

PETER LABUDDE, ANNI HEITZMANN, PETER HEINIGER, ISABELLE WIDMER

Dimensionen und Facetten des fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterrichts: ein Modell

Zusammenfassung

Die Bezeichnung „Fächerübergreifender Unterricht“ wird als Sammelbegriff in der Schulpraxis sehr unterschiedlich verwendet und konnotiert. Im Rahmen des Forschungsprojekts BEFUN (Beurteilen im fächerübergreifenden Unterricht in Naturwissenschaften) wurde ein Modell entwickelt, das die verschiedenen Bereiche und Dimensionen von fächerübergreifendem Unterricht mit ihren jeweils spezifischen Facetten systematisiert und in ihren Bezügen aufzeigt. Das Modell verknüpft klassische Parameter der Unterrichtsplanung mit neueren Aspekten wie der Performanz und deren Überprüfung und unterscheidet verschiedene Ebenen interdisziplinären Arbeitens. Das Modell dient einerseits den Lehrpersonen als Orientierungsrahmen, möchte andererseits ein Anstoß sein, die Theorie des fächerübergreifenden Unterrichts weiter zu entwickeln.

Abstract

Both in research and in school practice, „interdisciplinary instruction“ is used as a collective term with various connotations. Within the scope of the BEFUN (assessment in integrated science instruction) research project, a model that systemizes and shows the different dimensions of integrated instruction with their specific facets was developed. The model combines classical parameters of the planning of instruction with newer aspects such as performance and its assessment. In doing so, different levels of integrated activities are discerned. On the one hand, the model serves as a framework for the orientation of teachers, and, on the other hand, it intends to encourage the further development of the theory of integrated instruction.

1 Theoretischer Hintergrund zum fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht

In Analysen der TIMSS- und PISA-Resultate (Baumert, Bos, & Lehmann, 2000a, 2000b; Baumert et al., 2001; Bund-Länder-Kommission, 1997) werden für den naturwissenschaftlichen Unterricht unter anderem mehr vertikale und horizontale Vernetzungen gefordert. Vertikale Vernetzungen sind Verbindungen innerhalb des Fachs im Sinne von intradisziplinären Bezügen und fachspezifischen Vertiefungen. Horizontale Vernetzungen bedeuten Vernetzungen zwischen zwei oder mehreren Fächern, also inter- oder transdisziplinäre Betrachtungsweisen. Mit dem Vernetzen soll auch

ein Beitrag für vermehrtes kumulatives Lernen geleistet werden und vorhandenes „träges Wissen“ aktiviert werden können.

Die horizontale Vernetzung lässt sich nur mit fächerübergreifendem Unterricht – hier als Oberbegriff verstanden – erreichen. Fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht ist daher in den letzten Jahren wieder vermehrt in das Diskussionsfeld gerückt: zum Beispiel als ein Modul im BLK-Modellversuch „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“ (Bund-Länder-Kommission, 1997) oder als durchgehender Unterrichtsansatz in einzelnen Lehrplänen für die Orientierungsstufe, 5./6. Klasse.

Mit diesen und weiteren Modellversuchen bzw. Lehrplänen wurden und werden vielfältige Entwicklungsarbeiten zum fächerübergreifenden Unterricht (füU) in Naturwissenschaften initiiert: das Planen und Umsetzen von fächerübergreifenden Unterrichtseinheiten, das Verfassen von Unterrichtsmaterialien, der Erfahrungsaustausch zum füU zwischen Lehrpersonen. Derartige Arbeiten gibt es nicht erst seit TIMSS und PISA, sondern bereits in größerem Umfang seit Ende der 80er-Jahre. Genannt seien aus Deutschland Modellversuche wie „PING: Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung“ (Bünder & Wimber, 1997; Reinhold, 1997), „BINGO: Berufsorientierung und Schlüsselprobleme im fachübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht der gymnasialen Oberstufe“ (Schecker & Winter, 2000), der Lehrplan für Naturwissenschaften an hessischen Gesamtschulen (Dörges, 1999; Gerdes, 2001; Kremer & Stäudel, 1997) oder die Datenbank des Oberstufenkollegs in Bielefeld (osk, 2005). Aus dem angelsächsischen Raum seien der STS-Ansatz (Science - Technology - Society) bzw. STSE (inklusive Environment) aufgeführt (Aikenhead, 1994, 1995; CMEC, 1997; Tal, Dori, Keiny & Zoller, 2001), aus Österreich die Entwicklungsarbeiten einiger Lehrkräftegruppen im Modellversuch „IMST: Innovations in Mathematics and Science Teaching“ (Krainer et al., 2002) oder aus der Schweiz die Lehrpläne der verschiedenen Kantone für das Integrationsfach Naturwissenschaften (siehe z.B. Erziehungsdirektion des Kantons Bern, 1995). Dem breiten Spektrum und Reichtum an Entwicklungsarbeiten, wie sie oben aufgeführt werden, steht ein Theoriedefizit gegenüber. Denn die meisten der genannten Publikationen beschränken sich auf Argumente für füU, Definitionen von füU sowie konkrete Beispiele; in einigen Fällen gibt es zudem empirische Evaluationen des füU. Für eine Übersicht siehe Labudde (2003). Auch Publikationen, die sich allgemein auf füU beziehen, d.h. nicht spezifisch auf die Naturwissenschaften, vermindern das Theoriedefizit nicht (Duncker & Popp, 1998;

Golecki, 1999; Huber, 1994, 2001; Maingain, Dufour, & Fourez, 2002; Moegling, 1998), weil sie vor allem Begründungen, nicht aber systematische Analysen zum Thema liefern.

Mit dem vorliegenden Artikel möchten wir einen Beitrag leisten, die Theorie des fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterrichts weiter zu entwickeln. Diese theoretische Fundierung findet im Rahmen von zwei Forschungsprojekten zum fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht in der Sekundarstufe II statt: „Beurteilen im fächerübergreifenden Unterricht in Naturwissenschaften (BEFUN, 2003-2006)“ (Labudde & Heitzmann, 2002; Widmer, 2004) sowie „Fächerübergreifender Unterricht in der gewerblich-industriellen Berufsbildung: eine Herausforderung für die Lehrerinnen- und Lehrerbildung (2001-2005)“ (Labudde & Wild-Näf, 2001; Szlovak, 2002; Szlovak, Labudde, Schären, Wild-Näf & Weber, 2004).

Mit unseren Untersuchungen wollen wir einerseits helfen einige Fragen der Wissenschaft zu beantworten: Welche Kategorien von füU lassen sich unterscheiden? Welche Dimensionen umfasst fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht? Wie lässt sich fächerübergreifender Unterricht realisieren? Gibt es verschiedene Ausprägungsgrade von füU? Andererseits hoffen wir Lehrkräften Antworten auf konkrete Fragen geben zu können wie: Gehört Team-Teaching zwingend zum füU? Sollte füU vor allem als Projektunterricht durchgeführt werden? Was heißt überhaupt fächerübergreifend Unterrichten?

