

HELMUT FISCHLER

**Physikdidaktisches Wissen und Handlungskompetenz**

Physics related pedagogical content knowledge and teaching competence

**Zusammenfassung**

Welche Kenntnisse aus dem Wissensbestand der Physikdidaktik benötigen Studierende, Lehramtsanwärter(innen) und bereits unterrichtende Lehrkräfte, um den Anforderungen und Erwartungen in ihrem Beruf genügen zu können, also vor allem im Stande zu sein, guten Physikunterricht zu planen und durchzuführen? Drei in den letzten Jahren erschienene Lehrbücher der Physikdidaktik geben Anlass, darüber nachzudenken, welche Inhalte dafür besonders geeignet und welche Kriterien für einen angemessenen Umfang und eine akzeptable Qualität ihrer Darstellung anzusetzen sind. Die Erörterungen thematisieren das keineswegs gelöste Problem des Verhältnisses zwischen fachdidaktischem Wissen und unterrichtspraktischem Können, suchen nach der in den Büchern erkennbaren Einbettung der Abhandlungen in größere zeitliche und inhaltliche Zusammenhänge und fragen, ob die in den Büchern behandelten Themen in ihrer Auswahl und in der Tiefe ihrer Verarbeitung den in der Physikdidaktik erreichten Standards entsprechen.

Schlüsselwörter: Physikunterricht, fachdidaktisches Wissen, Handlungskompetenz.

**Abstract**

Research in science education has provided a lot of information about the processes of teaching and learning physics in classrooms. Which parts of this knowledge do prospective teachers as well as experienced teachers need in order to meet the demands and expectations they are confronted with during their professional activities? What are the criteria for the selection of topics and for their presentation in a book that attempts to describe the central ideas and the main research results within physics education? In the following, these questions are discussed on the background of the unsolved problem concerning the relationship between a teacher's pedagogical content knowledge and his/her practical competence in the field of teaching. Three books on physics education published within the last years are the basis of these reflections.

Keywords: Physics education, pedagogical content knowledge, teaching competence.

**Teil I: Zum aktuellen Stand der Diskussion****Physikdidaktische Lehrbücher als Angebote zum Aufbau und zur Erweiterung des professionellen Wissens**

Ein Student oder eine Studentin der Physik bereitet sich mit Hilfe eines Standardwerkes, z.B. mit dem „Tipler“, auf die mündliche Prüfung im Rahmen des abschließenden Exams an der Universität vor und weiß, dass die mit dem intensiven Studium des Lehr-

buches gewonnenen fundierten Kenntnisse nicht nur für die Prüfung selbst, sondern auch für die Lösung physikalisch geprägter Probleme in der späteren beruflichen Tätigkeit hilfreich sein werden. Lässt sich Vergleichbares auch für das Studium der Fachdidaktik Physik feststellen, d.h. ist es wahrscheinlich, dass gründliches physikdidaktisches Wissen zu erfolgreichem Physikunterricht verhilft? Wenn solches Wissen nicht unbedingt zu gutem Unterricht führt, also dafür nicht hinreichend ist, ist es dann wenigstens notwendig? Dass diese Fragen nicht einfach

zu beantworten sind, weiß jeder, der sich der komplexen Aufgabe des Unterrichts jemals gestellt hat. Von der Nützlichkeit fachdidaktischen Wissens für das Handeln im Unterricht gehen jedenfalls Autoren und Herausgeber physikdidaktischer Lehrbücher aus, die in den letzten Jahren zwar mit in Details unterschiedlichen Zielsetzungen, aber im Grunde jedoch in der gleichen Annahme erschienen, dass fachdidaktisches Wissen eine wichtige Voraussetzung für einen guten Physikunterricht darstellt.

Kircher, E.; Girwidz, R.; Häußler, P. (Hrsg.): *Physikdidaktik – Theorie und Praxis* Berlin-Heidelberg: Springer, 2007. 754 Seiten, € 69,95

Mikelskis, H.F. (Hrsg.): *Physik-Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II* Berlin: Cornelsen Scriptor, 2006. 288 Seiten, € 19,95

Willer, J.: *Didaktik des Physikunterrichts* Frankfurt/M.: Harri Deutsch, 2003. 502 Seiten, € 39,80

Es sind mehr als Nuancen, in denen sich die Ansprüche, mit denen die Autoren und Herausgeber ihre Bücher vorstellen, voneinander unterscheiden, auch wenn sie in vergleichbarer Weise bereits in der jeweiligen Einleitung auf die enge Verschränkung von Theorie und Praxis hinweisen und die Bücher als Theoriedarstellungen und Praxishilfen verstanden wissen wollen. Aber bereits auf diesen ersten Seiten werden verschiedene Gewichtungen deutlich: Willer betrachtet seine Darstellungen als Versuch, „Befunde der fachdidaktischen Forschung in Ratschläge für die Unterrichtspraxis umzusetzen“ (S. 2). Angesichts der Vorläufigkeit bisheriger Forschungsergebnisse und ihres Charakters als „Stückwerk“ sieht er diesen Versuch als Wagnis an, und er macht deutlich, wie er seine „Ratschläge“ verstanden wissen möchte, wenn er nämlich „dem in der Praxis stehenden Physiklehrer“ rät, die „Forschungsergebnisse, falls sie ihn über-

zeugen, in seine Unterrichtspraxis ein(zu) bringen“ (S. 7). Im Wesentlichen bleibt diese Umsetzung dem Lehrer überlassen, die kurzen Abschnitte „Folgerungen für den Unterricht“ am Ende einiger Kapitel ändern nichts an dieser Einschätzung. Willers Zurückhaltung geht einher mit seinem Bild eines erfahrenen Lehrers, der, „getragen von seiner pädagogischen Verantwortung“, am besten weiß, wie er seine eigenen Erfahrungen mit den fachdidaktischen Erkenntnissen so verbinden muss, dass seine Entscheidungen den spezifischen Bedingungen seines Unterrichts angepasst sind.

Als alleiniger Autor seines Buches kann Willer erreichen, dass seine Ideen von einem Lehrbuch bis in den kleinsten Abschnitt hinein deutlich werden. Das ist in einem Sammelband anders: Von dem Herausgeber einer „Physik-Didaktik“, die in 17 Teilkapiteln von 13 Autorinnen und Autoren verfasst wurde, erwartet man klare Zielvorgaben, die dem Band eine intentionale Klammer geben. Mikelskis hält sich jedoch zumindest im Vorwort zurück. In nicht ganz konsistenter Zielbeschreibung wird einerseits der Anspruch erhoben, eine umfassende Darstellung der Grundlagen anzubieten, nämlich „eine kompetente und aktuelle Einführung in Theorie und Praxis des Physikunterrichts“ (S. 10). Andererseits wird aber auch realistisch erkannt, dass sich die Praxis des Physikunterrichts einer systematischen Erörterung entzieht und daher nur exemplarisch Ansätze zur Verbesserung des Physikunterrichts vorgetragen werden können (S. 9).

Der Band von Kircher, Girwidz und Häußler enthält vor allem Beiträge des erstgenannten Herausgebers und neben den Kapiteln der anderen Herausgeber kürzere Texte von weiteren 22 Autorinnen und Autoren. Drei Personengruppen werden als Adressaten angesprochen: Studenten sollen mit dem Studium der „aktuellen theoretischen Grundlagen der Physikdidaktik“ die Prüfungen zum Abschluss des Lehrerstudiums an der Hochschule erfolgreich absolvieren, Anfängern im Lehrerberuf soll zur Bewältigung der Anfangsprobleme *Handlungswissen* angeboten

werden und für erfahrene Lehrkräfte dient das Buch als Überblick über die aktuellen Diskussionen in der Physikdidaktik.

Ambivalent sind die Äußerungen zum Anspruch des Buches, Theorie und Praxis des Physikunterrichts zu erfassen. Zum einen wird der erwartete unterrichtspraktische Gewinn der Lektüre ziemlich hoch angesetzt: Handlungswissen werde „vor allem in Übersichten, Zusammenfassungen und Handlungsanweisungen für die Unterrichtsplanung dargestellt“ (S. VI). Zum anderen wird, ähnlich wie bei Willer, auf die von einer Lehrkraft gewonnenen praktischen Erfahrungen verwiesen, die zu den wichtigsten Grundlagen des Unterrichtshandelns gehören und damit einem systematisch aufgebauten Lehrbuch zur Physikdidaktik Grenzen ziehen. Dieser Hinweis muss nicht als Einschränkung der Reichweite eines Buches mit fachdidaktischen Informationen und Ratschlägen interpretiert werden, im Gegenteil, die Bücher von Willer und Kircher et al. nehmen für den Bereich der Lehrerbildung eine Erkenntnis auf, die in konstruktivistischer Sichtweise für das Lernen der Physik längst Allgemeinheit geworden ist, aber für das Lernen von Lehrenden offensichtlich noch keine Anerkennung gefunden hat: Ohne die Berücksichtigung vorhandener Vorstellungen hat es jede Bemühung, die Akzeptanz und Verwirklichung von Konzepten zu erreichen, ungleich schwerer als ein Lernangebot, das auf die in verschiedenen Handlungskontexten angesammelten pädagogischen Ansichten und Überzeugungen eingeht. Das gilt für Lehrkräfte aller Erfahrungsstufen: Studierende beginnen ihre Ausbildung nicht als „unbeschriebene Blätter“, die völlig frei von allgemein-pädagogischen und unterrichtsbezogenen Vorstellungen wären und nicht bereits dreizehn Schuljahre aus der Schülerperspektive erlebt hätten. Auch jede erfahrene Lehrkraft verfügt über eine Fülle von aus vielfältigen Erfahrungen erwachsenen pädagogischen und didaktischen Handlungsprinzipien. Generell hat sich daher die Einsicht durchgesetzt, dass die Arbeit mit

Lehrenden nur dann Erfolg versprechend ist, wenn ihnen die Möglichkeit eingeräumt wird, ihre Erfahrungen und Vorstellungen in die Veränderungsprozesse einzubringen (Borko & Putnam, 1995; Putnam & Borko, 1997; Keiny, 1994; Tillema, 1994). Ein Lehrbuch sollte auf diese Einsicht reagieren. Bei Willer erhält dieser Aspekt mit einem separaten Kapitel den angemessenen Raum (Physiklehrer und -lehrerinnen: Verhalten und Wirkung), bei Kircher et al. ist er wenigstens ansatzweise zu erkennen, bei Mikelskis fehlt er völlig. In allen drei Büchern wird jedoch nicht thematisiert, dass nicht nur Schülerinnen und Schüler Entwicklungsverläufe in ihren Kompetenzen aufweisen, sondern auch Lehrkräfte (v. Aufschnaiter, 2007). Auf die in verschiedenen berufsbiographischen Phasen vorhandenen Voraussetzungen und Fördermöglichkeiten wird daher nicht in differenzierter Weise eingegangen.

### **Lehrerwissen und Lehrerhandeln: Kontroverse Relationierungen**

Eine kritische Betrachtung fachdidaktischer Lehrbücher bliebe ohne die Erörterung der Determinanten professioneller Handlungskompetenz von Lehrkräften fragmentarisch. Welche Bedeutung hat fachdidaktisches Wissen für das Lehrerhandeln im Unterricht, welche anderen Wissensbereiche sind für dieses Handeln ebenfalls maßgeblich, und ist das Wissen eines Lehrers generell unabdingbar für sein praktisches Können?

