fördern.

**Informationsbeschaffung im ICT-Zeitalter:** Die 'Information and Communication Technologies' (ICT) bieten neue Möglichkeiten der Informationsbeschaffung und des Informationsaustausches. Das Beschaffen und Bewerten von Informationen stellt ein wichtiges Bildungsziel dar. Anders als das Lesen eines Buches verläuft das Surfen im Internet weniger linear, sondern – im direkten und übertragenen Sinn – vernetzt. FfU soll dazu beitragen, Kinder und Jugendliche auf diese vernetzte Informationsaufnahme und -verarbeitung vorzubereiten.

**Gendergerechter Unterricht:** Physik und Chemie zählen bei vielen Mädchen ab der Pubertät zu den unbeliebtesten Schulfächern. Es gelingt zu wenig, den Unterricht so zu gestalten, dass er beide Geschlechter anspricht. Zu den in Modellversuchen und Interventionsstudien evaluierten Verbesserungsmaßnahmen gehören mehrere, die sich im FfU teilweise besser als im Fachunterricht umsetzen lassen: der Kontextbezug, die Integration des Vorverständnisses, der Einsatz kooperativer Unterrichtsformen wie der Projektmethode (Herzog et al., 1999; Labudde, 1999).

### 3. Baustein: Kategorien Fächer übergreifenden Unterrichts

Im vorliegenden Artikel verwende ich den Begriff 'Fächer übergreifender Unterricht' als Oberbegriff. Varianten des FfU werden auf zwei Ebenen unterschieden. Auf der Ebene der Fachdisziplinen unterscheide ich in Anlehnung an Häussler et al. (1998), Heitzmann (1999), Huber (1994), Kremer & Stäudel (1997):

- **Fachüberschreitenden Unterricht** (im Lehrplan der Berufsmaturitätsschulen als interdisziplinär bezeichnet): Dieser Begriff mit dem Wort 'Fach' im Singular betont das Einzelfach als Ausgangsbasis. Die Fachgrenzen werden überschritten; aus der Perspektive des Einzelfachs wird ein Blick auf andere Fächer geworfen.
- **Fächer verknüpfenden Unterricht** (multi- oder pluri-disziplinär): Mit dem Plural 'Fächer' wird die Partizipation von zwei oder mehr Fächern indiziert. 'Verknüpfend' signalisiert, dass die Fachinhalte an einer oder mehreren Stellen verwoben bzw. verknüpft werden.

<sup>2</sup> In einem anderen Artikel, der vom Internet heruntergeladen werden kann, habe ich versucht, in einer Übersichtstabelle die Begriffsvielfalt bzw. den Begriffswirrwarr im Bereich des Fächer übergreifenden Unterrichts zu klären (Labudde, 2003, S. 53–55).

- **Themenzentrierten Unterricht** (interdisziplinär): Dieser Begriff betont die Arbeit an einem Thema. Dabei gehe ich davon aus, dass beim themenzentrierten Arbeiten fast immer Bezüge zu mehreren Fächern auftreten.

Auf der Ebene der Stundentafel differenziere ich zwischen Fächer ergänzendem und integriertem Unterricht (Abb. 2).

- Beim **Fächer ergänzenden Unterricht** gibt es in der Lektionentafel neben den Einzelfächern Biologie, Chemie oder Physik spezielle, eben Fächer ergänzende Unterrichtsgefässe, z.B. in der Form von Blockwochen oder in einem Gefäss wie 'Interdisziplinärer Unterricht'.
- Beim **integrierten Unterricht** tauchen die Einzelfächer nicht mehr in der Stundentafel auf, sondern sind in ein Integrationsfach wie zum Beispiel NMM bzw. 'Mensch und Umwelt' eingebettet. Integrierter Unterricht bedeutet also keineswegs die Abkehr von jeglichem Fachunterricht oder vom konsequenten Aufbau fachwissenschaftlicher Begriffe und Methoden.

Ebene der Fachdisziplinen	
Fach überschreitend	
Fächer verknüpfend	
Themenzentriert	
<p>Von einem Einzelfach aus, z.B. der Physik, werden Verbindungen zu anderen Fächern hergestellt, z.B. zum Chemie- oder Sportunterricht.</p> <p>Basiskonzepte oder Methoden, die mehreren Fächern eigen sind, werden wechselseitig und systematisch miteinander verknüpft, z.B. enge curriculare Absprachen zwischen Physik- und Biologielehrkräften bei den Themen Hydrostatik/-dynamik bzw. Herz-Kreislaufsystem.</p> <p>Ein übergeordnetes Thema, u.U. ein Schlüsselproblem der Menschheit, wird aus der Perspektive unterschiedlicher Einzelfächer bearbeitet, z.B. die Auseinandersetzung mit dem Treibhauseffekt (Physik, Biologie, Staatskunde) oder die Erarbeitung eines Energiekonzepts für das Schulhaus.</p>	
Ebene der Stundentafel	
Fächer ergänzend	
Integriert	
<p>Fächer übergreifende Themen werden in einem eigenen Zeitgefäss – zusätzlich zu den naturwissenschaftlichen Einzelfächern und diese komplementär ergänzend – unterrichtet: z.B. die Themen Sport und Physik während einer Blockwoche.</p> <p>Es werden Fächer übergreifende Inhalte erarbeitet – mit gleichzeitiger integrierter Entwicklung fachspezifischer Begriffe. Im Gegensatz zum Fächer ergänzenden Unterricht gibt es ausserhalb des integrierten Unterrichts keinen disziplinären Unterricht. Der integrierte Unterricht enthält sowohl Fächer übergreifende wie auch fachspezifische Phasen.</p>	