Dazu wurde im Rahmen des Forschungsprojekts BEFUN ein Modell entwickelt, welches verschiedene Dimensionen des fächerübergreifenden Unterrichts in ihren Bezügen aufzeigen soll.

Das Modell verknüpft klassische Unterrichtsplanungsparameter (Klafki 1996) mit neueren Aspekten wie der Performanz und deren Überprüfung sowie verschiedenen Ebenen von interdisziplinärem Arbeiten.

2 Das Modell im Überblick

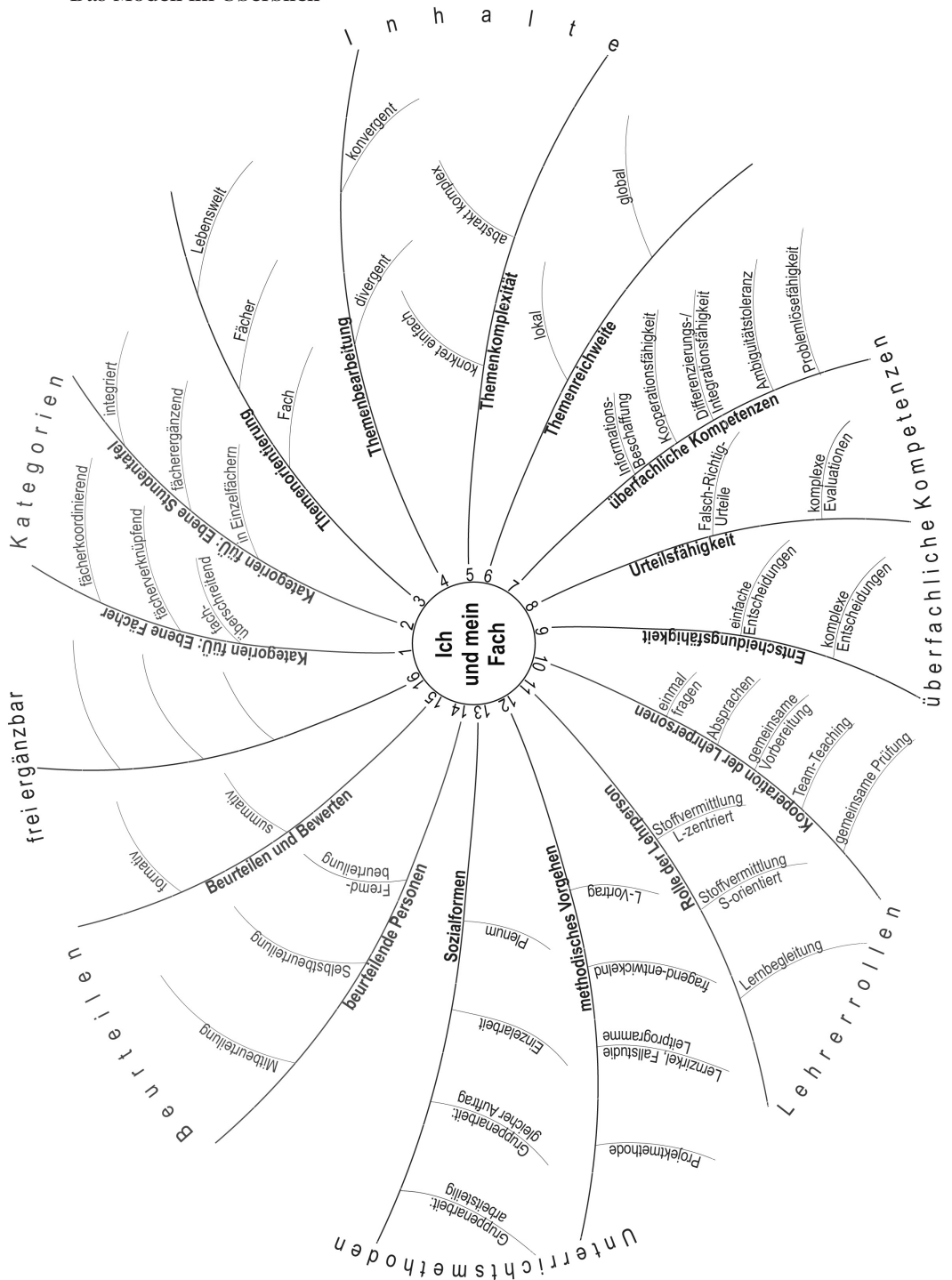


Abbildung 1: Dimensionen und Facetten des fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterrichts: die Äste 1 und 2 bilden die Dimension Kategorien, 3-6 Inhalte, 7-9 überfachliche Kompetenzen, 10-11 Lehrerrollen, 12-13 Unterrichtsmethoden, 14-15 Beurteilen, 16 frei ergänzbare Dimension.

Im Mittelpunkt des Modells, das die Form eines Mindmaps aufweist, stehen die Lehrperson und ihr Fach, „Ich und mein Fach“. Dies aus zwei Gründen: Einerseits soll im Modell von der Lehrkraft ausgegangen werden, denn sie ist es, die zusammen mit Schülerinnen und Schülern den Rahmen für Lehr- und Lernprozesse aufspannt; im Sinne eines konstruktivistischen Ansatzes – hier auf die Lehrerinnen und Lehrer bezogen – soll auch die Lehrperson mit ihrem Vorverständnis „abgeholt“ werden (Heitzmann, 1999; Labudde, 2004). Andererseits sind die Lehrpersonen der Sekundarstufen I und II stark durch ihr Fachstudium sozialisiert; Ausgangspunkt vom Lehrerhandeln ist daher in vielen Fällen das Fach mit seiner Systematik. Seit der klassischen Bildungstheorie wurde die Mehrdimensionalität des Handelns im Unterricht diskutiert. Klafki hat in seinen Studien zur Bildungstheorie und Didaktik den Begriff Dimensionen für die Unterrichtsplanung differenziert und unterscheidet bei den drei Dimensionen zur inneren Differenzierung zwischen der Dimension der Unterrichtsphasen, der Dimension der Differenzierungsaspekte und der Dimension der Aneignungs- und Handlungsebenen (Klafki, 1996). Daraus hervorgegangen sind dann die klassischen, allgemein akzeptierten Parameter der Unterrichtsplanung wie Bedingungen, thematische Strukturierung, Relevanz, Zugänge und Ziele.