In der erziehungswissenschaftlichen Literatur sind Reflexionen über Aspekte professioneller Kompetenzen von Lehrkräften (beispielhaft: Oser, 1997; Terhart, 2002) bei weitem zahlreicher als Berichte über empirische Untersuchungen, die aufklären könnten, wie sich solche Kompetenzen entwickeln und wodurch sie gekennzeichnet sind. Als halbwegs konsensuell kann man die Diskussion über die verschiedenen Facetten des professionellen Wissens von Lehrkräften bezeichnen. Viele Vorschläge für eine

Topologie dieses Wissens gehen auf einen Vorschlag von Shulman (1986) zurück, dessen stark ausdifferenzierte Gliederung in der nachfolgenden Literatur auf drei Bereiche reduziert wurde, die sich seit langem bereits in verschiedenen inhaltsbezogenen und organisatorischen Strukturen in allen Phasen der Lehrerbildung widerspiegeln: Dem als inhaltliche Basis allen Fachunterrichts fungierenden *Fachwissen* steht als Ergänzung oder auch Korrektiv *allgemeines pädagogisches Wissen* zur Seite, und schließlich bildet vor allem *fachdidaktisches Wissen* die Grundlage für Entscheidungen über intendierte Lehr- und Lernprozesse im Unterricht. Diese Einteilung ist nicht besonders originell, schließlich beruht die Struktur der Lehrerbildung in Deutschland seit Jahrzehnten auf diesen drei Säulen. Die näheren Bestimmungen der Wissensformen und deren Abgrenzungen zueinander bieten allerdings immer wieder Anlässe für Kontroversen. So gibt es etwa zum notwendigen Ausmaß der fachwissenschaftlichen Vertiefung des Lehrerwissens unterschiedliche Positionen, so z.B. auch die Ansicht, das den zukünftigen Lehrkräften vermittelte Fachwissen sollte von Anfang an pädagogisch überformt sein und nicht allein unter fachsystematischen Gesichtspunkten erworben werden (Arbeitsgruppe, 2004; DPG, 2006).

Dem im Grunde breiten Konsens über die Kategorien des Lehrerwissens steht ein weites Spektrum von Hypothesen über den Zusammenhang zwischen Wissen und pädagogischer Handlungskompetenz gegenüber. Relativ klar sind diejenigen Bildungsforscher positioniert, die diesen Zusammenhang in empirischem Zugriff zum Zwecke der Optimierung der Lehrerbildung und der Festlegung professioneller Standards untersuchen und dabei prinzipiell davon ausgehen, dass sich Wissen und Handlungskompetenz aufeinander abbilden lassen. In diesem Verständnis ist praktisches Können als prozedurales Wissen eine analysierbare Komponente der professionellen Handlungskompetenz, die nach Baumert und Kunter (2006) zusammen mit Wertvorstellungen, motivationalen

Orientierungen und metakognitiven Fähigkeiten zu den Konstituenten pädagogischer Expertise gehört. Forschung konzentriert sich vorwiegend auf die messbaren Komponenten Wissen und Können, nicht zuletzt auch deshalb, weil eventuelle Ergebnisse am ehesten in Ausbildungsgängen berücksichtigt werden können.

Die Bedeutung des Wissens für pädagogische Könnerschaft wird von Autoren relativiert, die für das erfolgreiche Handeln im Unterricht ganz andere Qualitäten verantwortlich machen, nämlich die Fähigkeiten, sich auf von Dynamik gekennzeichnete Situationen intuitiv und improvisierend einzulassen. „Könnerschaft (ist) niemals bloße Wissensapplikation“, sondern erfordere die „Kunst der Kontextualisierung dieses Wissens auf besondere Fälle“ (Neuweg, 2005, S. 206), eine Fähigkeit, für die neben dem Wissen auch Erfahrung, Reflexion und Persönlichkeit unverzichtbar sind. Wie hochkomplex der Zusammenhang zwischen pädagogischem Wissen und Können sein kann, zeigt Neuweg (2004) mit der Beschreibung von je sechs Integrations- und Differenzkonzepten. Integration von Wissen und Können geschieht dort, wo bewusst konsekutiv (erst die Theorie, dann die Praxis, bzw. umgekehrt) oder parallel zueinander beide Komponenten aufeinander bezogen werden, in einem Differenzkonzept werden nicht dem Wissen, sondern anderen Einflussfaktoren höhere Bedeutung zuerkannt, das sind z.B. Charakteristika der Lehrerpersönlichkeit und Effekte langer und reflektierter Erfahrung.

### Fachdidaktisches Wissen und Unterrichtsqualität: Empirische Hinweise

„Wissen ist weder eine immer notwendige, noch auch eine jemals hinreichende Voraussetzung für Könnerschaft“ (Neuweg, 2006, S. 32). Diese eher aus heuristischen Analysen konkreter Handlungen abgeleitete Aussage bedarf natürlich der empirischen Absicherung, wobei der zweite Teil zumindest im pädagogischen Bereich fast als common

sense gelten kann, denn jedem aufmerksamen Beobachter fallen Individuen ein, die trotz exzellenten Fachwissens nicht fähig sind, es weiterzugeben. Baumert und Kunter (2006) resümieren nach ihrer Sichtung der Forschungsliteratur sehr vorsichtig und betonen zunächst, dass oft unklar bleibt, was unter Fachwissen und fachdidaktischem Wissen verstanden wird, wie nahe z.B. das mathematische Fachwissen an den Inhalten des Mathematikunterrichts bleibt. Nehme man diese Unsicherheit in Kauf, lasse sich eine gewisse Ergebnistendenz feststellen: Fachdidaktisches Wissen schein eine in seinen Wirkungen vom Fachwissen unterscheidbare Wissenskomponente zu sein, und es dränge sich der Eindruck auf, dass sich zumindest im Fach Mathematik sowohl das fachliche Verständnis der unterrichteten Sachverhalte als auch fachdidaktisches Wissen positiv auf einen lernfördernden Unterricht auswirke. „Erste Ergebnisse“ im Rahmen des COACTIV-Projekts „belegen tatsächlich einen positiven Effekt des fachbezogenen Wissens von Lehrkräften auf die mathematische Leistung ihrer Schülerinnen und Schüler“ (Brunner et al., 2006, S. 77). „*Fachbezogenes Wissen*“ umfasst in der Definition der Autoren „mathematisches Fachwissen als vertieftes Hintergrundwissen über Inhalte des mathematischen Schulcurriculums“ (S. 59) und fachdidaktisches Wissen als Wissen darüber, wie verständnisvolle Lernprozesse unterstützt werden können (S. 59).

Bezüglich des fachdidaktischen Wissens ist die Kernaussage im COACTIV-Projekt relativ allgemein: „Das fachdidaktische Wissen einer Lehrkraft ist eine entscheidende Größe für das Lernen der Schüler“ (Krauss et al., im Druck; vgl. auch Krauss et al., in press). Eine angemessene Einschätzung dieser Aussage muss die im Projekt vorgenommene Konzeptualisierung fachdidaktischen Wissens einbeziehen: Unter den drei Komponenten fachdidaktischen Wissens befindet sich Wissen über das Potenzial des Schulstoffs für Lernprozesse (z.B. Wissen über das multiple Lösungspotenzial von Aufgaben). Die beiden anderen Komponenten betreffen

Wissen über (fachspezifische) Instruktionsstrategien und Wissen über fachspezifische Schülerkognitionen. Ein Beispiel aus der Subfacette Inhalte/Aufgaben soll illustrieren, wie fachnah einige der Items sind, mit denen diese Komponente operationalisiert ist. Es werden den Lehrkräften Aufgaben vorgelegt, deren Verwendungsmöglichkeiten zur kognitiven Aktivierung der Schüler erfragt werden. Ausgehend von der Annahme, dass vor allem solche Aufgaben für die Unterstützung von Lernprozessen geeignet sind, die multiple Lösungsmöglichkeiten vorweisen, wird einer Lehrkraft eine um so höhere fachdidaktische Kompetenz zugeschrieben, je mehr Lösungsmöglichkeiten sie zu einer Aufgabe angeben kann. In dem Beispiel-Item lautet die Schüler-Aufgabe: „Wie ändert sich der Flächeninhalt eines Quadrats, wenn man die Seitenlänge verdreifacht? Begründe deine Antwort!“ (Brunner et al., 2006, S. 65). Die Lehrkraft wird gebeten, möglichst viele Lösungsmöglichkeiten anzugeben und diese zu begründen.

Mit dieser Konzeptualisierung wird zunächst ein starker Zusammenhang zwischen Fachwissen und fachdidaktischem Wissen festgestellt. Weniger ausgeprägt, aber immer noch signifikant ist der Einfluss des fachdidaktischen Wissens auf die kognitive Aktivierung der Schüler (Kunter et al., 2007).

Bei der Interpretation dieser Aussagen ist es wichtig zu beachten, welche Merkmale mit der gewählten Konzeptualisierung nicht erfasst sind. „Handlungsnahe Aspekte des fachdidaktischen Wissens (z.B. die tatsächliche Reaktion auf kritische Unterrichtssituationen) konnten mit den gewählten Methoden und Instrumentarien nicht erfasst werden“ (Brunner et al., 2006, S. 66), und Fragen zum methodischen Repertoire werden in diesem Verständnis als nicht ausreichend mathematikspezifisch betrachtet. In dem weiten Spektrum möglicher Auffassungen darüber, wie Lehrerwissen zu beschreiben sei und welche Funktionen es für das Lehrerhandeln habe (Borko & Putnam, 1996; Munby, Russel & Martin, 2001), nimmt diese Position einen Platz ein, der von Neuweg (2000) als

„intellektualistisch“ bezeichnet wird, weil in diesem Verständnis ohne die Akte des intelligenten Planens und Anwendens Handeln nicht denkbar sei. Wie wichtig es ist, in den Berichten aus dem Untersuchungsbereich Wissen/Können/Kompetenzen die Konzeptualisierungen der verwendeten Parameter und die Domänenabhängigkeit genauer zu kontrollieren, hebt Lipowsky (2006) in einer Analyse „empirischer Evidenzen“ hervor. Er weist z.B. darauf hin, dass für die Lehrerexpertise zumeist handlungsferne Komponenten hinzugezogen wurden (etwa Prädikat des Studienabschlusses) und festgestellte Zusammenhänge sich fast ausschließlich auf Mathematik beziehen; für die Naturwissenschaften seien die Befunde meistens inkonsistenter.

Wie problematisch es ist, bereits in der verwendeten Terminologie die verschiedenen Entfernungen der konzeptualisierten Lehrermerkmale von den Kennzeichen des aktuellen Unterrichtshandelns nicht zu berücksichtigen, zeigen Berichte über eine vergleichende Studie, an der deutsche und schweizerische Mathematiklehrkräfte beteiligt waren (Leuchter, Pauli, Reusser & Lipowsky, 2006). Mit Fragebögen wurden fachspezifisch-pädagogische Überzeugungen der Lehrkräfte erfasst, die Antworten sollten konstruktivistisches oder rezeptives Verständnis von Lehr-Lernprozessen zeigen. Die „handlungsleitenden Kognitionen“ wurden nach videographierten Unterrichtsstunden der Lehrkräfte in einem Stimulated-Recall-Interview erhoben. In beiden Teilgruppen konnten keine Zusammenhänge zwischen den im Fragebogen geäußerten subjektiven Lerntheorien und den „handlungsleitenden Kognitionen“ nachgewiesen werden. Als mögliche Interpretation wird eine Inkongruenz zwischen vorweg bekundeten Überzeugungen und „handlungsleitenden Kognitionen“ vermutet, ein Phänomen, das in den Didaktiken der Naturwissenschaften schon lange bekannt ist (Fischler 1994). Merkwürdigerweise werden die methodologischen Probleme einer „Ex-post-Rationalisierung“ (Neueg, 2006,

S. 13; vgl. auch Radtke, 1996, S. 110), die mit einem Interview nach dem Unterrichtshandeln verbunden sind, überhaupt nicht thematisiert, daher muss auch unklar bleiben, ob es wirklich „handlungsleitende Kognitionen“ sind, über die die Lehrkräfte in den Interviews berichtet haben.

### Konsequenzen für die Lehrerbildung

Selbst wenn es robuste Daten über den Zusammenhang zwischen fachdidaktischem Wissen und pädagogischem Können gäbe, bliebe die Vorstellung, das Unterrichtshandeln sei ein vom Wissen vollständig gesteuerter Vorgang, eine Annahme, die den spezifischen Bedingungen dieses Handelns kaum gerecht wird. Ein wichtiges Kennzeichen jeder Unterrichtssituation ist der Zeitdruck, unter dem eine Lehrkraft Entscheidungen zu treffen hat. In diesem „Handeln unter Druck“ (Wahl, 1991) ist für eine Problemlösung ein schneller Rückgriff auf systematisch geordnetes Wissen nicht möglich, vielmehr muss auf das in vergleichbaren Handlungen erworbene Repertoire von Beispielen und Handlungsmustern rekurriert werden. Für Schön (1983, S. 49; 1987, S. 66) ergibt sich daraus die Notwendigkeit eines intuitiv-improvisierenden Handelns, das in jeder Situation notwendig sei, die von Unsicherheit, Instabilität, Einmaligkeit und Wertkonflikten gekennzeichnet ist. In der Problemsituation selbst müssen deren charakteristische Kennzeichen identifiziert und mögliche Reaktionen erwogen werden (*reflection-in-action*). Das für den Handlungsvollzug notwendige Wissen ist dem bzw. der Handelnden nicht immer bewusst, gleichwohl ist es als implizites Wissen (*tacit knowledge*) zwar wirksam, aber vom Akteur oft nicht beschreibbar (vgl. auch Altrichter, 2000).

