

Trendel, Georg; Wackermann, Rainer; Fischer, Hans E.
Lernprozessorientierte Fortbildung von Physiklehrern
Zeitschrift für Pädagogik 54 (2008) 3, S. 322-340



Quellenangabe/ Reference:

Trendel, Georg; Wackermann, Rainer; Fischer, Hans E.: Lernprozessorientierte Fortbildung von Physiklehrern - In: Zeitschrift für Pädagogik 54 (2008) 3, S. 322-340 - URN: urn:nbn:de:0111-opus-43542 - DOI: 10.25656/01:4354

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-opus-43542>

<https://doi.org/10.25656/01:4354>

in Kooperation mit / in cooperation with:

BELTZ

<http://www.beltz.de>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Inhaltsverzeichnis

Thementeil: Lehr- und Lernprozesse im naturwissenschaftlichen Unterricht

Hans E. Fischer

Lehr- und Lernprozesse im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Einführung in den Thementeil 301

Silke Klos/Christian Henke/Corinna Kieren/Maik Walpuski/Elke Sumfleth

Naturwissenschaftliches Experimentieren und chemisches Fachwissen –

zwei verschiedene Kompetenzen 304

Georg Trendel/Rainer Wackermann/Hans E. Fischer

Lernprozessorientierte Fortbildung von Physiklehrern 322

Isabell van Ackeren/Rainer Block/Klaus Klemm/Harry Kullmann/Frank Sprütten

Schulkultur als Kontext naturwissenschaftlichen Lernens – Allgemeine und

fachspezifische explorative Analysen 341

Joachim Wirth/Hubertina Thillmann/Josef Künsting/

Hans E. Fischer/Detlev Leutner

Das Schülerexperiment im naturwissenschaftlichen Unterricht – Bedingungen

der Lernförderlichkeit dieser Lehrmethode 361

Allgemeiner Teil

Frauke Stübiger/Peter H. Ludwig/Dorit Bosse

Problemorientierte Lehr-Lern-Arrangements in der Praxis –

Eine empirische Untersuchung zur Organisation und Gestaltung

fächerübergreifenden Unterrichts 376

Paul Walter/Achim Leschinsky

Überschätzte Helfer? Erwartungen an die Sozialpädagogik in der Schule 396

Jörg Wittwer
Warum wirkt Nachhilfe? Hinweise aus der Forschung zum Einzelunterricht 416

Besprechungen

Wolfgang Harder
Ulrich Herrmann (Hrsg.): In der Pädagogik etwas bewegen 433

Micha Brumlik

Johannes Bellmann: John Dewey naturalistische Pädagogik
Fritz Bohnsack: John Dewey. Ein pädagogisches Portrait
Martin Hartmann: Die Kreativität der Gewohnheit
Klaus Prange (Hrsg.): Herbart und Dewey
Douglas J. Simpson: John Dewey
Robert Wentz: Demokratie am Scheideweg 435

Klaus Prange

Norbert Ricken (Hrsg.): Über die Verachtung der Pädagogik 438

Jörg Zirfas

Andrea Sabisch: Inszenierung der Suche 441

Dokumentation

Erziehungswissenschaftliche Habilitationen und Promotionen 2007 444

Pädagogische Neuerscheinungen 480

Beilagenhinweis:

Dieser Ausgabe der Z.f.Päd. liegen Prospekte des Juventa Verlag, Weinheim, und des Hogrefe Verlag, Göttingen, bei.

Georg Trendel/Rainer Wackermann/Hans E. Fischer

Lernprozessorientierte Fortbildung von Physiklehrern

Zusammenfassung: Die Fähigkeit von Lehrern zur Diagnose, Gestaltung und Förderung von Lehr-/Lernprozessen wird in einer Fortbildung erweitert und der Effekt im Physikunterricht nachgewiesen. Auf der Basis des handlungstheoretischen Modells von Wahl (2002) wird, u.a. durch Videoanalyse und Video-Feedback, die Unterrichtspraxis der Lehrenden empirisch überprüft und theoriegeleitet weiter entwickelt. Die Optimierung von Lernprozessen der Schülerinnen und Schüler orientiert sich an der Theorie der Basismodelle nach Oser/Baeriswyl (2001). Auf Grundlage dieser Theorie werden Unterrichtshandlungen erfasst und bezüglich intendierter und stattfindender Lernprozesse untersucht. Die gemessenen Effekte lassen Schlussfolgerungen für die Optimierung von Physikunterricht und für die Gestaltung von Lehrerfortbildung zu.