Im Zusammenhang mit fächerübergreifendem Unterricht eignet sich der Begriff Dimension nun wieder, um die durch die Komplexität bedingte Mehrdimensionalität zu umschreiben, wobei die klassischen Dimensionen nach Klafki ergänzt und erweitert werden. Das Modell umfasst sieben Bereiche, im vorliegenden Artikel als Dimensionen des fächerübergreifenden Unterrichts bezeichnet: 1) Kategorien, 2) Inhalte, 3) überfachliche Kompetenzen, 4) Lehrerrollen, 5) Unterrichtsmethoden, 6) Beurteilen, 7) frei ergänzbare Dimension. Bei der Auswahl der Dimensionen stützten wir uns sowohl auf den aktuellen Forschungsstand zum fÜU wie auch auf Bedürfnisse von Lehrerinnen und Lehrern, die in von uns durchgeführten Erhebungen ermittelt wurden (Labudde, 2003, 2004, Szlovak 2002, Szlovak et al.

2004). In der wissenschaftlichen Literatur (siehe oben Kap. 1) werden unter anderem die vier Dimensionen Kategorien, Inhalte, überfachliche Kompetenzen und Unterrichtsmethoden thematisiert, bei Lehrkräften kommen in der Schulpraxis neben diesen Dimensionen noch Fragen nach der Lehrerrolle sowie dem Beurteilen hinzu. Eine siebte Dimension wird als frei ergänzbare bezeichnet: Lehrerinnen und Lehrer, Forscherinnen und Forscher sollen hier eigene Akzente setzen können; unser Modell ist nicht abgeschlossen, sondern ein erster Diskussionsvorschlag. Die meisten Dimensionen gelten nicht nur für den fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht, sondern für den fÜU generell.

Jede Dimension weist je zwei bis vier Facetten auf, jeweils als ein Ast dargestellt. Das Mindmap umfasst damit 16 Äste, die sich auf sieben Dimensionen aufteilen. Jeder Ast, d.h. jede Facette, umfasst von innen nach außen mehrere Stufen bzw. Ausprägungen: Innen befinden sich diejenigen, die dem „Ich und mein Fach“ am nächsten stehen, d.h. die direkt im Fachunterricht auftreten bzw. daran anknüpfen. Je mehr man sich auf einem Ast nach außen bewegt, desto mehr entfernt man sich vom „üblichen“ Fachunterricht. Üblich wird hier als derjenige Biologie-, Chemie- bzw. Physikunterricht verstanden, wie er von der Mehrheit der Lehrkräfte in Deutschland gemäß empirischen Untersuchungen wie z.B. TIMSS, PISA oder Videostudien zum naturwissenschaftlichen Unterricht durchgeführt wird.

Dieses Modell weist damit gewisse Parallelen zu den Kompetenzmodellen auf, wie sie derzeit im Rahmen von Bildungsstandards entwickelt werden (siehe Klieme et al. (2003) bzw. die Websites der Kultusministerkonferenz, www.kmk.org). Auch dort werden einerseits mehrere Komponenten bzw. Dimensionen, andererseits innerhalb einer Dimension verschiedene Ausprägungen bzw. Stufen unterschieden, nämlich von Minimal- über Regel- zu Maximalstandards. Ein wesentlicher Unterschied besteht allerdings darin, dass sich Kompetenzmodelle auf Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler beziehen, während unser Modell auf

den Unterricht, genauer auf den füU und die Lehrpersonen fokussiert.

Das Modell wird bewusst als Mindmap dargestellt, um damit an die Metapher „sich auf Äste hinauslassen“ anzuschließen. Dieses Sprachbild, das im süddeutschen Raum sowie insbesondere in der Schweiz verbreitet ist, meint „sich aus dem Fenster hinauslehnen“. Lehrerinnen und Lehrer, die fächerübergreifend unterrichten, verlassen das sichere „Ich und mein Fach“ und „lassen sich auf Äste hinaus“. Das Sich-auf-Äste-Hinauslassen, die Dimensionen, Facetten und Stufen unseres Modells werden in den folgenden Kapiteln genauer beschrieben.

3 Die verschiedenen Dimensionen und Facetten des Modells

3.1 Dimension Kategorien

Mit dieser Dimension schließen wir zum einen an die wissenschaftliche Diskussion über die verschiedenen Kategorien von fächerübergreifendem Unterricht an, zum anderen an die Frage der Lehrkräfte „Was heißt überhaupt fächerübergreifender Unterricht?“. Die Kategorien fächerübergreifenden Unterrichts – hier und in der Literatur meist als Oberbegriff verstanden – lassen sich auf der Ebene der Fächer und auf der Ebene der Stundentafel unterscheiden. Die Dimension „Kategorien“ weist somit zwei Äste auf.

Im ersten Ast differenzieren wir auf der Ebene der Fächer und unterscheiden von innen nach außen fachüberschreitenden, fächerverknüpfenden und fächerkoordinierenden Unterricht. Im fachüberschreitenden Unterricht werden in ein Einzelfach, z.B. in den Physikunterricht, Inhalte aus einem anderen Fach, z.B. aus dem Chemie- oder Sportunterricht, eingebracht. Zum Beispiel stellt die Physiklehrerin in der Atomphysik Beziehungen zum Periodensystem der Chemie her. Im fächerverknüpfenden Unterricht werden Basiskonzepte oder Methoden, die mehreren Fächern eigen sind, wechselseitig und systematisch miteinander verknüpft, z.B. enge curriculare Absprachen zwischen Biologie- und Physiklehrkraft bei den Themen Hydrostatik/-dynamik bzw. Herz-Kreislaufsystem. Im fächerkoordinieren-

den Unterricht wird ein übergeordnetes Thema, unter Umständen ein Schlüsselproblem der Menschheit, aus der Perspektive unterschiedlicher Einzelfächer bearbeitet, z.B. die Auseinandersetzung mit dem Treibhauseffekt (Physik, Biologie, Staatskunde) oder die Erarbeitung eines Abfall- und Recyclingkonzepts für das Schulhaus.

In den meisten Publikationen werden diese drei Stufen von fächerübergreifendem Unterricht unterschieden, allerdings variieren die Bezeichnungen der drei Ausprägungen je nach Publikation stark voneinander. Wir haben die Bezeichnungen der Forschungsgruppe des IPN Kiel übernommen (Häußler, Bündler, Duit, Gräber & Mayer, 1998). Für eine Übersicht und Gegenüberstellung anderslautender Begriffe wie „fächerverbindend“, „fächerintegrierend“, „inter-, multi-, pluri- oder transdisziplinär“ sei auf Labudde (2003, S. 55) verwiesen.