Im Unterschied zu Schön gehen andere Autoren von der im Handlungsprozess stattfindenden Transformation wissenschaftlichen Wissens aus. Die Existenz von Handlungsschemata, die bestimmte Situationsklassen

mit überschaubar wenigen Mustern der Aktionsplanung verbinden (vgl. Wahl, Wölfling, Rapp & Heger, 1995, S. 65), ist nach Bromme (1992) ein Merkmal jeder Lehrer-Expertise. Das so strukturierte Wissen ist im höchsten Maße idiosynkratisch, und zwar als Ergebnis von Prozessen, in denen sich das angeeignete wissenschaftliche Wissen unter dem Einfluss von persönlichen Wertvorstellungen, pädagogischen Maximen und anderen individuellen Faktoren zu Handlungsorientierungen entwickelt hat. Als „subjektive Theorien“ werden solche Handlungsorientierungen dort bezeichnet, wo eine Strukturgleichheit zwischen ihnen und wissenschaftlichem Wissen angenommen wird (Groeben, Wahl, Schlee & Scheele, 1988).

Ob nun eher die intuitiv-improvisierenden Aspekte des Lehrerhandelns betont werden oder der Theorie-Charakter des Wissens hervorgehoben wird, an dem Lehrkräfte ihr Handeln orientieren, ein einfaches Transfer-Modell wird als Grundgerüst einer Konzeption für die fachdidaktisch-pädagogischen Teile der Lehrerbildung den komplexen Wechselwirkungen zwischen Wissen und Können nicht gerecht. Vorschläge, die für die Lehrerausbildung ein angemessenes Maß fachdidaktischen Wissens für unverzichtbaren halten, aber das Transfer-Modell überwinden möchten, zielen auf eine verstärkte Rolle von Ausbildungsformen, in denen die Reflexion über das Verhältnis zwischen Theorie und Praxis im Vordergrund steht. Die ausbildungspraktischen Ansätze dieser Idee zeigen über Jahrzehnte hinweg durchaus gemeinsame Züge, wenn auch die konkrete Realisierung jeweils den Stand der Theorie-Diskussion und der inhaltlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen in der Lehrerbildung widerspiegelt.

Wegweisend für die mit der sogenannten „Berliner Didaktik“ verbundene Konzeption einer Integration von Theorie und Praxis in den Köpfen der Lehrerstudenten waren die Ausarbeitungen von Paul Heimann, der in einer Zeit, in der pädagogische Theorien noch eine äußerst schwache empirische Basis besaßen, es als Aufgabe der Ausbildung sah,

das „Theoretisieren“ zu lernen: „...es kommt darauf an, dass man überhaupt eine theoretische Einstellung, eine theoretische Haltung hat“ (Heimann, 1976, Vortrag von 1961). In der Konstruktion eines „theoretischen Äquivalents“ für eine als singular zu betrachtende Unterrichtssituation, also eher in einem Findungs- und Reflexionsprozess, sah Heimann (1962) das wichtigste Element in der Entwicklung eines theoretischen Bewusstseins. Unschwer ist in dieser Ausbildungskonzeption Schöns Handlungstyp *reflection-on-action* zu erkennen (1983, S. 276).

Freilich blieben die von den Studierenden vorgenommenen theorieorientierten Reflexionen meist hinter den Erwartungen zurück. Nach Analyse von Berichten der Studierenden über ihre Unterrichtspraktika musste Schulz feststellen, dass didaktische Theorien im Unterrichtsalltag eine nur geringe Bedeutung besitzen. „Bedenkliche Symptome“ konstatiert Schulz (1965, S. 442), womit er das Ausbleiben der erhofften Erörterungen meinte. Heimanns Diktum von einem theoretischen Äquivalent, das eine zukünftige Lehrkraft für eine Unterrichtssituation zu konstruieren lernen sollte, setzt basale Theorienkenntnisse bei der betreffenden Person voraus, insofern etabliert Heimann keine Gegenposition zum Ausbildungsziel „Fachdidaktisches Wissen“, aber er verweist auf die eigentliche Aufgabe, die eine Lehrkraft täglich meistern muss, wenn sie erfolgreich sein möchte: In einer konkreten Unterrichtssituation, die in der Regel von Unsicherheiten und Zielkonflikten bestimmt ist, sind Theoriestücke situationsgerecht so auszuwählen, miteinander zu verschränken und mit den eigenen subjektiven Theorien zu verbinden, dass eine Handlungsperspektive deutlich wird. Die Einübung in solche Prozesse kann kaum anders als in Fallstudien geschehen, daher wird vielfach die „Fallarbeit als didaktisches Prinzip der gesamten Ausbildung“ vorgeschlagen, damit schließlich eine „Habitualisierung einer fallverstehenden Reflexivität“ erreicht wird (Kolbe, 2004, S. 227; vgl. aber auch über die „Grenzen fallbezogener Wis-

sensverwendung“: Radtke, 1996, S. 251). Aus fachdidaktischer Perspektive verspricht die Arbeit an Fallstudien Unterstützung bei der nur exemplarisch möglichen Einübung in den von Studierenden und erfahrenen Lehrkräften erwarteten Integrationsprozess, in dem sie fachdidaktische Theorien mit kognitions-, motivations- und sozialpsychologischen Erkenntnissen verknüpfen. Gelingt die situationsbezogene Integration verschiedener Wissensselemente nicht oder nur sehr lückenhaft, dann bleibt das vorhandene Wissen ungenutzt, es verharrt im Zustand „trägen Wissens“ (Gruber & Renkl, 2000; Gruber, Mandl & Renkl, 2000).

### Wissen und Können in Standards der Lehrerbildung

In welchem Maße haben die Erörterungen zum Verhältnis zwischen Wissen und Können Eingang in die Entwicklung von Standards der Lehrerbildung gefunden? Auf die umfangreiche allgemeine Diskussion über Standards der Lehrerbildung vor allem im Anschluss an US-amerikanische Vorgaben wird hier nicht eingegangen, vielmehr sollen zwei deutsche Entwicklungen allein unter dem Aspekt Wissen und Können betrachtet werden, nämlich die von der KMK (2004a) beschlossenen „Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften“ und das von der Gesellschaft für Fachdidaktik vorgestellte „Kerncurriculum Fachdidaktik“ (GFD 2004).

Die KMK-Standards, die auch die fachdidaktischen Studienanteile erfassen, unterscheiden zwischen solchen für die „theoretischen Ausbildungsabschnitte“ und denen für die „praktischen Ausbildungsabschnitte“, wobei diese Teile nicht prinzipiell, sondern nur schwerpunktmäßig den beiden Ausbildungsphasen Studium und Referendariat zugeordnet sind. Die Theorie-Teile sind eindeutig auf das Wissen fokussiert. Am Ende ihrer theoretischen Ausbildung sollen die Absolventinnen und Absolventen Bildungs-, Lern-, Motivations-,

Entwicklungs- und andere Theorien kennen und sind mit diesem Wissen bestens ausgestattet für an der Praxis orientierte Lernphasen, in denen Handlungskompetenz erworben wird. Die Strukturierung der Standards beschränkt sich auf die Verteilung auf elf Kompetenzen, die jeweils bis zu fünf theoriebezogene und bis zu sieben praxisbezogene Standards umfassen. In diesem umfangreichen Katalog ist eine Gewichtung nicht zu erkennen, auch nicht ein Hinweis auf ein verknüpftes, sinnvolles Nebeneinander. In der Auflistung von Standards bleiben Kompetenzen unberücksichtigt, die die Koordination der verschiedenen Anforderungen betreffen, also Entscheidungskriterien in den Kontext interdependenter Unterrichtsmerkmale stellen. „Fallorientierung“ ist als methodisch-didaktischer Ansatz aufgelistet, die Fähigkeit jedoch, in konkreten „Fällen“ Prioritäten setzen zu können, also zwischen konfligierenden Zielsetzungen, die einen Normalfall kennzeichnen, entscheiden zu können, ist nicht als Kompetenzziel enthalten.

Dass die Form eines Katalogs von Einzelkompetenzen zur Auflösung von Zusammenhängen beiträgt, ist den Unterschieden zwischen dem Bericht der die Standards vorbereitenden Arbeitsgruppe (KMK, 2004b) und dem Standardkatalog selbst zu entnehmen: Während im Bericht von einem „Handlungsrepertoire“ die Rede ist, das sich aus vielen Quellen speisen könnte, ist in den Standards der Bezug zum Wissenskörper so eindeutig, dass andere Einflüsse auf das praktische Können ausgeschlossen zu sein scheinen.

Die nur gering ausgeprägten fachdidaktischen Bezüge in den bildungswissenschaftlichen Standards haben die Gesellschaft für Fachdidaktik (GFD) veranlasst, in einem „Kerncurriculum Fachdidaktik“ einen fachdidaktisch orientierten Katalog von Lehrerkompetenzen vorzulegen (GFD, 2004). Im Prinzip teilt er die Schwäche des Katalogs für die Bildungswissenschaften und vieler anderer Kataloge: Das Streben nach Vollständigkeit verhindert, dass

Wesentliches erkennbar bleibt. Im fachdidaktischen Kerncurriculum wird die durch lange Listen bewirkte Beliebigkeit dadurch abgemildert, dass Kompetenzen, die mit der Vorbereitung, Durchführung und Analyse des Fachunterrichts zusammen hängen, gleichsam das Zentrum des Kompetenzkatalogs bilden. Der Erwerb der „Fähigkeit zum (exemplarischen) Planen und Gestalten eines strukturierten Lerngangs“ schließt die Entwicklung der Kompetenz mit ein, in der Vielzahl von zu berücksichtigenden Planungs- und Gestaltungsfaktoren eine situationsangemessene Auswahl treffen und die Einzelentscheidungen sinnvoll miteinander verbinden zu können. Das Beispiel dokumentiert einen Unterschied zwischen den Vorgaben, der fast durchgängig erkennbar ist: Statt der in den Standards vorherrschenden Kenntnisse, die zu Kompetenzen verhelfen sollen, stehen im Kerncurriculum Fähigkeiten zur exemplarischen Bewältigung von unterrichtsbezogenen Aufgaben im Vordergrund.

Die besondere Betonung der mit dem Fachunterricht verbundenen Kompetenzen im Kerncurriculum Fachdidaktik konnte nicht verhindern, dass wichtige, insbesondere für die Planung von Lehramtsstudiengängen bedeutende Fragen unbeantwortet bleiben: Über welche Kompetenzen sollte eine Absolventin bzw. ein Absolvent der ersten Phase auf jeden Fall verfügen? Welche Kompetenzen sind notwendig, welche wünschenswert? Welche Aufgaben der Lehrerausbildung gehören in die erste Phase, welche in die zweite? Welchen Anteil an dem Aufbau professioneller Handlungskompetenz hat der relativ geringe Umfang der professionsbezogenen Studien in der ersten Phase bzw. welchen Anteil kann er überhaupt haben? Gerade die Frage nach realistischen Erwartungen an die Ausbildungsteile wird im Kerncurriculum an keiner Stelle thematisiert, man könnte den Eindruck gewinnen, die Universität oder Pädagogische Hochschule entließe bereits voll ausgebildete Lehrkräfte, die keiner weiteren Aus- oder Fortbildung mehr bedürften.

## Physikdidaktische Lehrbücher: Erwartungen

Das Problem eines rechten Maßes für den Umfang des in den ersten beiden Phasen der Lehrerausbildung zu erwerbenden fachdidaktischen Wissens und der dort aufzubauenen Kompetenzen ist nicht nur ein Thema für die Studien- bzw. Ausbildungsgänge, sondern in entsprechender Weise auch für die Lehrbücher der Fachdidaktik.