Abbildung 2: Formen des Fächer übergreifenden Unterrichts, kategorisiert in zwei Ebenen [nach Heitzmann (1999) und Labudde (2003)]

In der Schweiz und in vielen weiteren Ländern haben die Naturwissenschaften bzw. der Naturkunde- und Sachunterricht anders als alle anderen Schulfächer eine teilweise lange Tradition als Integrationsfach. So ist das Fach Science bzw. STS (Science-Technology-Society) in den angelsächsischen Ländern weit verbreitet (Aikenhead, 1995). In der Lehrerinnen- und Lehrerbildung sollten wir die verschiedenen Kategorien des Fächer übergreifenden Unterrichts, ihre jeweiligen Chancen und Herausforderungen, ausführlich an konkreten Beispielen erarbeiten und dabei die Begriffe sorgfältig definieren. Nur so besteht die Chance, einflüchtige Gleichsetzungen wie 'Fächer übergreifender Unterricht gleich Projektunterricht' oder Konfusionen zwischen den Begriffen 'inter-, multi- und transdisziplinär' zu vermeiden. Es muss sichtbar werden: Fächer übergreifender Unterricht existiert in verschiedenen Varianten.

#### 4. Baustein: Das exemplarische Beispiel 'Rohstoff – Energie'

Es ist nicht Zufall, dass dieser vierte Baustein genau in der Mitte der sieben Bausteine erscheint. Exemplarische Beispiele werden in der Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften immer wieder im Mittelpunkt stehen. Aus Platzgründen skizziere ich hier nur ein einziges Beispiel und diskutiere an diesem einige fachdidaktische Probleme, denen sich Forschung und Lehre zu stellen haben.

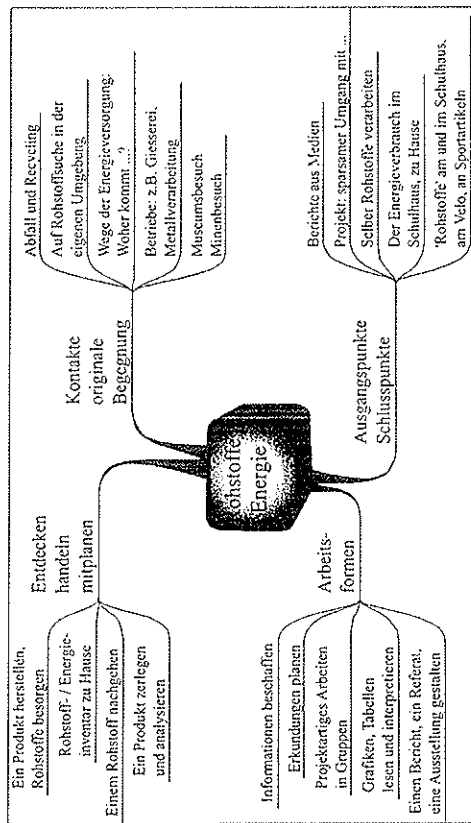


Abbildung 3: Gedanken und Zugänge zum Themenfeld 'Rohstoffe und Energie' (nach der NMM-Umsetzungshilfe 7. bis 9. Schuljahr, Erziehungsdirektion des Kantons Bern, 1996, S. 84)

Im NMM-Lehrplan des Kantons Bern werden für das 7. bis 9. Schuljahr ausführlich Bedeutung und Ausrichtung des Fachs (Bezugspunkte, Themenfelder), Richtziele (Fähigkeiten und Fertigkeiten, Erkenntnisse und Kenntnisse, Haltungen), didaktische Hinweise, Verbindungen mit anderen Fächern sowie Anregungen zur Beurteilung aufgeführt. Ergänzend zum Lehrplan gibt es zahlreiche Umsetzungshilfen. Eines von 24 Themenfeldern lautet 'Rohstoffe – Energie'. In der 'NMM-Umsetzungshilfe 7. bis 9. Schuljahr' (Erziehungsdirektion des Kantons Bern, 1996) werden zahlreiche Anregungen gegeben, u.a. ein Mindmap, das in vier Hauptästen Ideen enthält für originale Begegnungen, Arbeitsformen, Ausgangs- und Schlusspunkte sowie Entdecken – Handeln – Mitplanen (vgl. Abb. 3).