Im zweiten Ast unterscheiden wir verschiedene Kategorien des füU auf der Ebene der Stundentafel. FüU kann in den Einzelfächern stattfinden, fächerergänzend oder integriert (Häußler et al., 1998; Heitzmann, 1999; Huber, 1994). Beim fächerübergreifenden Unterricht in einem Fach, d.h. im fachüberschreitenden Unterricht, oder in mehreren Fächern, z.B. im fächerverknüpfenden Unterricht, befindet man sich noch nahe beim „Ich und mein Fach“. Fächerergänzender Unterricht weicht davon dann stärker ab: ein fächerübergreifendes Thema wird in einem eigenen „Fach“ oder in einer Projektwoche – zusätzlich zu den naturwissenschaftlichen Einzelfächern und diese komplementär ergänzend – unterrichtet, z.B. das Thema Sport und Physik während einer Blockwoche. Der integrierte Unterricht befindet sich dann ganz außen auf dem Ast. Zu ihm sind unter anderem der STSE-Ansatz im angelsächsischen Raum, der Modellversuch PING, der Lehrplan für das Fach Naturwissenschaften in der Orientierungsstufe und die meisten Schweizer Lehrpläne mit Fächern wie „Natur-Mensch-Umwelt“ zu zählen. In derartigen Integrationsfächern werden fächerübergreifende Inhalte erarbeitet, mit gleichzeitig integrierter Entwicklung fachspezifischer Inhalte. Im Gegensatz zum fächerergänzenden Unterricht

gibt es außerhalb des integrierten Unterrichts keinen disziplinären Unterricht. Der integrierte Unterricht enthält sowohl fächerübergreifende wie auch fachspezifische Phasen.

3.2 Dimension Inhalte

Die inhaltliche Dimension umfasst vier Äste, d.h. vier Facetten: Themenorientierung, Themenbearbeitung, -komplexität sowie -reichweite. Bei den beiden letzten stützen wir uns auf den kanadischen Rahmenlehrplan für das Fach STSE, „Common Framework of Science Outcomes“ (CMEC, 1997).

Der Ast Themenorientierung umfasst von innen nach außen die drei Stufen Fach, Fächer und Lebenswelt. In einer ersten Stufe ist der Inhalt primär am einzelnen Fach orientiert. Im Physikunterricht wird z.B. der Energiebegriff eingeführt, dabei werden am Rande Bezüge zur Biologie (Nährwert von Lebensmitteln, Alltagswort „Kalorien“) oder zur Chemie (Energiebilanz von chemischen Reaktionen) hergestellt. In der zweiten Stufe geht es um ein Thema, das in mindestens zwei Fächer verankert ist. Als Beispiel mag die Erarbeitung des Begriffs Wirkungsgrad dienen: Wird dieser nicht nur anhand physikalischer Beispiele erklärt und berechnet, sondern auch anhand von Beispielen aus der Arbeits- und Sportphysiologie, muss man sich inhaltlich auf verschiedene Fächer bzw. Fachdisziplinen abstützen: Physik, Medizin, Biologie. Ohne diese breite Abstützung bleibt es unverständlich, warum z.B. der Wirkungsgrad beim Schaufeln in gebückter Haltung nur 3%, derjenige beim Radfahren aber 25% beträgt (Labudde, 1993, S. 42-49). In der dritten Stufe ist das Thema an der Lebenswelt und nicht mehr an einem Einzelfach oder mehreren Fächern orientiert. Während bei den ersten beiden Stufen die Fach- bzw. Fächerperspektive die Themenwahl dominiert, ist es hier primär die Lebenswelt. Ein derartiges Thema wäre z.B. die Entwicklung eines Energiesparkonzepts für die eigene Schule. Der Ast „Themenorientierung“ mit seinen drei Ausprägungen weist an verschiedenen Stellen Parallelen zum weiter oben beschriebenen Ast „Kategorien: Ebene Fächer“ auf.

Der zweite Ast betrifft die Themenbearbeitung: Ist diese divergent oder konvergent? Divergent ist zum Beispiel das Thema „Zeit“. Es könnte im Rahmen eines fächerverknüpfenden Unterrichts (siehe Dimension Kategorien) während mehrerer Schulwochen in verschiedenen Schulfächern behandelt werden: Zeitmessung und -definition in der Physik, Zeit als Thema in der Literatur in Deutsch, Umgang mit Zeit im Fach Philosophie, Gottes Zeit in Religion. Jede Fachlehrkraft bleibt noch nah am „Ich und mein Fach“. Mit der Erarbeitung in verschiedenen Fächern divergiert das Thema und es bleibt den Jugendlichen überlassen, die verschiedenen fachlichen Zugänge zum Zeitbegriff für sich zu integrieren. Anders bei einem konvergenten Thema, wie zum Beispiel die Frage „DDT – in dubio pro reo?“. Jugendliche der Sekundarstufe II sollen sich selbst eine Meinung zur Frage bilden, ob DDT weltweit verboten werden soll oder nicht: Eine fächerübergreifende Fragestellung, zu deren Beantwortung Biologie, Chemie, Volkswirtschaft und Ethik herbeizuziehen sind. Auch wenn nicht alle Personen zur gleichen Antwort kommen werden, konvergiert das Thema doch auf eine subjektive Antwort hin. Die Lehrperson ist hier weiter von ihrem Fach entfernt als bei einem divergenten Thema.

Die beiden letzten Äste basieren auf Aussagen im kanadischen Rahmenlehrplan für das Fach STSE. Es heißt dort (CMEC, 1997, Kap. 4.1): *„As students advance from grade to grade, the understandings about STSE interrelationships are developed and applied in increasingly demanding contexts. In the early years, considerable attention is given to students acquiring an operational understanding of these interrelationships. In the later years, these understandings are more conceptual in nature. Growth in STSE understandings may involve each of the following elements: complexity of understanding from simple, concrete ideas to abstract ideas; from limited knowledge of science to more in-depth and broader knowledge of science and the world applications in context; from contexts that are local and personal to those that are societal and global consideration of variables and perspectives; from one or*

two that are simple to many that are complex critical judgment; from simple right or wrong assessments to complex evaluations decision making; from decisions based on limited knowledge, made with teacher guidance, to decisions based on extensive research, involving personal judgment and made independently, without guidance."

Der erste Punkt entspricht unserem Ast Themenkomplexität: von einfachen naturwissenschaftlichen Ideen hin zu komplexen, abstrakten. Der zweite Punkt findet sich im Ast Themenreichweite wieder: von lokalen und die eigene Person betreffenden Themen hin zu globalen und die gesamte Gesellschaft betreffenden Themen. Für Lehrpersonen bilden komplexe bzw. globale Themen eine besondere Herausforderung, sie müssen sich weiter auf die Äste hinausbegeben.