*Wie umfassend sollte das Theorieangebot an Studierende, Referendare und Lehrkräfte sein?* Für die Beantwortung dieser und anderer Fragen liefern die Erörterungen zum Verhältnis zwischen fachdidaktischem Wissen und unterrichtspraktischem Können keine eindeutigen Kriterien. Dennoch ist es wichtig, solche Fragen zu stellen, da sie den Horizont der Erwartungen abstecken, die generell an Inhalte, Gestaltung und Umfang von physikdidaktischen Lehrbüchern gestellt werden können bzw. mit ihnen verknüpft sein sollten. Bei genauerer Beobachtung berühren diese Fragen natürlich auch das Problem Wissen und Können und sind daher nach den obigen Recherchen zwar nicht eindeutig beantwortbar, werden aber damit in einen geeigneten Zusammenhang gestellt. So wird etwa die Alternative vertretbares Minimalangebot versus enzyklopädische Gesamtschau für ein Handbuch der Forschung anders aufzulösen sein als für Lehrende, die ihr Wissen zur Verbesserung ihrer Handlungskompetenz im Unterricht erweitern möchten.

Auch die Frage nach einer inhaltlichen Struktur, die den wahrscheinlichen Verwendungsmodi für ein Lehrbuch entgegenkommt, gehört vor einer Detailanalyse richtunggebend beleuchtet. Zugespitzt kann gefragt werden: *Sollte das Buch eher eine geordnete Darstellung gesicherten Wissens analog einem Physik-Lehrbuch sein oder eher eine reflexionsunterstützende Anleitung zum Theoretisieren?* Auch wenn wir heute über die Rolle pädagogischer bzw. fachdidaktischer Theorien in der Aus- und Fortbildung von Lehrkräften aufgrund reicheren empirisch

gestützten Wissens differenziertere Sichtweisen besitzen als es Paul Heimann möglich war, sein Plädoyer für den Aufbau einer Kompetenz, mit der für konkrete Situationen theoretische Äquivalente gefunden werden können, kann immer noch als wesentlicher Gestaltungsimpuls für die verschiedenen Ausbildungsphasen der Lehrkräfte betrachtet werden. Wie bereits dargelegt, verliert Wissen dadurch nicht an Bedeutung, es wird aber beizeiten in den passenden Verwendungskontext gestellt.

Die Bedeutung von Fallstudien in der Ausbildung wurde bereits in einem der voranstehenden Abschnitte hervorgehoben. *Ist Fallarbeit ein wichtiges ausbildungsmethodisches Prinzip, das auf diskursiv angelegte Studienabschnitte beschränkt bleiben sollte, oder sind fallbezogene Darstellungen auch für ein fachdidaktisches Lehrbuch eine unverzichtbare Form des Wissensangebotes?* Es ist anzunehmen, dass kontextarmes Wissen generell der Gefahr ausgesetzt ist, als „träges Wissen“ die Handlungsebene nicht zu erreichen, unabhängig vom Medium der Vermittlung. Freilich ist die Einschätzung darüber, welchen Umkreis ein Kontext haben sollte, nicht einheitlich, aber auch in einem Lehrbuch für Lehrende sollte zumindest die Verschränkung wichtiger Einflussfaktoren auf das komplexe Unterrichtsgeschehen deutlich werden. Fallbetrachtungen sind dafür eine vorzügliche Hilfe.

## Teil II: Lehrbücher im Lichte kritischer Fragen

### Kriterien und Fragen

Konkrete Fragen an die Lehrbücher und kritische Bemerkungen müssen sich auch an den von den Büchern selbst intendierten Zielsetzungen, an den in eigener Konzeption auferlegten Begrenzungen und an den Angaben über die zu erreichenden Adressatengruppen orientieren. Sieht man zunächst von Details ab, auf die später eingegangen wird, kann zu den Kategorien Ziele und Adressaten für alle drei Lehrbücher festge-

stellt werden, dass sie mit einer Darstellung der theoretischen Grundlagen der Physikdidaktik praxisrelevant sein wollen und sich an Studierende aller Semester und Lehrkräfte jeglichen Erfahrungshintergrunds wenden. Es ist also nicht unfair, die Werke mit denselben Fragen zu konfrontieren, auch wenn ihre verschiedenen Umfänge differenzierte Antworten erfordern. Diese Fragen orientieren sich an einem generellen, Einzelaspekte übergreifenden Leit-Kriterium der Beurteilung, das sich aus den Analysen zum Verhältnis zwischen Wissen und Können ergibt: Was auch immer an Inhalten Studierenden des Lehramts oder Lehrenden angeboten wird, sie müssen in dem Sinne anschlussfähig sein, dass die Leser den Eindruck haben, ihr unterrichtsbezogenes Denken und Handeln und ihre spezifischen Situationen in Schule und Unterricht werden ernst genommen. Anschlussfähige Inhalte können vom Leser auf den eigenen Erfahrungshintergrund bezogen werden und eröffnen mit ihrer Aneignung die Perspektive, mit dem Zuwachs an Wissen einen Zugewinn an Handlungskompetenz zu erreichen.

Neben diesem Kriterium der Anschlussfähigkeit müssen für eine kritische Betrachtung noch andere hinzugezogen werden, die zwei Gruppen zugeordnet werden können. Zum einen sind es Kriterien, die sich auf die in den Büchern enthaltenen physikdidaktischen Themen beziehen, auf ihre Auswahl, auf den Umfang, den sie im Verhältnis zu anderen Themen im Buch einnehmen, und auf die Art ihrer Darstellung, ob z.B. der Charakter eines Berichts aus Theorie und Praxis dominiert oder die Problemorientierung im Vordergrund steht. Zum anderen sind Kriterien zu berücksichtigen, die allgemeinerer Natur sind und fast selbstverständliche Anforderungen an jedes Lehrbuch widerspiegeln, z.B. sachliche Richtigkeit und übersichtliche Darstellung.

Zum Zwecke ihrer besseren Anwendung in Detailbeobachtungen werden die bisher nur summarisch beschriebenen Kriterien-Gruppen ausdifferenziert und als Fragen an die Bücher gestellt. Im Vordergrund stehen

Fragen, die auf die erörterte Verknüpfung von Wissen und Können verweisen (Fragenblock 1):

- Wird auf die Problematik des ungeklärten Verhältnisses zwischen Wissen und Können Rücksicht genommen?
- Wird die Vernetzung wichtiger Einflussfaktoren auf den Physikunterricht sichtbar?
- Werden mindestens eine oder gar mehrere Fallstudien exemplarisch erörtert? Wird über Situationen reflektiert, in denen Lehrende auf ein Bündel von kritischen Bedingungen reagieren müssen, etwa auf ernsthafte Lern- oder Motivationsprobleme der Schüler, auf Probleme der Elementarisierung physikalischer Inhalte und auf fehlende Hilfsmittel zum Experimentieren?

In der Wahrnehmung einer komplexen Unterrichtssituation werden, in einer Fallbeschreibung ebenso wie in einer konkreten Unterrichtsszene, verschiedene Beobachter ihre Aufmerksamkeit ganz unterschiedlichen Einzelaspekten zuwenden, die im Moment als wichtigste Planungs- oder Analyseelemente betrachtet werden. Bei aller Subjektivität jeder Einschätzung zur Relevanz physikdidaktischer Inhalte lässt der aktuelle Stand der Diskussion über Themen der Forschung und Lehre die vorsichtige Setzung von Prioritäten durchaus zu. Es ist daher sinnvoll, entsprechende Fragen aufzulisten (Fragenblock 2):

- Lassen sich in der Auswahl der Themen die wichtigsten Probleme des Physikunterrichts und die offenkundigen Hilfen der Physikdidaktik für den Unterricht erkennen?
- Zeichnet die Intensität der jeweiligen Themenerörterung ein gültiges Bild nicht nur der aktuellen Problemlage?
- Wird explizit der Versuch unternommen, die angebotenen Ideen und Erkenntnisse auf gängige Lehrervorstellungen zu beziehen, damit den Lesern die Kon-

struktion von alternativen Vorstellungen erleichtert wird?

Schließlich gibt es Standards, die für Lehrbücher generell gelten (Fragenblock 3):

- Spiegeln die Darstellungen das Wissen der Disziplin Didaktik der Physik wider, d.h., sind die zur Aneignung durch die Leser angebotenen Aussagen in diesem Sinne sachlich richtig?
- Ist mit der Sprache ein Weg gefunden, zwischen dem Jargon der Wissenschaftler und der pädagogischen Alltagssprache der Praktiker zu vermitteln?
- Hilft die formale Gestaltung den Lesern bei der Orientierung zwischen Texten, Abbildungen, Daten und Literaturhilfen?

### Antworten (1): Theorie und Praxis – Wissen und Können

Eine sich aus den voranstehenden Erörterungen ergebende zentrale Frage kann am Eingang der Detailbetrachtungen kurz und klar beantwortet werden: Eine Fallstudie wird in keinem der Bücher beschrieben. Insofern wird generell die Chance vertan, Studierende und Lehrende mit Beispielen anzusprechen, in denen sie die in ihrer eigenen Praxis erfahrenen Wechselwirkungen zwischen verschiedenen unterrichtswirksamen Faktoren wiedererkennen. Es gibt jedoch einige Kapitel, die einen Brückenschlag zwischen Theorie und Praxis anstreben und daher von Lesern als Anregungen zum Nachdenken über das Verhältnis zwischen eigenem Wissen und Können aufgefasst werden können.

Kircher et al. schließen einige Kapitel mit Hinweisen auf mögliche unterrichtliche Konsequenzen aus der jeweiligen Forschungssituation ab; ein Schema, das die Orientierung erleichtern würde, ist aber nicht zu erkennen. Der Gesamteindruck bezüglich des Theorie-Praxis-Verhältnisses ist daher recht heterogen: Neben Kapiteln, die explizit Abschnitte zum Unterricht in der gerade behandelten Thematik enthalten (Elementarteilchenphy-

sik, Alltagsvorstellungen und Physik lernen, Kumulatives Lernen), gibt es solche, die sich auf die Darstellung der Themen konzentrieren und nur sehr mittelbar die Umsetzung in mögliche Unterrichtssituationen erkennen lassen (z.B. Themen aus dem Teil „Moderne Teilgebiete des Physikunterrichts“: Quantenphysik, Astronomie, Chaos und Strukturbildung). Ganz auf die Beschreibung von Unterrichtsabläufen ausgerichtet sind vier Berichte über Physikunterricht mit „aktuellen Methoden“: Projekte, Lernzirkel und Spiele. In diesen Darstellungen kann man am ehesten Kennzeichen von Fallstudien erkennen: So wird etwa in dem Vorschlag für eine Projektwoche „Sonnenenergie“ nach Hinweisen auf eine voranzugehende didaktische Analyse (die allerdings nicht durchgeführt wird), nach einer Erörterung der Grundlagen einer fachlichen Analyse und nach Anmerkungen zu einer „pragmatischen Analyse“ (die die projekt- und ortsspezifischen Randbedingungen wie Zeit- und Materialaufwand zu klären hätte) eine Grobgliederung für den Projektverlauf vorgelegt, der sich eine Darstellung der Aktivitäten für jeden Tag einer Projektwoche anschließt. Beispiele aus Diskussionen zwischen Schülern und Hilfen zum Aufbau geeigneter Experimente runden den Bericht ab.

Warum fällt es schwer, diese anregende Dokumentation als Fallstudie zu akzeptieren? Zwei Argumente sollen die Skepsis verdeutlichen: Zum einen fällt auf, dass offensichtlich eine Idealsituation geschaffen werden konnte. Praktische Probleme (Materialbeschaffung, Durchführung der Experimente) gibt es nicht, Schülerinnen und Schüler sind höchst motiviert, sie kooperieren in gegenseitiger Hilfe zum Nutzen aller Beteiligten und zeigen schließlich durchweg positive Lernerfolge. Wie reagiert eine Lehrkraft auf diesen Bericht, deren Situation nicht diesem Idealfall entspricht, die z.B. eine Schülergruppe mitbetreut, die das Thema nicht sonderlich interessiert und mit dem Angebot zum selbstständigen Arbeiten nichts anfangen kann? Auch andere Fallstricke sind denkbar, die das Bild einer in allen Belangen

vollkommenen Methode trüben könnten. Eine Lehrkraft sollte auf diese Möglichkeit zumindest hingewiesen werden.