Im exemplarischen Sinn können anhand dieses Beispiels verschiedene methodisch-didaktische Chancen und Herausforderungen diskutiert werden. Ich beschränke mich im Folgenden auf einige, die typisch für den FÜU sind:

- *Ziele im FÜU:* In welchen Zielbereichen des FÜU will ich meine konkreten Hauptziele setzen? Geht es mir um Schlüsselprobleme der Menschheit (Umgang mit Rohstoffen), überfachliche Kompetenzen (z.B. Kooperationsfähigkeit beim 'projektartigen Arbeiten in Gruppen', siehe Mindmap in Abb. 3) oder Berufs- und Wissenschaftspropädeutik (im Mindmap z.B. 'selber Rohstoffe bearbeiten')? Will ich eine themenzentrierte Fragestellung nutzen, um aus ihr heraus zielgerichtet Fachbegriffe einzuführen, z.B. mit dem Thema 'Abfall und Recycling' Begriffe wie PET, Stickoxide, CO<sub>2</sub> oder Giftklassen 1 bis 5?
- *Fachbegriffe und -systematik:* Welche Fachbegriffe und -methoden benötigen die SchülerInnen und Schüler als Basis, d.h. welche fachlichen Eingangsvoraussetzungen müssen erfüllt sein? Welche lassen sich umgekehrt quasi als Produkt aus einer Unterrichtseinheit 'Rohstoffe – Energie' extrahieren? Im Fach NMM muss die fachlich korrekte Erarbeitung einiger zentraler naturwissenschaftlicher Begriffe integriert sein, denn sonst wäre es kein Integrationsfach. Beim Themenfeld Rohstoffe – Energie gehören u.a. die Grössen Energie, Leistung und Wirkungsgrad, die Einheiten Joule und Watt sowie entsprechende Messgeräte und -verfahren dazu.
- *Die eigene Fachkompetenz:* Was weiss ich als Lehrperson über den Inhalt bereits, bzw. wo kann ich mich weiter informieren? FÜU führt LehrerInnen und Lehrer immer wieder an und über die Grenzen der eigenen Fachkompetenz. Das Beschaffen von Informationen, in Abbildung 3 zum Beispiel bei 'ein Produkt zerlegen und analysieren' oder beim 'Besuch einer Glaserrot', muss in der Aus- und Weiterbildung thematisiert werden, aber auch der Umgang mit fachlicher Unsicherheit.
- *Die Zusammenarbeit mit KollegInnen und KollegIn:* Ein Integrationsfach bedingt die Kooperation mit anderen Lehrkräften. Eine Person allein kann – zumindest in der Sekundarstufe I – kaum die fünf Themengebiete, die das Fach NMM umfasst, unterrichten: Naturkunde, Geografie, Religion/Lebenskunde, Geschichte und Hauswirtschaft. Es sind verschiedene Fragen zu klären: Wo liegen meine Stärken und Schwächen? Wie lässt sich die Arbeit aufteilen, so dass die beteiligten Lehrkräfte

ihre fachlichen und didaktischen Kompetenzen einbringen können? Wie organisieren wir die Zusammenarbeit?

- *Kategorien von FfU*: NMM ist auf der Ebene der Stundentafel ein Integrationsfach (Abb. 2). Auf der Ebene der Fächer werden bei einem Themenfeld wie 'Rohstoffe – Energie' verschiedene Unterrichtskategorien zum Zuge kommen: reiner Fachunterricht (z.B. bei der physikalisch fundierten Definition der Begriffe Energie und Leistung), Fach überschreitender Unterricht ('Wege der Energieversorgung' aus der Perspektive der Geografie), Fächer verknüpfender Unterricht ('einem Rohstoff nachgehen') oder themenzentrierter Unterricht ('Projekt: sparsamer Umgang mit ...').

**5. Baustein: Didaktische Leitfragen**

Einige der im 4. Baustein vorgestellten Chancen und Herausforderungen leiten direkt zu 'didaktischen Leitfragen zum FfU' über. Die Fragen mögen Studierenden und Lehrkräften einen weiteren Orientierungsrahmen bei der Planung von FfU geben. Für die in Abbildung 4 notierten Leitfragen habe ich mich einerseits durch eine ähnliche, aber nicht spezifisch auf FfU zielende Zusammenstellung des ehemaligen Zürcher Seminars für Pädagogische Grundausbildung inspirieren lassen, andererseits durch den Entwicklungsprozess von Forschungsteam und Lehrkräften im Forschungsprojekt 'Fächer übergreifender Unterricht in der gewerblich-industriellen Berufsbildung' (siehe 7. Baustein, Labudde & Wild-Näf, 2001).