3.3 Dimension Überfachliche Kompetenzen

In der Literatur lassen sich verschiedenste Argumente für fächerübergreifenden Unterricht finden (für eine Übersicht siehe Labudde, 2003). Ein Argument bilden die überfachlichen Kompetenzen bzw. in einer älteren Terminologie die so genannten Schlüsselqualifikationen. FÜU soll zum Beispiel dazu beitragen eine Kompetenz wie Kooperationsfähigkeit zu fördern. Wie bereits an anderer Stelle ausgeführt (Labudde, 2003), muss diese Argumentation differenziert werden. Denn viele überfachliche Kompetenzen lassen sich auch im Fachunterricht fördern, es bleiben nur wenige Kompetenzen, deren Förderung eher im FÜU denn im Fachunterricht gelingen könnte. Trotz dieser Einschränkung lohnt es sich eine drei Facetten umfassende Dimension Überfachliche Kompetenzen einzuführen.

Die erste Facette, d.h. der erste Ast, umfasst überfachliche Kompetenzen ganz allgemein. Einige dieser Kompetenzen können relativ nahe am Fach angesiedelt werden, z.B. die Fähigkeit zur Informationsbeschaffung und -bewertung oder die Fähigkeit zur Kooperation. Andere hingegen sind weiter vom Einzelfach entfernt, weil sie die Auseinandersetzung mit fächerübergreifenden Themen vorausset-

zen. Dazu gehören die Differenzierungs- und Integrationsfähigkeit, die Ambiguitätstoleranz oder die Fähigkeit komplexe Probleme zu lösen. Bei den hier verwendeten Begriffen lehnen wir uns an Grob & Maag Merki (2001) an, die 34 überfachliche Kompetenzen definieren, um darauf aufbauend Evaluationsinstrumente zu entwickeln und Lehrpläne zu evaluieren. Über die von uns im Modell aufgenommenen Kompetenzen sowie über ihre Reihenfolge auf dem Ast lässt sich diskutieren. Wichtig bleibt, dass es einige überfachlichen Kompetenzen gibt, die näher am Fach, d.h. am Fachunterricht, liegen als andere, die sich eher im FÜU fördern lassen.

Mit den folgenden beiden Ästen werden zwei spezifische Kompetenzen besonders herausgehoben. Darüber lässt sich streiten, denn nach dem ersten Ast dieser Dimension, in dem es ganz allgemein um überfachliche Kompetenzen geht, bilden jetzt zwei einzelne Kompetenzen je einen Ast: Urteils- sowie Entscheidungsfähigkeit. Beide überfachlichen Kompetenzen spielen im STSE-Ansatz eine zentrale Rolle und verdienen deshalb als je separate Äste aufgeführt zu werden. Bei der Urteilsfähigkeit geht es von einfachen Falsch-Richtig-Urteilen hin zu komplexen Evaluationen oder wie es in der kanadischen Originalversion heißt (s.o.): „*critical judgment from simple right or wrong assessments to complex evaluations*“. Bei der Entscheidungsfähigkeit werden von innen nach außen unterschieden „einfache Entscheidungen“, bei denen nur begrenztes Wissen notwendig ist und die Lehrperson stützend hilft, sowie „komplexe Entscheidungen“, die ausgiebige Recherchen und Analysen, ein Abwägen von Werten sowie selbstständige Arbeit erfordern (s.o. der letzte Punkt im Zitat aus dem kanadischen Rahmenlehrplan).

3.4 Dimension Lehrerrollen

In der Dimension Lehrerrollen werden in zwei Ästen die Kooperation der Lehrperson mit Kolleginnen und Kollegen sowie die Rolle gegenüber den Schülerinnen und Schülern aufgenommen.

Im FÜU stößt eine Lehrkraft oft an ihre Wissensgrenzen, sie muss andere Lehrpersonen fra-

gen. Oder der füU ist bereits von Anfang so konzipiert, dass im Team unterrichtet wird. Im Ast „Kooperation der Lehrpersonen“ werden die verschiedenen Formen der Zusammenarbeit dargestellt: in fünf Stufen geht es vom einmaligen Fragen über Absprachen, gemeinsamer Vorbereitung und Team-Teaching bis hin zu gemeinsamen Prüfungen. Mit jeder Stufe entfernt sich die Lehrperson weiter von ihrem Fach: Beim einmaligen Fragen nach einer Information aus dem anderen Fach kann die Lehrkraft noch im oder nahe am eigenen Fach bleiben; der Austausch mit der anderen Fachperson beschränkt sich auf den Wissensbereich. Bei Absprachen oder insbesondere der gemeinsamen Vorbereitung ist die Kooperation bereits wesentlich enger, es geht um Inhalte, Stoffgliederung und eventuell auch um Unterrichtsformen, z.B. ein gemeinsamer Lernzirkel zu einem fächerübergreifenden Thema. Das „Ich und mein Fach“ muss an einigen Stellen zugunsten der anderen Person und deren Fach differenziert, angepasst oder z.T. aufgegeben werden („mit dir als Partnerin kann ich den Stoff nicht mehr so unterrichten, wie ich es bisher alleine gemacht habe“). Beim Team-Teaching und erst recht bei gemeinsamen Prüfungen ist die Kooperation noch enger, kommen grundsätzliche Verhaltensmuster und Einstellungen zum Vorschein und werden im Team diskutiert: „Welche Ziele sind dir in deinem Fach wichtig? Warum überprüfst du nur die einen Ziele und die anderen nicht? Wie ließen sich letztere prüfen und bewerten?“. Bei derartigen Diskussionen begeben sich Lehrkräfte im fächerübergreifenden Unterricht weit auf Äste hinaus, eventuell reflektieren und überarbeiten sie im weitesten Sinn ihre Bilder von Schule und Unterricht, vom Lernen und Lehren.

Ein zweiter Ast der Dimension „Lehrerrollen“ betrifft die Rolle der Lehrperson gegenüber den Schülerinnen und Schülern. Übernimmt sie den Part der Stoffvermittlerin und organisiert eine lehrerzentrierte Unterrichtssequenz bzw. -einheit? Oder steht für sie zwar auch die Stoffvermittlung im Vordergrund, aber orientiert sie den Unterricht an den Schülerinnen und Schülern? Oder – ganz außen auf dem Ast – übernimmt sie die Rolle der Lern-

begleitung und Lernberatung? Alle drei Rollen haben je nach Unterrichtsziel und -methode ihre Berechtigung. Und auch füU kann je nach Rolle das eine Mal in der einen Form, das andere Mal in der anderen Form stattfinden. Die Unterschiede liegen auch hier wieder darin, wie weit sich die Lehrkraft vom Zentrum des „Ich und mein Fach“ entfernt. In der Rolle der Lernbegleiterin geht die Lehrperson auf die Lernwege der Schülerinnen und Schüler ein, die unter Umständen sehr weit vom eigenen Lernweg und Fach entfernt liegen können.