Ein anderer Einwand betrifft die Theoriearmut des Textes, kein Literaturhinweis deutet auf andere Arbeiten hin, die praktische Hilfe oder theoretische Begründungen für das gesamte Projekt oder auch nur Einzelschritte geben könnten. Die Autoren werden auf dieses Monitum mit einem Verweis auf einen Abschnitt im Kapitel über Methoden im Physikunterricht reagieren. Dort wird in einem systematisch aufgebauten Rahmen (Methodische Großformen) das Projekt (als Methode) näher beschrieben. Abgesehen davon, dass dieser Grundsatzartikel sich fast ausschließlich auf die Darstellung von *Karl Frey* bezieht, ist zu fragen, ob diese strikte Trennung von theoriebezogener Erörterung und Bericht aus der Praxis ein angemessenes Bild einer Fachdidaktik zeichnet, die Theorie und Praxis als integrale Bestandteile des unter wissenschaftlichen Perspektiven beobachteten Handlungsfeldes Physikunterricht betrachtet. „Moderne Teilgebiete des Physikunterrichts“ heißt der Teil (III) des Buches, der vor allem den fachlichen Wissenshorizont von Studierenden und Lehrkräften erweitern soll, aber rechtfertigt diese Fortbildungsabsicht, dass z.B. im gut aufbereiteten Kapitel Quantenphysik überhaupt nicht auf die reichhaltige fachdidaktische Literatur zu diesem Thema eingegangen wird?

### *Probleme eines Sammelbandes*

Fallstudien wurden in den voranstehenden Reflexionen zum Verhältnis von Wissen und Können mehrmals als geeignete Darstellungsform für die Vernetzung von Unterrichtsfaktoren bezeichnet; sie bilden aber für einen Sammelband mit Artikeln verschiedener Autoren mit je spezifischer Thematik ein in das Buchdesign nicht leicht zu integrierendes Format. Gegen eine umfangreiche Fallerörterung würden Herausgeber und Autoren des Bandes von Mikelskis vermutlich auch Platzgründe angeben, immerhin ist der Umfang ihres Buches weniger als halb so groß wie der des Buches von Kircher und seinem

Team. Für die Nichtbeachtung eines wohlbegründeten Kriteriums ist dieses Argument natürlich zu schwach, und die Heterogenität der versammelten Beiträge lässt vermuten, dass eine durchgehend erkennbare Integration von theoretischen und praktischen Aspekten des Physikunterrichts offensichtlich gar nicht angezielt wurde, ganz zu schweigen von Überlegungen zum Komplex Wissen und Können.

Im Rahmen der parzellierten Gesamtkonzeption des Buches ist, neben wenigen anderen, das Kapitel über die Rolle der Sprache beim Lernen von Physik ein bemerkenswerter Versuch, Theorie und Praxis aufeinander zu beziehen. Zahlreiche Beispiele aus Unterrichtsgesprächen und Schulbüchern ergänzen die der Forschungsliteratur entnommenen Erkenntnisse und werden von den Lehrern sicherlich als Anregungen für die Unterrichtspraxis empfunden werden. Ähnliches gilt für das Kapitel über Motivation, Interessen und Selbstkonzept, wobei allerdings zu fragen ist, ob die Einordnung in einen übergeordneten Buchabschnitt „Physikunterricht evaluieren“ sinnvoll ist. Die Autorin schreibt selbst, wie wichtig eine „Interessenfördernde und motivierende Unterrichtsplanung“ ist (S. 264); mit dieser Einschätzung würde man ihre Erörterung eher am Beginn aller Überlegungen zur Vorbereitung des Unterrichts erwarten. Willer entspricht dieser Erwartung; wegen seiner Bedeutung für die Unterrichtsplanung hat er das Thema „Interesse“ an den Beginn des Buches gesetzt. Dieses Beispiel zeigt wie andere in allen drei Büchern auch, wie schwierig eine konsistente Systematik für ein Werk zur Physikdidaktik, das Theorieüberblick und Praxishilfe zugleich zu sein beansprucht, offensichtlich ist.

Eines der Gegenbeispiele zu den beiden erwähnten Kapiteln, die mit ihrer Theorie und Praxis integrierenden Konzeption auffallen, ist der Abschnitt „Im Unterricht experimentieren“, der ein größeres Kapitel über das Experimentieren im Physikunterricht einleitet. In einem ersten Teil des Textes werden mögliche didaktische Funktionen und die Elemente einer Klassifikation des

Experiments in einer Weise aufgelistet, die an die Zusammenstellung abfragbaren Wissens als Prüfungsvorbereitung eher erinnert als an eine Handlungs- und Reflexionshilfe für Studierende und Lehrende. Für eine Unterrichtsvorbereitung sind die im Praxishandbuch (Untertitel des Bandes) angegebenen Funktionen eines Versuchs zu abstrakt (S. 151-153, S. 170), sie enthalten keine Hinweise darauf, unter welchen Bedingungen sie erfüllt werden können, und ein minimaler theoretischer Anspruch kann schon allein durch die ungewichtete Wiedergabe einer großen Zahl (17) von Zielsetzungen, die mit Experimenten verbunden werden, nicht eingelöst werden.

### *Forschungsdetails: hilfreich oder unwichtig für die Praxis?*

Willers Brücken zwischen Theorie und Praxis sind die „Folgerungen“ aus den themenbezogenen Darstellungen, zumindest dort, wo Leser – endlich! – unterrichtspraktische Hinweise nach der Lektüre der anspruchsvollen Berichte aus der Forschung erwarten können. Denn darin unterscheidet sich Willers Band von den anderen: Über empirische Untersuchungen wird ausführlich und kritisch berichtet. Während in den Büchern von Kircher et al. und Mikelskis in der Regel nur die Ergebnisse von Untersuchungen mitgeteilt werden, geht Willer ins Detail. Oft werden das Untersuchungsdesign vorgestellt und die Daten für die beteiligten Probanden wiedergegeben (z.B.: Erprobungsgruppe in 5 Grund- und 6 Leistungskursen, 141 Schüler, 109 m, 32 w; Kontrollgruppen in 6 Grund- und 8 Leistungskursen, 129 Schüler, 108 m, 21 w; S. 398). Ausführlich erörtert Willer die Erkenntnisse vor dem Hintergrund des jeweiligen Forschungsansatzes und kommt nicht selten zu kritischen Einschätzungen: „Ein entscheidender Einwand ...“ (S. 63), „... sind die im Abschlussbericht vorgelegten Befunde nur mit Vorbehalt zu betrachten“ (S. 68), „...ist zu bezweifeln, dass man aus Erhebungen mit derart kleinen Populationen bereits solch detaillierte, allgemeine Ratschläge ableiten kann“ (S. 206).

Willers Buch ist im deutschsprachigen Raum zweifellos das am meisten forschungsorientierte, die Leser erhalten einen gültigen Einblick in Fragestellungen, Methoden und Auswertungsprobleme der empirischen fachdidaktischen Forschung und lernen, die Bedeutung von Untersuchungsergebnissen für ihre Unterrichtstätigkeit angemessen einzuschätzen. Unterrichtsvorschläge ohne Forschungsbezüge wie in den Büchern von Kircher et al. und Mikelskis sind bei Willer nicht denkbar, sie entsprechen nicht der Zielsetzung, „einen Überblick über verstreut veröffentlichte Ergebnisse fachdidaktischer Forschung zu geben, um sie in der Unterrichtspraxis wirksam werden zu lassen“ (S. 2). Die erhoffte Wirksamkeit ist nun aber auch mit den „Folgerungen“ keineswegs leicht zu erreichen. Dazu sind sie nicht konkret genug und bleiben relativ kontextarm. Auch in diesen Abschnitten bleibt sich Willer in seiner abwägenden, vorsichtig argumentierenden Art treu, eine Darstellungsweise, die durchaus dem lückenhaften Forschungsstand entspricht, aber einer Lehrkraft, die nicht nur die Probleme der verschiedenen Ansätze kennenlernen, sondern reflektiertes Vergleichen und Abwägen wenigstens zeitweilig durch eine, wenn auch vorläufige, Handlungsfähigkeit ersetzen möchte, werden diese Erörterungen nicht hinreichend praxisnah sein. So weist Willer nach einem Bericht über die Schülervorstellungen in der elementaren Elektrizitätslehre darauf hin, wie wichtig Unterscheidung und richtige Zuordnung der Begriffe Stromstärke und Spannung sind, weil die Schüler sehr oft die Spannung als Merkmal des Stromes ansehen. Welche konkreten Hinweise gibt er einer Lehrkraft, die wissen möchte, auf welchen Wegen sie den Schülern zu einem angemessenen Verständnis verhelfen kann? Zunächst stellt er fünf Wege zum Spannungsbegriff vor, die *Christoph v. Rhöneck* zum Zwecke einer besseren Trennung vom Begriff der Stromstärke vorgeschlagen hat. Doch: „... vermutlich treten bei jeder Variante typische Lernschwierigkeiten auf“ (S. 317).

Die Unterrichtseinheit *Der elektrische Stromkreis als System* des IPN wird als geeignet angesehen, den Schülern die Problematik der sequentiellen Argumentation zu verdeutlichen. Jedoch warnt Willer auch hier vor hohen Erwartungen und berichtet von einer Untersuchung, in der mit sehr geringem Erfolg große Anstrengungen unternommen wurden, um bei den Schülern über Experimente, kognitive Konflikte und intensive Beratung einen Konzeptwechsel zu erreichen, mit dem sie das Konzept „Verbrauch“, das eng mit der sequentiellen Argumentation verbunden ist, durch angemessene Vorstellungen ersetzen. Die als Reaktion auf solche enttäuschenden Ergebnisse entwickelte analogieorientierte Unterrichtseinheit von *Hannelore Schwedes* verwendet Wasserstromkreise zur Schärfung und Veranschaulichung der Begriffsbildung. Die nicht überzeugenden Ergebnisse bei Realschülern wecken bei Willer auch angesichts des Zeitaufwandes für diese Unterrichtseinheit Zweifel, ob dieser Weg generell geeignet ist. Schließlich wird der Ansatz von Muckenfuß vorgestellt, in dem mit Beobachtungen zur Übertragung und zum Verbrauch elektrischer Energie Fehlvorstellungen vermieden werden sollen. Auch hier vermutet Willer „besondere Lernschwierigkeiten“, deren Gründe er kurz beschreibt.

Ist es das Los aller didaktischen Vorschläge, mit Risiken des Scheiterns behaftet zu sein, wie man nach Willers kritischen Erörterungen meinen könnte? Werden Studierende und Lehrende von solchen Einwänden von tatkräftigem Unterrichtshandeln abgehalten oder gewinnen sie dadurch Übersicht und Souveränität für einen reflektierten Unterricht mit sicherem Blick auf wünschenswerte und realisierbare Unterrichtsziele?

Willers Konzept, nicht nur über die Ergebnisse empirischer Untersuchungen, sondern auch über ihr Zustandekommen zu informieren, hat seinen Preis in der zwangsläufigen Beschränkung auf vergleichsweise wenige Berichte. Dass aber nur über Projekte aus Deutschland berichtet wird, wird unter der Perspektive eines erheblichen Mangels insbesondere von denjenigen wahrgenommen

werden müssen, die erkannt haben, wie international die Forschung im Bereich „science education“ geworden ist. Komorek (2004) beschreibt in seiner Rezension dieses Defizit als ‚Schwäche‘ des Buches und vermeidet damit deutlichere Worte der Kritik, die durchaus angemessen wären. So wäre z.B. im Kapitel über das Experimentieren im Unterricht, in dem Untersuchungen aus den sechziger und siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts im Mittelpunkt stehen, ein Hinweis auf die in letzter Zeit erschienenen internationalen (englischsprachigen) Handbücher, in denen informative Zusammenfassungen zu finden sind (z.B. Lunetta, 1998), mehr als sinnvoll gewesen.