**6. Baustein: Kooperation in Lehrkräfteteams**

Eine gute Zusammenarbeit mit Kolleginnen und Kollegen bildet für FfU eine unabdingbare Voraussetzung, insbesondere für Fächer verknüpfenden und themenzentrierenden Unterricht. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich auf der Ebene der Stundentafel um Fächer ergänzenden Unterricht oder um ein Integrationsfach handelt. Sei es 'Mensch und Umwelt' in der 1. bis 9. Klasse, sei es 'Biologie und Chemie' im Gymnasium oder 'Allgemein bildender Unterricht (ABU)' in der Berufsschule.

Warum sind Kooperation und Kommunikation so wichtig? Die eine Lehrkraft holt sich bei der anderen Fachinformationen. Zum Beispiel informiert sich der Naturkundelehrer, dessen Herz eher für die Biologie denn für die Physik schlägt, bei einer physikalisch interessierten Kollegin, ob sie ihm die verschiedenen Energieeinheiten Joule, Kalorie, Kilowattstunde, Elektronenvolt erklären könne, er benötige diese Sachinformationen für das Themenfeld 'Rohstoffe – Energie'. Oder zwei Lehrpersonen, die eine aus den Naturwissenschaften, die andere aus der Mathematik, planen ihre Fächer stärker zu verknüpfen: An welchen Stellen gibt es Verbindungsmöglichkeiten, zu welchem Zeitpunkt sollte das eine Fach für das andere welches Grundlagenwissen bereitgestellt haben?