3.5 Dimension Unterrichtsmethoden

Fächerübergreifender Unterricht kann in verschiedensten Unterrichtsformen stattfinden und nicht nur, wie oft assoziiert wird, im so genannten Projektunterricht. Wir nehmen deshalb die Dimension Unterrichtsformen in unser Modell auf, auch wenn es sich dabei nicht um etwas Spezifisches für den füU handelt, sondern von allgemein didaktischem Wert ist. In einem ersten Ast werden Unterrichtsmethoden aufgelistet: vom Lehrervortrag über fragend-entwickelnden Unterricht über Lernzirkel / Fallstudie / Leitprogramm bis hin zur Projektmethode. Im Fachunterricht dominieren gemäß zahlreichen empirischen Untersuchungen die beiden erst genannten Methoden, sie lassen auch füU zu, z.B., wenn in einem Lehrervortrag Verbindungen zwischen verschiedenen Fächern hergestellt werden. Lernzirkel, Fallstudie und Leitprogramm, die sich alle sowohl für den Fachunterricht wie für den füU eignen, sind bereits offenere Unterrichtsformen; mit dieser Offenheit entfernt man sich weiter vom „Ich und mein Fach“ fort. Dies gilt dann in noch stärkerem Maße für die Projektmethode (Frey, 1998). Auch sie lässt sich sowohl im Fach- wie im fächerübergreifenden Unterricht einsetzen. Von daher ist es falsch, wenn manchmal behauptet wird, sie sei der Königsweg für den füU. Denn damit wird ein zu enges Bild von füU suggeriert, das seinen vielen Dimensionen und Facetten nicht Rechnung trägt.

Ein zweiter Ast enthält die Sozialformen: vom Plenumsunterricht über Einzelarbeit bis hin zur arbeitsgleichen bzw. arbeitsteiligen Gruppen-

arbeit. Mit diesem Ast wollen wir betonen, dass füU sehr wohl in verschiedensten Sozialformen stattfinden kann und nicht nur als Gruppenarbeit. Wir hoffen damit – wie auch mit anderen Ästen wie „Themenorientierung“ oder „Kooperation der Lehrpersonen“ – bei Lehrkräften die Schwellenangst vor füU senken zu können. Das Fuder füU soll nicht überladen werden, sondern es gilt die Gestaltungsmöglichkeiten in füU aufzuzeigen.

3.6 Dimension Beurteilen

Beurteilen (eine Rückmeldung zu einer Arbeit ohne Note) und Bewerten (eine Rückmeldung in Form einer Note oder eines Prädikats) führen häufig zu Schwierigkeiten im füU: „Wie kann ich etwas Fachfremdes beurteilen? Muss immer alles benotet werden? Wie lassen sich Schülerinnen und Schüler bei der Beurteilung einbeziehen?“ Mit derartigen Fragen setzen wir uns im Forschungsprojekt „Beurteilen im fächerübergreifenden Unterricht in Naturwissenschaften (BEFUN)“ auseinander. Erste Ergebnisse liegen vor (Labudde & Heitzmann, 2002; Widmer, 2004), weitere werden bei Projektende im Jahre 2006 publiziert werden.

Die Dimension Beurteilen umfasst zwei Äste: in einem ersten geht es um die beurteilenden Personen, in einem zweiten um die summative und formative Beurteilung: Bei den beurteilenden Personen unterscheiden wir Fremd-, Selbst- und Mitbeurteilung. Bei der Fremdbeurteilung gibt die Lehrperson ein Urteil ab, in vielen Fällen wird sie auch eine Note setzen. Die Fremdbeurteilung kann durch eine oder auch – in einem füU, in dem Lehrkräfte eng miteinander kooperieren – durch zwei oder mehr Lehrpersonen (siehe Ast „Kooperation der Lehrpersonen in der Dimension „Lehrrollen“). Bei der Selbstbeurteilung hält die Schülerin bzw. der Schüler einen kritischen Rückblick auf die eigene Arbeit. Als paradigmatisches Beispiel sei der „Fragebogen zur Projektbewertung für Schülerinnen und Schüler“ genannt (in unserer Terminologie müsste es Projektbeurteilung heißen); der Fragebogen wird in den Abschlussprüfungen für Hauptschulen in Baden-Württemberg eingesetzt (Baden-Württemberg, 2002; www.schule-bw.

de/schularten/hauptschule/abschlusspr). In der äußersten Stufe geht es um die Mitbeurteilung durch Mitschüler und -schülerinnen. Die Lernenden beurteilen gegenseitig ihre Arbeiten, die Lehrperson mit ihrem „Ich und mein Fach“ ist weit entfernt.

Im zweiten Ast unterscheiden wir das summative und formative Beurteilen und Bewerten. Nah an der Lehrperson und am Fach ist die summative Beurteilung oder Bewertung. Als Eichpunkte dienen die behandelten Unterrichtsziele und -inhalte sowie die Klasse als Ganzes. Anders die formative Stufe, hier handelt es sich um eine Rückmeldung an das einzelne Individuum. Eichpunkte sind nicht mehr die Klasse oder die allgemeinen Unterrichtsziele, sondern es ist die Entwicklung der Einzelperson. Dabei wird es in den meisten Fällen um eine Beurteilung und nicht um eine Bewertung gehen. Für Beispiele sei verwiesen auf Bambach, Bartnitzky, von Ilsemann & Gunter (1996), Bohl (2004) und Sacher (2001).

3.7 Dimension „Frei ergänzbar“

Ein Ast unseres Modells wird bewusst freigelassen. Damit soll symbolisiert werden, dass das Modell nicht abgeschlossen und „fertig“ ist. Forscherinnen und Forscher, Lehrerinnen und Lehrer sind eingeladen, diesen Ast zu benennen und so dem Modell eine neue Dimension oder neue Facetten zuzuordnen.

Bei den überfachlichen Kompetenzen ließe sich zum Beispiel die Problemlösefähigkeit als neuer Ast hinzufügen: von einer Problemlösefähigkeit, bei der nur Begriffe und Methoden eines Fachs zum Zuge kommen, bis hin zu einer Problemlösefähigkeit, in der auf Fertigkeiten und Fähigkeiten aus verschiedenen Fächern zurückgegriffen wird. Oder es ließe sich eine neue Dimension „Experimente“ hinzufügen: von der Durchführung eines einfachen Versuchs im Fach unter genauer Anleitung bis hin zur selbstständigen Planung und Durchführung eines komplexen fächerübergreifenden Experiments.