### *Fazit:*

In keinem der Lehrbücher wird eine Fallstudie präsentiert, in der die Leser die Bedeutung der Verknüpfung theoretischer Erörterungen mit praktischen Belangen für einen erfolgreichen Physikunterricht beispielhaft erkennen könnten. Freilich ist zu fragen, ob ein solcher Anspruch überhaupt einlösbar ist, ob z.B. die einzelnen Schritte im Energieprojekt bei Kircher et al. als Ergebnis theoriegestützter Entscheidungen denkbar sind. Aber wie aussichtsreich die Möglichkeiten, solche Verknüpfungen herzustellen, auch gesehen werden, positive Beispiele dafür, dass sich solche Anstrengungen für Lehrende lohnen, sollten sichtbar werden. Hilfen für ergebnisreiche Reflexionen und Diskussionen bilden videographierte Unterrichtsstunden oder Unterrichtsszenen, die, möglichst in Gruppen betrachtet und diskutiert, ein vorzügliches Hilfsmittel zur theoretischen Durchdringung von Unterrichtspraxis und zur praxisbezogenen Erörterung von (fach-)didaktischen Theorien sind (zur Arbeit mit Videos in der Lehrerbildung: Brophy, 2004; Sherin & Han, 2005; Welzel & Stadler, 2005; Krammer & Reusser, 2005; eine Übersicht über verfügbare Unterrichtsvideos gibt Fischler, 2006). Mit der Trennung von Theorie und Praxis können Studierende und Lehrkräfte auch nur wenig über die Hindernisse auf ihrem Weg vom Wissen zum Können erfahren. Ledig-

lich Willer berichtet über Untersuchungen, in denen gezeigt wurde, welche Unterschiede zwischen von Wissen gefestigten Handlungsabsichten und konkreten Handlungen auch für Lehrende der Physik bestehen können. Solche Diskrepanzen zu kennen, kann vor kurzschlüssigen Annahmen über die Wirksamkeit des eigenen Wissens schützen.

### **Antworten (2): Auswahl und Bearbeitung der Themen**

Ein flüchtiger Blick auf die Inhaltsverzeichnisse der Bücher lässt ein gemeinsames Grundmuster erkennen, das die Probleme enthält, die, wie Willer schreibt, „sich dem Lehrer bei der Planung von Unterricht stellen“ (S. 7): (Bildungs)- Ziele, Lehrpläne und Elementarisierung, Unterrichtsplanung, Methoden und Medien, Ergebniskontrolle. Unter der Oberfläche dieser Auflistung und abseits von diesem Kern physikdidaktischer Themen gibt es jedoch zahlreiche Unterschiede, von denen hier nur solche betrachtet werden sollen, die als grundsätzlich angesehen werden können. Dazu gehört eine Frage, die nicht nur Lehrbücher der Physikdidaktik betrifft, sondern die gesamte Physiklehrausbildung tangiert und zugespitzt formuliert lautet: Welchen Raum nimmt die Physik in der Physikdidaktik ein? Am Beispiel von Themen der modernen Physik kann diese Frage in diesem Zusammenhang nur skizzenhaft erörtert werden. Eine weitere, in fachdidaktischen Veröffentlichungen unterschiedlich beantwortete Frage bezieht sich auf die Unsicherheit, mit der die Fachdidaktik die Bedeutung ihrer eigenen Geschichte einschätzt. Welche Traditionen ragen in die aktuellen Problemlagen hinein? Schließlich wird in einem dritten Punkt ein Thema erörtert, das wesentliche Teile der aktuellen fachdidaktischen Diskussionen beherrscht, aber in den Lehrbüchern ganz offensichtlich unterrepräsentiert ist: Bildungsstandards, ihre allgemeinen Begründungen und physikspezifischen Ausformungen.

### *Moderne Physik*

Völlig im Einklang mit den bisherigen Charakterisierungen der Bücher ist es, dass bei Willer Themen fehlen, die bei Kircher et al. und bei Mikelskis als „moderne Teilgebiete“ vorgestellt werden: Elementarteilchenphysik, Astronomie, Chaosphysik und Nanowelt bei Kircher et al., die beiden letzteren Themen und Astrophysik/Kosmologie bei Mikelskis. Quantenphysik ist in allen Büchern vertreten, auch hier mit den typischen Unterschieden: Willer berichtet auf fast 60 Seiten ausführlich auch über empirische Untersuchungen, R. Müller verbindet bei Mikelskis auf knapp sieben Seiten die Darstellung älterer Konzepte mit der Beschreibung neuerer Vorschläge, und J. Küblbeck kommt bei Kircher et al. auf 24 Seiten ganz ohne Bezüge zu curricularen Entwürfen aus, die versuchen, auf die Lernprobleme der Schüler zu reagieren. Die Quantenphysik ist in allen Oberstufenplänen enthalten, und in der Regel sind Lehrkräfte fachlich auf dieses Themengebiet vorbereitet. Beides ist bei Nano- und Chaos-Physik nicht der Fall. Welche Funktionen kann z.B. eine mehr oder weniger kurze Einführung in die Nanowelt haben (Kircher et al.: 24 Seiten, Mikelskis: 2,5 Seiten)? Es ist nicht einfach, eine überzeugende Antwort zu finden, als Anregung zur weiteren Beschäftigung mit dem Thema reichen zwei Seiten vermutlich nicht aus, und als Vorlage für eine Unterrichtsplanung ist selbst ein längerer Abschnitt, der sich auf Informationen beschränkt, nicht geeignet. Abhandlungen über eine didaktische Analyse zum Thema, curriculare Beispiele und experimentelle Handbücher bieten einer Lehrkraft, die für dieses Thema erst noch zu gewinnen ist, sicherlich eher umsetzbare Hilfen an, als es in einem Lehrbuch der Physikdidaktik möglich ist.

### *Kumulative Physikdidaktik?*

In seinem einleitenden Kapitel begründet Willer seine Entscheidung, mit Rückgriffen auf die Erkenntnisentwicklung der Physikdidaktik seit den 70er Jahren den aktuellen

Forschungsstand deutlicher hervortreten zu lassen. Nur so könne man angemessen würdigen, was bis heute erreicht wurde. Daher sei es immer noch lehrreich, sich mit der Phase der Curriculumentwicklung zu befassen. Folgerichtig setzt sich Willer in mehreren Abschnitten mit dem IPN-Curriculum als größtem Projekt in dieser Phase auseinander. Auch wenn Willer am Ende dieser Analyse am Beispiel des Energiebegriffs auf andere curriculare Vorschläge und schließlich, wiederum mit Bezug zu Arbeiten aus dem Umkreis des IPN-Curriculum, auf Untersuchungen zu Lernschwierigkeiten eingeht, so bleibt dennoch die Frage des kritischen Lesers unbeantwortet, ob diese Exkurse in die Geschichte tatsächlich dazu beitragen, die aktuelle Situationen zu erhellen. Grundsätzlicher betrachtet, gibt dieses Beispiel zu folgenden Fragen Anlass: Ist die Erkenntnisentwicklung in der Physikdidaktik kumulativ, d.h. bauen neuere Erkenntnisse – wie in der Physik – auf dem bereits erarbeiteten Wissenskorpus auf? Welche Vorteile verspricht die Kenntnis der Ergebnisse älterer Forschungsfelder (z.B. der Curriculumentwicklung) für das Verständnis der aktuellen Forschungslage?

Abschließende Antworten auf diese Fragen fallen nicht leicht. Bei der Lektüre von Forschungsberichten der letzten Zeit oder in entsprechenden Vorträgen entsteht oft der Eindruck, Bezüge zur historischen Genese einer Forschungsfrage und bisheriger Antworten bringen in der Einschätzung der Autoren keine zusätzlichen Erkenntnisse. Insgesamt lässt sich in der Tat eine Zäsur feststellen, die vom Übergang von eher bildungstheoretisch orientierten Reflexionen und Analysen zur Dominanz der empirischen Lehr- und Lernforschung mit lernpsychologischer Prägung markiert wird und neben diesem Mainstream nur wenige Alternativen duldet. Die drei Lehrbücher folgen diesem Trend eher nicht, und zwar aus unterschiedlichen Gründen: Kircher et al. leisten sich in ihrem umfangreichen Buch lange Kapitel über Fragen der Begründung

von Physikunterricht und über Aspekte der Unterrichtsplanung; immer wird eine starke bildungstheoretische Orientierung deutlich, also eine Position, die in aktuellen Arbeiten nicht zu den sichtbarsten rahmenbildenden Konzepten gehört. Auch die Überlegungen von Mikelskis zur Legitimation von Zielen für den Physikunterricht zeigen, dass dieses Thema ohne Rekurs auf zurückliegende Erörterungen in seiner Geschichtlichkeit nicht angemessen erfasst werden kann. Bei Willer gehört die Einbettung aktueller Fragen in historische Zusammenhänge ohnehin zum Prinzip, und es kann daher nicht überraschen, dass in allen drei Büchern Bekenntnisse zur Didaktik *Martin Wagenscheins* eine wichtige Rolle spielen. Insofern nehmen diese Bücher Bezüge auf, die in der Physikdidaktik heute selten geworden sind, weil in der Konzentration auf die Untersuchung von Lehr- und Lernprozessen die Inhalte und damit die Fragen ihrer Legitimationen in den Hintergrund geraten sind.

### ***Bildung, Ziele, Standards***

Die Bildungsstandards stellen durchaus einen Wendepunkt in der Ziel- und Inhaltsgespräch dar. Leider gehen Kircher et al. nicht auf die auch für Physik vorgelegten Bildungsstandards ein. Da sie Ende 2004 erschienen, wäre eine zumindest knappe Erörterung nicht nur möglich, sondern auch notwendig gewesen. Aber vielleicht wollten sich die Herausgeber nicht auf eine oberflächliche Behandlung einlassen, denn die Bildungsstandards verlassen mit ihrer Fokussierung auf Kompetenzen, die am Ende von Unterrichtsgängen zu erreichen sind, deutlich den bildungstheoretischen Rahmen, der zumindest in unserem Land die bisherigen Diskussionen über Ziele und Inhalte des Physikunterrichts bestimmte. Während bei Kircher et al. auffällt, dass sie auf die Bildungsstandards überhaupt nicht eingehen, gibt der Bericht bei Mikelskis Anlass zu der Frage, welche Aufmerksamkeit diese zielbezogene Umorientierung und die in ihrer Folge eingetretenen Kontroversen in

einer Darstellung der Physikdidaktik beansprucht sollte. Dass ein solcher Bruch mit langen Traditionen nicht ohne innere Widersprüche und andere Fragwürdigkeiten verläuft, war fast zu erwarten, und ein Buch, das auch in die Theorie des Physikunterrichts einführen möchte, wird wohl die wesentlichsten Kennzeichen dieser Debatte wiederzugeben haben. *W. Müller* wählt jedoch in dem Band von Mikelskis eine auf die bloße Wiedergabe der Kernaussagen der Standards reduzierte Berichtsform, ohne den für alle Fächer geltenden theoretischen Gesamtrahmen (Klieme et al., 2003) oder Argumente aus der kritischen Diskussion zu erwähnen. So bleiben etwa Überlegungen zum Zuschnitt der Kompetenzbereiche und der Basiskonzepte, zu den unterstellten Zusammenhängen zwischen physikalischem Wissen und Handlungsfähigkeit und zu den Merkwürdigkeiten bei den Zuordnungen von Aufgaben zu Anforderungsbereichen unerörtert. Auch die im Abschnitt über Aufgaben hinzugefügten Ergänzungen – zwei Kompetenzstufenmodelle stehen unvermittelt nebeneinander – können den unbefriedigenden Eindruck nicht verändern. Es scheint, als erreichten die Bildungsstandards große Teile der Physikdidaktik in einer Zeit, in der sie auf solche Anstöße nicht hinreichend vorbereitet sind.