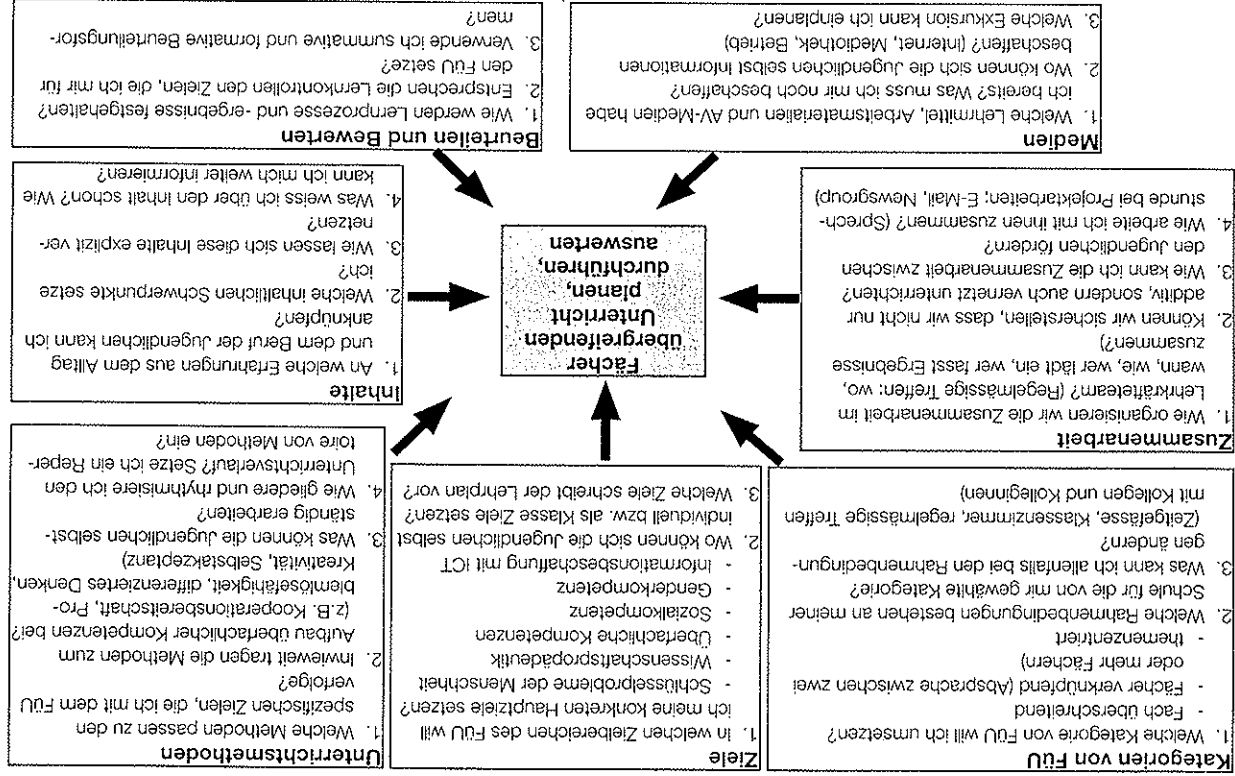


Abbildung 4: Didaktische Leitfragen zum Fächer übergreifenden Unterricht

Oder zwei Berufsschullehrpersonen, sie Fachkundelehrerin, er ABU-Lehrer, planen zusammen mit Lehrenden eine Projektwoche zum Thema 'Mobilität'. Die Bereitschaft mit Kolleginnen und Kollegen zusammenzuarbeiten bildet in der Grundausbildung wie auch in der Weiterbildung von Lehrerinnen und Lehrern eines der wichtigsten Bildungsziele. Dies gilt ganz generell, insbesondere aber auch im Hinblick auf FfU (Reinhold, 1997). In den drei Phasen Ausbildung, Berufseinführung und Weiterbildung muss dem Ziel ein hoher Stellenwert beigemessen werden. Die methodisch-didaktische Gestaltung unserer Lehr-Lernveranstaltungen hat dem Rechnung zu tragen (Labudde, 2000, 2001). Zwei Beispiele:

Wenn Studierende eine Unterrichtseinheit zum Themenfeld 'Rohstoffe – Energie' planen und durchführen, wird die Arbeit in Kleingruppen erfolgen, die mit Studierenden der Fächer Naturkunde, Geografie, Geschichte, Religion oder Hauswirtschaft interdisziplinär zusammengesetzt sind. Diese Idee ist als erster Schritt zur Kooperation weder neu noch originell. Erst mit einem zweiten Schritt kommt ein vielleicht neues Element dazu: Auf einer Metaebene soll während und nach der Unterrichtsdurchführung die Zusammenarbeit bewusst thematisiert werden: "Warum, wann, wie sollen Kooperation und Kommunikation unter Lehrpersonen stattfinden? Welche Chancen, aber auch welche Probleme sehe ich, siehst du, sehen wir?"

In fach- und gemeindidaktischen Lehrveranstaltungen, die Studierende verschiedener Fachrichtungen besuchen, habe ich bereits mehrfach gute Erfahrungen mit folgender Übung gemacht: Zwei Studierende mit unterschiedlichem fachlichem Hintergrund, z.B. Biologie und Physik, fragen und unterrichten sich gegenseitig. Meine Aufgabe an die Zweiergruppe: "Stellen Sie sich gegenseitig je eine Frage. Fragen Sie etwas, was Sie schon immer einmal wissen wollten, aber nie Zeit hatten, nach einer Antwort zu suchen. Oder fragen Sie etwas, was Sie sich bisher nicht getraut haben zu fragen." So fragt zum Beispiel die Physikstudentin die Biologin: "Woher weiss eine Biene, welche Stellung sie im Bienenvolk hat?" Und die Biologin fragt umgekehrt: "Was sind eigentlich Schwarze Löcher und Weisse Zwerge?" Eine Woche später unterrichten sich die beiden gegenseitig. Anschliessend fordere ich sie auf, zu zweit und später auch im Plenum zu diskutieren, wie sie dieses kollegiale Fragen, das kooperative Lernen und Lehren erlebt haben. Die Studierenden lernen damit nicht nur etwas im Fach, sondern vor allem auch in Bezug auf Lern-Prozesse sowie hinsichtlich Kooperation und Kommunikation im Kollegium. Es sind diese Reflexionen auf der Metaebene, die das Thema 'Kooperation im Kollegium' zu einem eigenen Baustein werden lassen. Studierende entwickeln sich so im Idealfall zu 'reflective practitioners' (Schön, 1983).

## 7. Baustein: Vom forschenden Lernen zur empirischen Forschung

In fachdidaktischen Aus- und Weiterbildungsveranstaltungen sollte es mit der Tertiarisierung der Lehrerinnen- und Lehrerbildung in der Schweiz selbstverständlich sein,

Studierende und Lehrkräfte an Forschung und Entwicklung heranzuführen. Das dürfte im Bereich der Naturwissenschaftsdidaktiken besonders leicht fallen, weil sich diese international in den letzten Jahrzehnten als Forschungsfelder und wissenschaftliche Disziplinen fest etabliert haben. Fächer übergreifender Unterricht in Naturwissenschaften stand im Fokus zahlreicher Forschungs- und Entwicklungsprojekte (Bünder & Wimber, 1997; Gerdés, 2001; Hansen & Klingner, 1998; für weitere detaillierte Literaturangaben siehe Labudde, 2003). Für diesen Baustein schlage ich ein Verteilung vor:

- I) Die Lernenden im Fokus von Evaluationen: Was bewirkt Fächer übergreifender Unterricht in Naturwissenschaften bei den Schülerinnen und Schülern?*
- Das Interesse an Naturwissenschaften ist im FfU meist höher als im gefächerten Unterricht.
  - Der Fächer übergreifende Unterricht führt bei Kindern und Jugendlichen zu einer grösseren Selbstständigkeit und zu einem umfassenderen Repertoire an naturwissenschaftlichen Methoden.
  - Der integrierte Unterricht verstärkt das Selbstkonzept bei Mädchen und jungen Frauen signifikant.
  - Die Lehrpersonen werden im FfU von den Jugendlichen anders wahrgenommen als im Fachunterricht: Im ersten Fall schreiben sie den Lehrkräften mehr methodische und pädagogisch-soziale Kompetenz zu, im zweiten Fall eher eine grössere fachliche Kompetenz.
  - Was das naturwissenschaftliche Fachwissen angeht, lassen sich in den verschiedenen Studien unterschiedliche Resultate finden. Bei den einen Evaluationen schneidet der FfU in Bezug auf das Fachwissen schlechter ab als der Fachunterricht, bei den anderen mindestens gleich gut.

*II) Die Lehrenden im Fokus von Evaluationen: Auf der Ebene von Lehrpersonen und Schulen lassen sich bei der Implementation und Umsetzung von FfU folgende Tendenzen erkennen:*

- Für eine erfolgreiche Implementation spielen Kooperation und Kommunikation zwischen den Lehrpersonen bei der Vor- und Nachbereitung von FfU eine zentrale Rolle. Feste Strukturen und Organisationsformen sind unabdingbar.
- Lehrkräfte schätzen die bei einem Integrationsfach grössere Stundenzahl, denn damit erhalten sie die Möglichkeit, vermehrt erweiterte Lern-Lehrformen einzusetzen.
- Lehrerinnen und Lehrer verändern im FfU allmählich ihre Rolle weg von der Wissensvermittlung hin zur Beratung.
- Eine Verbindung von Unterrichts- mit Schulentwicklung schafft günstige Voraussetzungen für Fächer übergreifendes Arbeiten.
- Lehrpersonen beklagen sehr den Mangel an Zeit und Unterrichtsmaterialien für FfU.
- Eine starke Fachsozialisation kann Fächer übergreifendes Arbeiten erschweren. Günstige Voraussetzungen für eine Einstellungsänderung gegenüber FfU werden

geschaffen, wenn Lehrkräfte aktiv bei der Entwicklung des Curriculums sowie der Unterrichtsmaterialien mitwirken können. Fachlehrkräfte lassen sich für FfU eher durch neue Inhalte abholen als durch unterrichtsmethodische oder erkenntnistheoretische Ideen.

*III) Kritik an den Evaluationen:* Die Forschungsergebnisse zeichnen für den FfU ein mehrheitlich positives Bild. Sie sind jedoch mit Vorsicht zu interpretieren. Denn zum einen mangelt es vielen Forschenden an Unabhängigkeit; so ist es problematisch, wenn Protagonisten des Fächer übergreifenden naturwissenschaftlichen Unterrichts in Personation Unterrichtseinheiten entwickeln und diese dann auch relativ unkritisch oder z.T. nicht den wissenschaftlichen Standards entsprechend evaluieren. Zum anderen lässt sich in manchen Evaluationen eine Konfundierung feststellen: In vielen Modell- und Schulversuchen werden im Rahmen von FfU vermehrt individualisierende und handlungsorientierte Unterrichtsmethoden eingesetzt. Was wird dann evaluiert, der Einsatz dieser Unterrichtsmethoden oder die Vernetzung von Fächern oder beides?

*IV) Aktuelle Forschungs- und Entwicklungsprojekte:* In der Schweiz wurden in den letzten Jahren bzw. werden momentan diverse Projekte zum Fächer übergreifenden Unterricht in und mit Naturwissenschaften durchgeführt. Es bietet sich die Chance, angehende und amtierende Lehrkräfte in die Projekte einzubeziehen oder sie diese mindestens studieren zu lassen. Warum nicht gemeinsam ein Gesuch, einen Zwischenbericht oder eine Publikation lesen, warum nicht Forschende zu einem Vortrag einladen? Stellvertretend für die diversen Schweizer Projekte seien genannt:

- Die Entwicklung neuer kantonaler Lehrpläne, Umsetzungshilfen und Materialien für Integrationsfächer wie NMM oder 'Mensch und Umwelt': Hier gibt es eine Fülle von Projekten; Informationen sind bei den Erziehungsdirektionen, kantonalen Weiterbildungsstellen oder Lehrmittelverlagen erhältlich.
- Sozio-ökologische Umweltbildung in der Praxis u.a. in Verbindung mit Schulentwicklung sowie Entwicklung des kritischen Denkens (Kyburz-Graber et al., 2000, für eine Übersicht über den aktuellsten Stand der Projekte siehe [www.hlm.unizh.ch](http://www.hlm.unizh.ch)).
- Bildung für eine nachhaltige Entwicklung: Evaluation der Entwicklung, Umsetzung und Wirkung von Unterrichtseinheiten für die Unterstufe (Herzog & Kaufmann-Hayoz, 2002).
- Die Untersuchung von Schülervorstellungen zu Raum, Zeit und Gesellschaft in der Primarstufe (Adamina, 2002).
- Fächer übergreifender Unterricht in der gewerblich-industriellen Berufsbildung: eine Herausforderung für die Lehrerinnen- und Lehrerbildung (Labudde & Wild-Näf, 2001).
- BEFUN: Beurteilen im Fächer übergreifenden Unterricht in Naturwissenschaften (Labudde & Heitzmann, 2002).
- Eine repräsentative Befragung von Naturwissenschaftslehrkräften des 9. Schuljahrs zum Kontext ihrer Arbeit, durchgeführt von U. Fraefel von der PH Zürich im Rahmen einer binationalen Videostudie zum Physikunterricht (Labudde, 2002).

Es bleibt zu hoffen, dass diese und weitere Projekte dazu beitragen, neue Bausteine für den Fächer übergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht sowie für naturwissenschaftsdiagnostische Lehrveranstaltungen zu liefern. Der Forschungsauftrag für die Lehrerinnen- und Lehrerbildung, das Engagement von Naturkundefachkräften und fachdidaktisierenden in Forschung, Entwicklung und Unterricht sowie die in der Schweiz traditionell enge Verknüpfung von Theorie und Praxis stimmen mich optimistisch. Alle Beteiligten werden das Haus 'Fächer übergreifender Unterricht in Naturwissenschaften' immer wieder mit neuen Bausteinen bereichern und verschönern, er-, ver-, aus- und umbauen. Rohstoffe und Energie sind hierfür in der Schweiz genug vorhanden.

## Literatur

- Adamina, M. (2002). *Schülervorstellungen zu Raum, Zeit, Gesellschaft in der Primarstufe*. Bern: Lehrerrinnen- und Lehrerbildung Bern. [www.lib.unibe.ch](http://www.lib.unibe.ch).
- Aikenhead, G. (1995). *Logical Reasoning in Science and Technology*. Toronto: John Wiley & Sons.
- Bünder, W. & Wimber, F. (1997). *BLK-Modellversuch: Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung (PING)*. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Bundesamt für Statistik und Schweiz. Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (2002). *Für das Leben gerüstet? Die Grundkompetenzen der Jugendlichen – Nationaler Bericht der Erhebung PISA 2000*. Bern: EDK.
- Dewey, J. (1935). *Das Kind und der Lehrplan* (1902). In J. Dewey & W.H. Kilpatrick (Hrsg.), *Der Projektplan – Grundlegung und Praxis*. Weimar.
- Erziehungsdirektion des Kantons Bern (1995). *Lehrplan Volksschule: Primarstufe und Sekundarstufe I*. Bern: Berner Lehrmittel- und Medienverlag BLMV.
- Erziehungsdirektion des Kantons Bern (1996). *NMM 7: Umsetzungshilfe 7-9. Schuljahr*. Bern: Berner Lehrmittel- und Medienverlag.
- Gerdes, A. (2001). *Zur Wirksamkeit von integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht (Dissertation)*. Kassel: Universität Gesamthochschule Kassel.
- Grob, U. & Maag Merki, K. (2001). *Überfachliche Kompetenzen. Theoretische Grundlegung und empirische Erprobung eines Indikatorensystems*. Bern: Peter Lang.
- Hansen, K.-H. & Klingert, U. (1998). *Interessentwicklung und Methodenverständnis im Fach Naturwissenschaften*. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Häussler, P., Bünder, W., Duit, R., Gräber, W. & Mayer, J. (1998). *Naturwissenschaftsdiagnostische Forschung: Perspektiven für die Unterrichtspraxis*. Kiel, Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Heitzmann, A. (1999). *Bereichsdiagnostik – eine Herausforderung für die neue Lehrerbinnenausbildung*. Überlegungen zur Stellung und den Aufgaben einer Bereichsdiagnostik. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 17 (2), 195-204.
- Herzog, W. & Kaufmann-Hayoz, R. (2002). *Bildung für eine nachhaltige Entwicklung: Evaluation der Entwicklung, Umsetzung und Wirkung von Unterrichtseinheiten für die Unterstufe*. Bern: Lehrerinnen- und Lehrerbildung Bern.
- Herzog, W., Neuenchwander, M., Violi, E., Labudde, P. & Gerber, C. (1999). Mädchen und Jungen im kooperativen Unterricht – Ergebnisse einer Interventionsstudie auf der Sekundarstufe II. *Bildungsforschung und Bildungspraxis*, 21 (1), 99-124.
- Huber, L. (1994). *Wissenschaftspropädeutik und Fächerübergreifender Unterricht – Eine unerledigte Hausaufgabe der allgemeinen Didaktik*. In M.A. Meyer & W. Plöger (Hrsg.), *Allgemeine Didaktik, Fachdidaktik und Fachunterricht* (S. 243-253). Weinheim: Beltz.
- Huber, L. (1998). *Fächerübergreifender Unterricht – auch auf der Sekundarstufe II?* In L. Duncker &