Fächerübergreifender Unterricht hat viele Dimensionen und Facetten, kann auf verschiedenste Art und Weise stattfinden. Dieser Reichtum an Möglichkeiten ist konstitutiv für füU,

weshalb der leere Ast – zumindest als Symbol – in das Modell hineingehört. Der Horizont unseres Forschungsteams ist zu beschränkt, um alle Dimensionen und Facetten wahrnehmen und ausleuchten zu können. Forschende und Lehrende mögen ihren jeweiligen Bedürfnissen entsprechend das Modell mit weiteren Dimensionen und Facetten ergänzen.

4 Chancen und Grenzen des Modells

Mit dem vorliegenden Modell sollen die verschiedenen Dimensionen und Facetten des fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterrichts ausgebreitet werden. FüU lässt sich auf sehr verschiedene Art und Weise gestalten. In der einen Variante wird sich eine Lehrkraft mehr auf die einen Äste hinauswagen, in der anderen auf andere Äste. Wichtig ist uns, mit dem Modell zu klären, dass sich Forschende und Lehrpersonen nicht auf allen Ästen gleichzeitig nach außen begeben müssen. Es muss eben nicht Projektmethode, Team-Teaching, konvergentes Thema, Lernbegleitung und formative Beurteilung gleichzeitig sein. Dies ist nur eine Umsetzungsmöglichkeit für füU von vielen, dazu eine aufwändige. Eine andere und einfachere Variante wäre fächerverknüpfender Unterricht mit einem divergenten Thema und summativer Beurteilung.

Ein Vorläufer des vorliegenden Modells wurde bereits in der Grundausbildung wie in der Weiterbildung von Lehrkräften eingesetzt. Spontane mündliche Rückmeldungen zeigten, dass angehende und amtierende Lehrpersonen das Modell als hilfreich einstufen: Es habe ihnen die Augen für die verschiedenen Dimensionen des füU geöffnet und geholfen, eigene fächerübergreifende Unterrichtseinheiten zu planen und zu situieren. Im Rahmen unseres Forschungsprojekts werden wir den Einsatz des Modells in der Weiterbildung von Lehrkräften sorgfältig empirisch evaluieren. Das Modell hat allerdings auch seine Grenzen. Wir weisen insbesondere auf folgende Diskussionspunkte hin:

- Es gibt weitere Dimensionen und Facetten, z.B. der Einsatz von naturwissenschaftlichen Methoden im füU, die im Modell nicht

aufgenommen wurden. Dies aus Sorge es nicht zu überladen.

- Bei einigen Ästen gibt es Überschneidungen. So hätte z.B. die Stufe „gemeinsame Prüfung“ im Ast „Kooperation der Lehrpersonen“ auch in der Dimension „Beurteilen“ aufgeführt werden können. Oder die beiden Äste „Themenorientierung“ und „Kategorien auf der Ebene der Fächer“ weisen gewisse Parallelen auf.
- Die Darstellung in Form eines Mindmaps mag suggerieren, fächerübergreifende Unterrichtseinheiten quantitativ miteinander zu vergleichen: Jede Einheit wird auf jedem Ast eingestuft, d.h. durch einen Punkt markiert. Auf je mehr Ästen die Punkte weit außen liegen bzw. je größer die durch die Punkte aufgespannte Fläche ist, desto fächerübergreifender ist eine Unterrichtseinheit. Ein derartiges Vorgehen wäre nicht in unserer Absicht, denn es handelt sich in unserem Modell um eine qualitative Darstellung, mit der die Augen für die verschiedenen Dimensionen, Facetten und Stufen des füU geöffnet werden sollen.
- Für die Dimension „Überfachliche Kompetenzen“ ließe sich ein separates Modell, ebenfalls in Form eines Mindmaps, entwickeln. Denn diese Dimension ist zu komplex, um sie in drei Ästen, die zudem noch auf verschiedenen Ebenen liegen, darzustellen.
- Die Dimensionen und Facetten beziehen sich zu wenig auf den naturwissenschaftlichen Unterricht. Das meiste gilt nicht nur für einen integrativen Naturwissenschaftsunterricht, sondern auch für einen füU mit einer Naturwissenschaft oder sogar für einen füU, in dem gar keine Naturwissenschaft beteiligt ist.

Diese Kritikpunkte mögen berechtigt sein. Wir wollen mit unserem Modell die wissenschaftliche Diskussion über den fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht einen Schritt weiterbringen. Eine „Forschungsagenda Fächerübergreifender Unterricht“ liegt vor (Labudde, 2005), die Weiterentwicklung von Modellen für den füU ist eines von mehreren Forschungsdesiderata.

Dabei gilt sowohl für Forschende, die Modelle entwickeln oder für Lehrende, die fürU evaluieren, wie auch für Lehrende, die fürU in der täglichen Schulpraxis umsetzen: „Wer sich auf Äste hinauslassen will, braucht lange Wurzeln.“ Die Auseinandersetzung mit fürU bedingt solides Fachwissen. Fächerübergreifender Unterricht kann Fachunterricht nicht ersetzen, aber sehr wohl bereichern und komplementär ergänzen.

5 Dank

In unserem Forschungsprojekt BEFUN können wir uns auf Vorarbeiten eines anderen Projekts zum fächerübergreifenden Unterricht in der Berufsbildung abstützen. Dies betrifft indirekt auch die Modellentwicklung. Herzlichen Dank für die entsprechenden Vorarbeiten unserer Kolleginnen und Kollegen Barbara Szlovak, Martin Wild-Näf, Beat Schären und Jürg Weber! Die kritischen Fragen, die Rück- und Nachfragen der 25 Lehrpersonen, mit denen wir im Projekt im Rahmen eines Weiterbildungskurses zusammenarbeiten, sind für uns immer wieder wichtige Quellen für neue, oft unkonventionelle Ideen und Anregungen praktischer und theoretischer Art. In großzügiger Weise wird unser Projekt von der Berner Lehrerinnen- und Lehrerbildung finanziert (Nr. 02 02 s 03), das erwähnte Projekt aus der Berufsbildung von der Kommission für Innovation und Technologie (KTI, 5563.1 BFS).