### ***Fazit:***

Es gibt in der Physikdidaktik keinen allgemein akzeptierten Kanon der wichtigsten Themen, die in einem Lehrbuch dargestellt werden sollten. Daher wird jede Beurteilung ein weites Spektrum in der Themenauswahl zulassen müssen. Im Kern ist die in den Büchern gefundene Orientierung an den Aufgaben der Planung und Durchführung von Unterricht durchaus plausibel, sie impliziert auch, dass in diesen Übersichten Erörterungen über Ziele und ihre Begründungen stattfinden, also Reflexionen angeboten werden, die über die in der aktuellen Literatur oftmals anzutreffenden vereinfachten Argumentationsmuster (z.B. schlichte Modernitätshinweise bei Nano- und Chaosphy-

sik) hinausgehen. Problematisch unter der Perspektive der Themenauswahl sind daher nicht die Entscheidungen für oder gegen ein Thema, sondern vielmehr Qualität und Angemessenheit der Beiträge. Mit diesem Kriterium haben naturgemäß die Sammelbände ihre Schwierigkeiten, weil eine hinreichende Homogenität bei einer größeren Zahl von Autoren offenbar nicht leicht zu gewährleisten ist. Die theoriefreien Praxisberichte bei Kircher et al., die im Abschnitt über Lehrpläne, Standards und Kompetenzen neben die Literaturberichte im Sinne einer Meisterlehre gesetzten normativen Vorgaben bei Mikelskis und die langen Listen mit Kennzeichen von Schulbüchern (Kircher et al.), Aufgaben und Experimenten (Mikelskis) wären bei einer stärkeren konzeptionellen Durchdringung der Bände wahrscheinlich vermeidbar gewesen.

### Antworten (3): Physikdidaktik mit verschiedenen Horizonten

Was gehört zum Wissensbestand der Physikdidaktik, welche Themen sollten daher in einem Lehrbuch repräsentiert sein, und mit welcher Gründlichkeit sollte dies jeweils geschehen? Dass es in den Büchern verschiedene Antworten auf diese Fragen gibt, kann nicht verwundern, denn allein die Sichtweisen auf die Problemlage des Physikunterrichts, dem allenthalben mangelnder Erfolg bescheinigt wird, weisen ein breites Spektrum auf: Sind die Inhalte nicht schülergemäß, d.h. sind sie zu wenig auf ihre Interessen abgestimmt, die sich eher auf Anwendungen (Kontexte) beziehen, bieten die Unterrichtsmethoden nicht genügend Möglichkeiten für selbstständige Arbeit, oder werden elementare Erkenntnisse der Lernpsychologie ignoriert, die darauf hinweisen, wie Schülerinnen und Schüler zu Kompetenzerlebnissen gelangen können?

Diese und ähnliche Fragen verweisen auf ein Grundproblem, dem nicht nur die Lehrbücher ausgesetzt sind, sondern das die Physikdidaktik generell betrifft: Welche For-

schungsthemen und –methoden sind genuin physikdidaktische und welche sind besser in der Allgemeinen Didaktik, in der fächerübergreifenden Methodenlehre und in der Lernpsychologie aufgehoben? Kircher et al. haben zweifellos einen Vorteil vor den anderen Büchern, der Umfang ihres Werkes lässt einen weiten Horizont zu, innerhalb dessen die Grenzziehung zwischen allgemeinen und domänenspezifischen Aspekten des Lehrens und Lernens nicht allzu eng vollzogen werden musste. Nimmt man neuere Übersichten und Analysen als „state of the art“ zum Maßstab (Fischer, Klemm, Leutner, Sumfleth, Tiemann & Wirth, 2003; Fischler, 2007), dann fallen mindestens zwei fragwürdige Entscheidungen der Herausgeber auf: Zum einen ist es wohl eher dem Entstehungsprozess des Buches als einem vertretbaren Einteilungsprinzip zuzuschreiben, dass Themen wie „Mädchen im Physikunterricht“, „Neue Medien unter lernpsychologischen Aspekten“ und „Kumulatives Lernen“ in einem Buchteil „Aktuelle Beiträge zur Physikdidaktik“ erscheinen, denn zwar gehören diese Themen zu den aktuell diskutierten, aber gerade wegen der mit ihrer Bearbeitung verbundenen Öffnung in Richtung auf eine lern-, kognitions- und sozialpsychologische Erweiterung physikdidaktischer Fragestellungen sollten sie den Lesern nicht in einem separaten Abschnitt erscheinen, der gleichsam als Anhang mit Beiträgen von nur temporärer Bedeutung wahrgenommen werden könnte.

Inhaltlich problematischer in dem Band von Kircher et al. ist es, dass Bezüge zu den neueren empirischen Bemühungen fehlen, Kennzeichen qualitätvollen Unterrichts zu identifizieren. Vor allem Videostudien haben eine Fülle von Hinweisen auf lernfördernde Merkmale des Unterrichts geliefert (Seidel, 2003; Tesch & Duit, 2004; Seidel et al., 2006), und da die Projekte vorwiegend im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich durchgeführt wurden, profitiert auch die Physikdidaktik von den Ergebnissen dieser Studien. Aber auch andere Berichte über Zusammenhänge zwischen Unterrichtsmerk-

malen und Unterrichtsqualität bilden reichhaltige Quellen für fachdidaktische Reflexionen zur Verbesserung des Unterrichts. Für Willers Buch kam die Wahrnehmung dieser empirischen Daten in breiteren Kreisen der Schulpädagogik vermutlich zu spät, aber beim Erscheinen der beiden anderen Bücher war die Diskussion darüber im vollen Gange, sicherlich nicht unbemerkt von den Herausgebern der Werke. Warum haben aber weder Kircher et al. noch Mikelskis versucht, die z.B. bei *Hilbert Meyer* (2004) in seinem die wichtigsten Forschungsergebnisse zusammenfassenden Bändchen „Was ist guter Unterricht?“ dargestellten Qualitätsmerkmale von Unterricht physikdidaktisch aufzubereiten? In überzeugender Weise hat *Ernst Kircher* in seinem Abschnitt über Planung und Analyse von Physikunterricht Modelle der Allgemeinen Didaktik auf den Physikunterricht bezogen; solche Hilfen für die notwendige Integrationsleistung benötigen insbesondere Studierende, für die die verschiedenen Studienbereiche sonst unvermittelt bleiben. Dass aber in diesem Band ebenso wie in dem von Mikelskis die Überblicke von *Hilbert Meyer* oder *Andreas Helmke* (2003) unerwähnt blieben, deutet darauf hin, dass die Herausgeber die Bedeutung dieser Brückenbildung unterschätzt haben.

Interessant ist, wie unterschiedlich die Bücher mit der PISA-Studie und der darin verankerten Konzeption naturwissenschaftlicher Bildung umgehen. Generell ist eine gewisse Zurückhaltung zu konstatieren, sich mit diesem Themenkomplex auseinanderzusetzen; bei der bildungstheoretischen Grundorientierung der Texte ist dies zwar verständlich, aber angesichts der öffentlichen Resonanz auf diese Testdurchgänge nicht nachvollziehbar. Bei Kircher et al. gehen einige Beiträge, die sich neueren Einsichten über das Physiklernen und über optimale Aufgabenkonstruktion widmen, nur am Rande auf PISA ein, eine Auseinandersetzung mit dem den PISA-Aufgaben zugrunde gelegten Konzept „scientific literacy“ findet, ähnlich wie im Falle der Bildungsstandards, nicht statt.

Mikelskis stellt das Konzept in so knapper Form vor, dass ein Leser, der sich damit noch nicht befasst hat, nicht erraten kann, warum mit „scientific literacy“ die Ablösung des traditionellen Bildungsverständnisses angebahnt wird. Lediglich Willer geht ausführlicher nicht nur auf die PISA-Ergebnisse, sondern auch auf die bei PISA vertretene Auffassung von einer funktionalen naturwissenschaftlichen Grundbildung ein und stellt eine Reihe von Fragen, deren empirische Prüfung klären sollte, ob die PISA-Konzeption tatsächlich mit tradierten Bildungskonzeptionen bricht oder sich vielmehr in eine historische Entwicklung von Ideen und Positionen einordnen lässt. Wie bei anderen Themen auch, regt Willer auch hier eher zum Nachdenken und Fragen an, als dass er bündige Antworten zu geben versucht.

Die formale Gestaltung der Bücher kann nicht ohne die jeweilige inhaltliche Konzeption betrachtet werden. Dem Band von Kircher et al. kann am ehesten der Charakter eines Lehrbuches zugeschrieben werden. Der komfortable Umfang ermöglichte eine flächenbeanspruchende Randspalte für zusammenfassende Anmerkungen und illustrierende Abbildungen, wichtige Inhalte werden eingerahmt hervorgehoben, und regelmäßige Gliederungshinweise für die einzelnen Abschnitte erleichtern die Orientierung. Zwar wird im Vorwort darauf hingewiesen, dass bei der Vielfältigkeit der Physikdidaktik jede Themenauswahl subjektiv bleiben muss, aber insgesamt gewinnt der informierte Lehrer doch den Eindruck, dass eine umfassende Darstellung der Physikdidaktik angestrebt wurde.

Mit dem vergleichsweise geringen Umfang kann Mikelskis einen solchen Anspruch gar nicht erst erheben. Für ausgewählte Themen, die dem Einteilungsschema: Vorbereitung des Unterrichts – Durchführung – Evaluation folgen, werden in zumeist informativen Beiträgen, aber insgesamt in erheblicher Heterogenität praxisbezogene und/oder theoretische Aspekte des Physikunterrichts erörtert. Der Untertitel des Buches – Praxishandbuch für die Sekundarstufe I

und II -, sicherlich vom Verlag verantwortet, ist irreführend: Für ein Handbuch fehlt die durchgängige Systematik, und über die Probleme der Oberstufe (z.B. Grundkurse, Abituraufgaben, Ergebnisse von TIMSS III) wird nichts mitgeteilt.

Willer stellt an die Leser hohe Ansprüche. Ergebnisse empirischer Untersuchungen werden nicht einfach mitgeteilt, sondern ausführlich erörtert. Sie werden in den Kontext ihrer Entstehung gestellt und vor diesem Hintergrund mit Fragen zu ihrer Aussagekraft beladen. Man kann sich bei Lesern ganz unterschiedliche Reaktionen vorstellen: Unter Handlungsdruck stehende werden vergeblich nach Fixpunkten suchen, nach eingerahmten Gewissheiten, die Erfolgszuversicht vermitteln, Skeptiker dagegen, die bereits über gewisse Handlungsroutrinen verfügen und allen angeblich nachgewiesenen Zusammenhängen erst einmal misstrauen, werden ein weites Feld interessanter Anregungen finde

### *Fazit*

In der Physikdidaktik wissen wir wesentlich mehr als in den „Physikdidaktiken“ steht und stehen kann. Selektionen sind daher nicht zu vermeiden. Wenn auch ausführliche Erörterungen daher nur für ausgewählte Themen möglich sind, eine knapp kommentierte und Zusammenhänge aufzeigende Übersicht über die in der scientific community diskutierten Aspekte des Physikunterrichts sollte in einem Lehrbuch nicht fehlen, nun wirklich im Stile eines Handbuches.

### **Resümee**

Die hier betrachteten Bücher sind wie die Erkenntnisse der Physikdidaktik selbst: facettenreich, von subjektiven Sichtweisen geprägt und doch nach bestimmten Kriterien beurteilbar. Diese Kriterien sind noch keineswegs von einem breiten Konsens getragen und bedürfen daher weiterer Diskussionen. Ihre Unschärfe ist nicht nur in der Gestaltung von Lehrbüchern wirksam, sondern

vermutlich auch in der Konzipierung von Ausbildungsgängen für zukünftige Lehrkräfte der Physik. Im Kern ist dieses Dilemma zurückzuführen auf das Fehlen empirisch gestützter Informationen zum Verhältnis zwischen Wissen und Können.

Die unterschiedlichen Umfänge der Bücher und die jeweils identifizierten Lücken weisen auf eine andere offene Frage hin: Offenbar erhöht ein breiterer Raum, der für die Darstellung zur Verfügung steht, die Chance, wichtige Aspekte der Physikdidaktik nicht zu übersehen. Wie gerechtfertigt sind dann knappe Darstellungen, die der Komplexität ihres Gegenstandes nicht gerecht werden können? Begründete Informationen, so wird man antworten müssen, haben in jedem Falle auch dann ihre Funktion, wenn sie den Physikunterricht nur ausschnitthaft widerspiegeln. Der Anspruch eines Lehrbuches zur Physikdidaktik sollte dann allerdings nicht unbedingt erhoben werden.