- W. Popp (Hrsg.). *Fächerübergreifender Unterricht in der Sekundarstufe II* (S. 18–33). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Haber, L. (2001). Stichwort: Fachliches Lernen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 3, 307–331.
- Klafki, W. (1996). Grundzüge eines neuen Allgemeinbildungskonzepts. Im Zentrum: Epochaltypische Schlüsselprobleme. In W. Klafki (Hrsg.), *Neue Studien in Bildungstheorie und Didaktik* (S. 43–81). Weinheim: Beltz.
- Kremer, A. & Stäudel, L. (1997). Zum Stand des fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Bundesrepublik Deutschland – Eine vorläufige Bilanz. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3 (3), 52–66.
- Kyburz-Graber, R., Högger, D. & Wyrsch, A. (2000). *Sozi-ökologische Umweltbildung in der Praxis. Hindernisse, Bedingungen, Potentiale*. Zürich: Universität Zürich, Abteilung Höheres Lehramt Mittelschulen. [www.hlm.unizh.ch](http://www.hlm.unizh.ch)
- Labudde, P. (1999). Mädchen und Jungen auf dem Weg zur Physik – Reflexive Koedukation im Physikunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht – Physik*, 54, 4–10.
- Labudde, P. (2000). Didaktische Leitfragen für die Lehrerinnen- und Lehrerbildung. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 18 (1), 74–76.
- Labudde, P. (2000). *Konstruktivismus im Physikunterricht der Sekundarstufe II*. Bern: Haupt.
- Labudde, P. (2001). Situiertes Lernen in fachdidaktischen Lern-Lehr-Veranstaltungen. In Deutsche Physikalische Gesellschaft – Physikdidaktik (Hrsg.), *Tätigungs-CD Jahrestagung Physikdidaktik 2001 in Bremen*. Bad Honnef: Deutsche Physikalische Gesellschaft. [www.ahl.unibe.ch/forschung/publikationen](http://www.ahl.unibe.ch/forschung/publikationen).
- Labudde, P. (2002). *Lern-Lehr-Kultur im Physikunterricht: eine Videostudie* (Forschungsgesuch an den Schweizerischen Nationalfonds). Bern: Universität Bern, Abteilung für das Höhere Lehramt. [www.ahl.unibe.ch/forschung](http://www.ahl.unibe.ch/forschung).
- Labudde, P. (2003). Fächer übergreifender Unterricht in und mit Physik: Eine zu wenig genutzte Chance. *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 1 (2), 48–66. [www.phydid.de](http://www.phydid.de).
- Labudde, P. & Heitzmann, A. (2002). *Fächer übergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht am Gymnasium: Die Bedeutung von neuen Beurteilungsformen*. Bern: Universität Bern, Abteilung für das Höhere Lehramt. [www.ahl.unibe.ch/forschung](http://www.ahl.unibe.ch/forschung).
- Labudde, P. & Wild-Näf, M. (2001). *Fächerübergreifender Unterricht in der gewerblich-industriellen Berufsbildung: eine Herausforderung für die Lehrerinnen- und Lehrerbildung*. Bern: Universität Bern, Abteilung für das Höhere Lehramt. [www.ahl.unibe.ch/forschung](http://www.ahl.unibe.ch/forschung).
- Maignain, A., Dufour, B. & Fourez, G. (2002). *Approches didactiques de l'interdisciplinarité*. Bruxelles: DeBoeck Université.
- Opitz, R. & Stäudel, L. (1997). *Memorandum zum Fächerübergreifenden Naturwissenschaftlichen Unterricht*. Weilburg: Bundesarbeitskreis Fächerübergreifender Naturwissenschaftlicher Unterricht.
- Reinhold, P. (1997). *Integrierte naturwissenschaftliche Grundbildung: Lehrerfortbildungen zur Unterrichtspraxis*. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Sächsisches Ministerium für Kultur (1992). *Lehrplan Mittelschule Physik – Klassen 6-10*. Dresden: Sächsisches Ministerium für Kultur.
- Schecker, H. & Winter, B. (2000). *Berufsorientierung und Schlüsselprobleme im fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht der gymnasialen Oberstufe (BINGO): Abschlussbericht zum Modellversuch*. Bremen: Der Senator für Bildung und Wissenschaft.
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner*. New York, NY: Basic Books.

## Autor

Peter Labudde, Prof. Dr., Universität Bern, Abt. für das Höhere Lehramt, Postfach, 3000 Bern 9