1. Einleitung

Die Organisation von Lernprozessen im Physikunterricht stützt sich bisher mehr oder weniger auf plausible, aber intuitive Annahmen darüber, was für das Lernen von Physik wohl förderlich sei (vgl. Muckenfuß 1995, S. 25ff.). Es gibt starke Traditionen, die das, was man für den Erkenntnisweg der Physik hält, als Vorbild für einen sinnvollen Wissensaufbau im Unterricht zugrunde legen. Seit Grimsehl's (1911) Forderung, die naturwissenschaftliche Forschungsmethode solle auf jeder Stufe des Physikunterrichts das Vorbild für die Unterrichtsmethode sein, finden sich in manchen Lehrbüchern der Physikdidaktik entsprechende Kapitel zur Methodik der Physik mit Verbindungen zur Unterrichtsmethodik (vgl. z.B. Töpfer/Bruhn 1979; Bleichroth u.a. 1999, S. 227ff.).

Zurzeit ist Physikunterricht in Deutschland auf Fachinhalte orientiert und durch fragend-entwickelnde Gesprächsführung, mit oder ohne Experimente, gekennzeichnet. (Fischler 1989; Reyer 2004; Seidel u.a. 2006). Die vorliegende Arbeit geht von der Annahme aus, dass eine Ursache für unbefriedigende schulische Lernergebnisse in dieser eindimensionalen Organisation des Lernens von Physik zu suchen ist. Es wird postuliert, dass unterschiedliche Lehrziele auch unterschiedliche Lernprozesse erfordern. Um Lehrer mit einem Unterricht vertraut zu machen, der die Lernprozesse der Schüler berücksichtigt, werden solche Lernprozesse betrachtet, die im Physikunterricht von besonderer Bedeutung sind, nämlich *Erfahrungslernen*, *Konzeptbildung* und *Problemlösen*. Grundlage ist die Theorie der Basismodelle des Lehrens und Lernens nach Oser und Baeriswyl (2001). Die dort als notwendig für erfolgreiches Lernen beschriebenen Lernwege wurden in einer Lehrerfortbildung trainiert und erprobt. Schwerpunkt des vorliegenden Beitrags sind Erkenntnisse zu Unterschieden in den Lernwegen, die sich aus Analysen des Unterrichts gewinnen lassen.

2. Theoretischer Hintergrund

Zu den oben genannten Lernprozessen werden einige bekannte Instruktionsmodelle des Physikunterrichts bezüglich ihrer epistemischen Wurzeln und ihrer Artikulationsschemata beleuchtet.

2.1 Erfahrungslernen

Physik gilt als „empirische“ Wissenschaft. Der Begriff Erfahrung (Empirie) wurde ursprünglich von *Aristoteles* in die Sprache der Wissenschaftstheorie eingeführt und meinte zunächst eher *die Beherrschung eines Handlungsschemas* in einer bestimmten Domäne (vgl. Kambartel 1973). Davon abzugrenzen ist ein Verständnis des Erfahrungsbegriffs, das Kambartel (1973, S. 105) als die *Kantische Bedeutung* bezeichnet. Hier geht es um die mit der Methodik der Physik, insbesondere durch Messen gewonnenen empirischen Erkenntnisse.