## Literatur:

- Altrichter, H. (2000). Handlung und Reflexion bei Donald Schön. In G.H. Neuweg (Hrsg.), *Wissen – Können – Reflexion. Ausgewählte Verhältnisbestimmungen* (S. 201-221). Innsbruck: StudienVerlag.
- Arbeitsgruppe (2004). Arbeitsgruppe Curriculare Standards Physik beim Ministerium für Wissenschaft, Weiterbildung, Forschung und Kultur Rheinland-Pfalz: *Standards der Lehrerbildung. Curriculare Standards des Faches Physik*.
- Aufschnaiter, C.v. (2007). Lernprozessorientierung als wesentliches Element von Lehrerbildung. In D. Lemmermöhle, M. Rothgangel, S. Bögeholz, M. Hasselhorn & R. Watermann (Hrsg.), *Professionell lehren – erfolgreich lernen* (S. 53-64). Münster: Waxmann.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9, 469-520.
- Borko, H. & Putnam, R.T. (1995). Expanding a teacher's knowledge base: A cognitive psychological perspective on professional development. In T. Guskey, M. Huberman (Hrsg.), *Professional development in education: New paradigms and practices* (S. 35-65). New York: Teachers College Press.
- Borko, H. & Putnam, R.T. (1996). Learning to teach. In D.C. Berliner & R.C. Calfee (eds.), *Handbook of Educational Psychology* (S. 673-708). New York: Macmillan.
- Bromme, R. (1992). *Der Lehrer als Experte. Zur Psychologie des professionellen Wissens*. Bern: Huber.
- Brophy, J. (ed.) (2004). *Using Video in Teacher Education*. Amsterdam: Elsevier.
- Brunner, M., Kunter, M., Krauss, S., Klusmann, U., Baumert, J., Blum, W. et al. (2006). Die professionelle Kompetenz von Mathematiklehrkräften: Konzeptualisierung, Erfassung und Bedeutung für den Unterricht. Eine Zwischenbilanz des COACTIV-Projekts. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule* (S. 54-82). Münster: Waxmann.
- DPG (2006). Deutsche Physikalische Gesellschaft: *Thesen für ein modernes Lehramtsstudium im Fach Physik*.
- Fischer, H.E., Klemm, K., Leutner, D., Sumfleth, E., Tiemann, R. & Wirth, J. (2003). Naturwissenschaftsdidaktische Lehr-Lernforschung: Defizite und Desiderata. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 9, 179-208.
- Fischler, H. (1994). Concerning the difference between intention and action. – Teachers' conceptions and actions in physics teaching. In I. Carlgren, G. Handal & S. Vaage (eds.), *Teachers' Minds and Actions. Research on Teachers Thinking and Practice* (S. 165-180). London: Falmer.
- Fischler, H. (2006). Unterrichtsvideos für Reflexion und Diskussion. *Naturwissenschaften im Unterricht – Physik*, 17, 72-73.
- Fischler, H. (2007). Fachdidaktik und Unterrichtsqualität im Bereich Naturwissenschaften. In K.-H. Arnold (Hrsg.): *Unterrichtsqualität und Fachdidaktik* (S. 235-260). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- GFD (2004). Gesellschaft für Fachdidaktik: *Kerncurriculum Fachdidaktik*. Zugriff am 15.06.2008 unter <http://gfd.physik.rub.de/>
- Groeben, N., Wahl, D., Schlee, J. & Scheele, B. (1988). *Das Forschungsprogramm Subjektive Theorien. Einführung in die Psychologie des reflexiven Subjekts*. Tübingen: Francke.
- Gruber, H. & Renkl, A. (2000): Die Kluft zwischen Wissen und Handeln: Das Problem des trägen Wissens. In G.H. Neuweg (Hrsg.), *Wissen – Können – Reflexion. Ausgewählte Bestimmungen* (S. 155-174). Innsbruck: StudienVerlag.
- Gruber, H., Mandl, H. & Renkl, A. (2000). Was lernen wir in Schule und Hochschule: Träges Wissen? In H. Mandl & J. Gerstenmaier (Hrsg.), *Die Kluft zwischen Wissen und Handeln. Empirische und theoretische Lösungsansätze* (S.139-156). Göttingen: Hogrefe.
- Heimann, P. (1976). Didaktische Grundbegriffe. In K. Reich & H. Thomas (Hrsg.), *Paul Heimann: Didaktik als Unterrichtswissenschaft* (S. 103-141). Stuttgart: Klett.
- Heimann, P. (1962). Didaktik als Theorie und Lehre. *Die Deutsche Schule*, 54, 407-427.
- Helmke, A. (2003). *Unterrichtsqualität – erfassen, bewerten, verbessern*. Seelze: Kallmeyer.
- Keiny, S. (1994). Constructivism and Teachers' Professional Development. *Teaching & Teacher Education*, 10, 157-167.
- Kircher, E., Girwidz, R. & Häußler, P. (Hrsg.) (2007). *Physikdidaktik – Theorie und Praxis*. Berlin: Springer.
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M. et al., (2003): Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards – Expertise. Herausgegeben vom Bundesministerium für Bildung und Forschung. Bonn, Berlin.

- Kolbe, F.-U. (2004). Verhältnis von Wissen und Handeln. In S. Blömeke, P. Reinhold, G. Tuldziecki & J. Wildt (Hrsg.), *Handbuch Lehrerausbildung* (S. 206-232). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- KMK (2004a). Kultusministerkonferenz der Länder in der Bundesrepublik Deutschland: *Standards für die Lehrerausbildung: Bildungswissenschaften*. Beschluss der KMK vom 16.12.2004, Bonn.
- KMK (2004b). Kultusministerkonferenz der Länder in der Bundesrepublik Deutschland: *Standards für die Lehrerbildung: Bericht der Arbeitsgruppe*. Zugriff am 15.6.2008 unter [http://www.kmk.org/Lehrerbildung-Bericht der AG.pdf](http://www.kmk.org/Lehrerbildung-Bericht%20der%20AG.pdf)
- Komorek, M (2004). J. Willer: Didaktik des Physikunterrichts (Rezension). *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 260-261.
- Krammer, K. & Reusser, K. (2004). Unterrichtsvideos als Medium der Lehrerinnen- und Lehrerausbildung. *Seminar – Lehrerbildung und Schule*, Heft 4, 80-101.
- Krauss, S., Neubrand, M., Blum, W., Baumert, J., Brunner, M., Kunter, M. & Jordan, A. (im Druck). Die Untersuchung des professionellen Wissens deutscher Mathematik-Lehrerinnen und -Lehrer im Rahmen der COACTIV-Studie. *Journal für Mathematikdidaktik*.
- Krauss, S, Brunner, M., Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M. & Jordan, A. (in press). Pedagogical Content Knowledge and Content Knowledge of Secondary Mathematics Teachers. *Journal of Educational Psychology*.
- Kunter, M., Klusmann, U., Dubberke, T., Baumert, J., Blum, W., Brunner, M. et al. (2007). Linking aspects of teacher competence to their instruction. Results from the COACTIV project. In Prenzel (Hrsg.), *Studies on the educational quality of schools* (39-59). Münster: Waxmann.
- Leuchter, M., Pauli, C., Reusser, K. & Lipowsky, F. (2006). Unterrichtsbezogene Überzeugungen und handlungsleitende Kognitionen von Lehrpersonen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9, 562-579.
- Lipowsky, F. (2006). Auf den Lehrer kommt es an. Empirische Evidenzen für Zusammenhänge zwischen Lehrerkompetenzen, Lehrerhandeln und dem Lernen der Schüler. *Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft Vol. 51*, 47-70.
- Lunetta, V. (1998). The school science laboratory: Historical perspectives and contexts for contemporary teaching. In B. Fraser & K. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* (S. 249-262). Dordrecht: Kluwer.
- Meyer, H. (2004). *Was ist guter Unterricht?* Berlin: Cornelsen
- Milkelskis, H.F. (Hrsg.) (2006). *Physik-Didaktik*. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Munby, H., Russel, T. & Martin A.K. (2001). Teachers' Knowledge and How It Develops. In V. Richardson (Ed.), *Handbook of Research on Teaching* (S. 877-904). Washington: American Educational Research Association.
- Neuweg, G.H. (2000). Können und Wissen – Eine alltagssprachphilosophische Verhältnisbestimmung. In G.H. Neuweg (Hrsg.), *Wissen – Können – Reflexion. Ausgewählte Verhältnisbestimmungen* (S. 65-82). Innsbruck: StudienVerlag.
- Neuweg, G.H. (2004). Figuren der Relationierung von Lehrerwissen und Lehrerkönnen. In B. Hackl & G.H. Neuweg (Hrsg.), *Zur Professionalisierung pädagogischen Handelns* (S. 1-26). Münster: LIT Verlag.
- Neuweg, G.H. (2005). Emergenzbedingungen pädagogischer Könnerschaft. In H. Heid & G. Harteis (Hrsg.), *Verwertbarkeit. Ein Qualitätskriterium (erziehungs- und wissenschaftlichen Wissens?)* (S. 205-228). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Neuweg, G.H. (2006). *Das Schweigen der Könner. Strukturen und Grenzen des Erfahrungswissens*. Linz: Trauner.
- Oser, F. (1997). Standards in der Lehrerausbildung, Teil 1: Berufliche Kompetenzen, die hohen Qualitätsmerkmalen entsprechen. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 15, 26-37.
- Putnam, R.T. & Borko, H. (1997). Teacher Learning: Implications of New Views of Cognition. In B.J. Biddle, T.L. Good, & I. F. Goodson (Hrsg.), *International Handbook of Teachers and Teaching, Volume II* (S. 1223-1296). Dordrecht: Kluwer,
- Radtke, F.O. (1996). *Wissen und Können. Die Rolle der Erziehungswissenschaft in der Erziehung*. Opladen: Leske + Budrich.
- Schön, D.A. (1983). *The reflective practitioner. How professionals think in action*. New York: Teachers College Press.
- Schön, D.A. (1987). *Educating the Reflective Practitioner*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Schulz, W. (1962). Die didaktische Akte. *Die Deutsche Schule*, 54, 428-446.
- Seidel, T. (2003). *Lehr-Lernskripts im Unterricht. Freiräume und Einschränkungen für kognitive und motivationale Prozesse beim Lernen – Eine Videostudie im Physikunterricht*. Münster: Waxmann.

- Seidel, T., Prenzel, M., Rimmele, R., Schwindt, K., Kobarg, M., Herweg, C. et al. (2006). Unterrichtsmuster und ihre Wirkungen. Eine Videostudie im Physikunterricht. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule* (S. 99-123). Münster: Waxmann.
- Sherin, M.G., Han, S.Y. (2004). Teacher learning in the context of a video club. *Teaching and Teacher Education* 20, 163-183.
- Shulman, L.S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, Vol. 15, No. 2, 1-22.
- Terhart, E. (2002). *Standards für die Lehrerbildung*. ZKL-Texte-Nr. 24. Universität Münster.
- Tesch, M. & Duit, R. (2004). Experimentieren im Physikunterricht – Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 51-69
- Tillema, H.H. (1994). Training and professional expertise: Bridging the gap between new information and pre-existing beliefs of teachers. *Teaching and Teacher Education*, 10, 601-615.
- Wahl, D. (1991). *Handeln unter Druck. Der weite Weg vom Wissen zum Handeln bei Lehrern, Hochschullehrern und Erwachsenenbildnern*. Weinheim: Deutscher Studien Verlag.
- Wahl, D.; Wölfling, W.; Rapp, G. & Heger, D. (Hrsg.) (1995). *Erwachsenenbildung konkret*. Weinheim: Deutscher Studien Verlag.
- Welzel, M. & Stadler H. (Hrsg.) (2005). „Nimm doch mal die Kamera!“. *Zur Nutzung von Videos in der Lehrerbildung – Beispiele und Empfehlungen aus den Naturwissenschaften*. Münster: Waxmann.
- Willer, J. (2003). *Didaktik des Physikunterrichts*. Frankfurt/M.: Harri Deutsch.

### Kontakt

Prof. Dr. Helmut Fischler  
 Freie Universität Berlin  
 Fachbereich Physik  
 Arnimallee 14  
 14195 Berlin  
[helmut.fischler@physik.fu-berlin.de](mailto:helmut.fischler@physik.fu-berlin.de)

### Autoreninformation

Einer der Arbeitsschwerpunkte von Helmut Fischler ist die Erfassung und Analyse von Lehrervorstellungen (subjektiven Theorien) über das Lehren und Lernen der Physik und die Entwicklung von Verfahren, die im Rahmen von Lehrerfortbildung Veränderungen dieser Vorstellungen unterstützen.