6 Literatur

- Aikenhead, G. (1994). What is STS Science Teaching? In J. Solomon & G. Aikenhead (Eds.), *STS Education: International Perspectives on Reform* (pp. 1-10). Toronto, New York: John Wiley & Sons.
- Aikenhead, G. (1995). *Logical Reasoning in Science and Technology*. Toronto, New York: John Wiley & Sons.
- Baumert, J., Bos, W., & Lehmann, R. (Eds.). (2000a). TIMSS/III. Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie. Band 1: Mathematische und naturwissenschaftliche Grundbildung am Ende der Pflichtschulzeit. Opladen: Leske+Budrich.
- Baumert, J., Bos, W., & Lehmann, R. (Eds.). (2000b). TIMSS/III. Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie. Band 2: Mathematische und physikalische Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe. Opladen: Leske+Budrich.
- Baumert, J., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U., Schneider, W., et al. (2001). PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Opladen: Leske + Budrich.
- Bünder, W., & Wimber, F. (1997). BLK-Modellversuch: Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung (PING). Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Bund-Länder-Kommission. (1997). Gutachten zur Vorbereitung des Programms „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“. Bonn: Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung.
- CMEC (Council of Ministers of Education, Canada, 1997): Common Framework of Science Learning Outcomes. www.cmec.ca/science/framework
- Döriges, A. (1999). Erfahrungen von Lehrerinnen und Lehrern mit dem Lernbereich Naturwissenschaften in der Sekundarstufe I in Hessen (Staatsexamensarbeit). Universität Kassel, Kassel.
- Duncker, L., & Popp, W. (Eds.). (1998). Fächerübergreifender Unterricht in der Sekundarstufe I und II: Prinzipien, Perspektiven, Beispiele. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Erziehungsdirektion des Kantons Bern. (1995). Lehrplan Volksschule: Primarstufe und Sekundarstufe I. Bern: Berner Lehrmittel- und Medienverlag BLMV.
- Frey, K. (1998). Die Projektmethode (8 ed.). Weinheim, Basel: Beltz.
- Gerdes, A. (2001). Zur Wirksamkeit von integriertem naturwissenschaftlichem Unterricht (Dissertation). Kassel: Universität Gesamthochschule Kassel.

- Golecki, R. (Ed.). (1999). Fächerübergreifender Unterricht auf der gymnasialen Oberstufe. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Grob, U., & Maag Merki, K. (2001). Überfachliche Kompetenzen. Theoretische Grundlegung und empirische Erprobung eines Indikatorensystems. Bern, Peter Lang.
- Häußler, P., Bündler, W., Duit, R., Gräber, W., & Mayer, J. (1998). Naturwissenschaftsdidaktische Forschung: Perspektiven für die Unterrichtspraxis. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- 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.
- Huber, L. (1994). Wissenschaftspropädeutik und Fächerübergreifender Unterricht – Eine unerledigte Hausaufgabe der allgemeinen Didaktik. In M. A. Meyer & W. Plöger (Eds.), Allgemeine Didaktik, Fachdidaktik und Fachunterricht (pp. 243-253). Weinheim: Beltz.
- Huber, L. (2001). Stichwort: Fachliches Lernen. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 3, 307-331.
- Klafki, W. (1996): Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik. 5. Auflage. Weinheim und Basel: Beltz
- Klieme, E. et al. (2003). Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards – Eine Expertise. Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Krainer, K., Dörfler, W., Jungwirth, H., Kühnelt, H., Rauch, F., & Stern, T. (Eds.). (2002). Lernen im Aufbruch: Mathematik und Naturwissenschaften. Pilotprojekt IMST2. Innsbruck: Studienverlag.
- 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.
- 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. Im Internet unter: www.phydid.de → 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. (2005). Forschungsagenda Fächerübergreifender Unterricht: ein Ausblick. In SIBP (Ed.), Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsbildung. Zollikofen: Schweizerisches Institut für Berufspädagogik (SIBP), 59-67.
- Labudde, P., & Heitzmann, A. (2002). Fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht am Gymnasium: Die Bedeutung von neuen Beurteilungsformen (Forschungsgesuch). Bern: Abteilung für das Höhere Lehramt.
- Labudde, P., & Wild-Näf, M. (2001). Fächerübergreifender Unterricht in der gewerblich-industriellen Berufsbildung: eine Herausforderung für die Lehrerinnen- und Lehrerbildung (Forschungsgesuch). Bern: Universität Bern, Höheres Lehramt.
- Maingain, A., Dufour, B., & Fourez, G. (2002). Approches didactiques de l'interdisciplinarité. Bruxelles: DeBoeck Université.
- Moegling, K. (1998). Fächerübergreifender Unterricht – Wege ganzheitlichen Lernens in der Schule. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- osk (2005). Fächerübergreifender Unterricht auf der Sekundarstufe II: Beispiele. www.osk.uni-bielefeld.de/FueU-Materialien/welcome.html
- Reinhold, P. (1997). Integrierte naturwissenschaftliche Grundbildung: Lehrerfallstudien zur Unterrichtspraxis (Vol. IPN 159). Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Schecker, H., & Winter, B. (2000). Berufsorientierung und Schlüsselprobleme im fachübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht der gymnasialen Oberstufe (BINGO): Abschlussbericht zum Modellversuch. Bremen: Der Senator für Bildung und Wissenschaft.
- Szlovak, B. (2002). Fächerübergreifender Unterricht in Berufsschulen: Der Status quo aus der Sicht von Lehrpersonen. Bern: Abteilung für das Höhere Lehramt.
- Szlovak, B., Labudde, P., Schären, B., Wild-Näf, M., & Weber, J. (2004). Fächerübergreifenden Unterricht planen und durchführen: Ein Leitfaden für Lehrpersonen. Bern und Zollikofen: Abteilung für das Höhere Lehramt und Schweizerisches Institut für Berufspädagogik. Im Netz unter: www.ahl.unibe.ch → Forschung → Projekte → aktuelle Projekte → Fächerübergreifender Unterricht in der gewerblich-industriellen Berufsbildung.
- Tal, R. T., Dorí, Y. J., Keiny, S., & Zoller, U. (2001). Assessing conceptual change of teachers involved in STES education and curriculum development – the STEMS projekt approach. International Journal of Science Education, 23(3), 247-262.
- Widmer, I. (2005). Realizing integrated science instruction at the upper secondary level – The chances and challenges of assessment from the teacher's perspective. In Fischer, H. (Ed.), Developing Standards in Research on Science Education. London: Taylor and Francis, 241-245.

Prof. Dr. Peter Labudde
Pädagogische Hochschule Bern
Institut Sekundarstufe II
Postfach
CH-3000 Bern 9
peter.labudde@phbern.ch
Physik- und Naturwissenschaftsdidaktiker,
Leiter Institut Sekundarstufe II

Prof. Dr. Anni Heitzmann
Fachhochschule Aargau
Pädagogische Hochschule
Küttigerstrasse 21
CH-5000 Aarau
anni.heitzmann@fh-aargau.ch
Biologie- und Naturwissenschaftsdidaktikerin,
Leiterin Institut Sekundarstufe

Peter Heiniger
Neue Mittelschule Bern NMS
Waisenhausplatz 29
CH-3011 Bern
heiniger.peter@nms-admin.ch
Biologie- und Chemielehrer, Rektor Gymnasium NMS

Isabelle Widmer
Pädagogische Hochschule Bern
Institut Sekundarstufe II
Postfach
CH-3000 Bern 9
isabelle.widmer@phbern.ch
Physikerin, Forschungsassistentin