Annahmen zur Methodik der Physik und des Physikunterrichts sind bis in die neuere Zeit geprägt durch empiristische Vorstellungen, die auf Francis Bacon (1620) und seine vier Schritte zur Suche nach Wahrheit zurückgehen (*Reinigung des Verstandes von Vorurteilen, Sammeln von Informationen, Schlussfolgern, Formulierung von Gesetzmäßigkeiten*). Daran angelehnte *induktive* Vorgehensweisen wurden noch vor nicht allzu langer Zeit als Schema des physikalischen Arbeitens auch in Schulbüchern beschrieben (vgl. Grehn 1990), entsprechende epistemische Vorstellungen beeinflussen den Unterricht bis heute (vgl. Baumert u.a. 2000, Bleichroth u.a. 1999, S. 73).

Dagegen haben sich die Ansichten zur Methodik der Physik in den letzten Jahrzehnten radikal geändert. Popper (1976) wies darauf hin, dass empiristische Programme zu logischen Widersprüchen führen. Kuhn (1976) und Feyerabend (1986) konnten auch in der Wissenschaftsgeschichte keine überzeugenden Beispiele für induktives Vorgehen beim Entstehen bedeutenderer Theorien finden. Kircher/Girdwiz/Häusler (2001, S. 148) verbinden mit der induktiven Methode sogar „inhumane Züge des Unterrichtens“, wobei die „Lernenden manipuliert“ werden und ein „unzutreffendes Bild der Wissenschaft“ entsteht.

2.2 Konzeptbildung

Die in den Bildungsstandards der KMK (2005) verwendete Bezeichnung „Basiskonzepte“ weist neben Inhaltlichem, Begrifflichem auch eine methodische und instrumentelle Dimension auf (siehe auch Sprechelsen 1973, S. 87). Die Bildung von Konzepten ist damit über einfache induktive Generalisierungen nicht zu realisieren. „Sie entspringen der schöpferischen Phantasie und Intuition. Es gibt dafür keine erlernbare Methode der Begriffsbildung“ (Bleichroth u.a. 1999, S. 77). Nach sozial-konstruktivistischer Auffassung (vgl. Scott/Asoko/Leach 2007) muss jedes Individuum Begriffe und Konzepte im

Austausch mit seiner sozialen Umgebung selbst konstruieren. Ein einfacher Transfer wird auch hier als Möglichkeit der Konzeptbildung negiert, allerdings kann sie durch Kommunikation über Bedeutungszuweisungen unterstützt werden. Viele Lehrer ziehen daraus die Schlussfolgerung, dass sie ihren Schülern nichts mehr mitteilen oder erklären dürfen, weil diese alles selbst herausfinden (konstruieren) müssten. In dieser Verwechslung von Prozessen des Lernens mit Strategien des Lehrens (Bransford/Brown/Cocking 2000) könnte u.a. die Ursache dafür liegen, dass deutsche Lehrer in Selbstberichten oft als konstruktivistisch geprägt erscheinen, dieses aber in ihrem Unterricht nicht sichtbar wird (Labudde/Duit 2007).

Die Entwicklung von Konzepten wurde vor allem unter dem Gesichtspunkt *Konzeptwechsel* untersucht. Hier wurde zum ersten Mal Bezug auf neuere erkenntnistheoretische Positionen, vor allem Thomas Kuhns (1976), genommen. Es wird angenommen, dass Schülerinnen und Schüler außerhalb des Unterrichts Konzepte zu Phänomenen ihres Erfahrungsbereichs gebildet haben, die im Unterricht thematisiert werden. Da diese Alltagskonzepte jedoch mit belastbaren wissenschaftlichen Konzepten nicht vereinbar sind, wird die Funktion des Unterrichts, als individueller Vollzug eines Paradigmenwechsels, in einem Wechsel dieser Vorstellungen hin zu physikalischen Erklärungen gesehen.

2.3 Problemlösen

Kompetenzen sind nach Weinert (2001) u.a. Fähigkeiten, Probleme zu lösen. Problemlösen besitzt im Physikunterricht einen hohen Stellenwert und es wird deshalb schon seit einiger Zeit als zentrale Unterrichtsmethode gefordert (Schmidkunz/Lindemann 1992). Wie internationale Vergleichsstudien (PISA, TIMSS) und Beschreibungen des Physikunterrichts zeigen (Reyer 2004; Seidel u.a. 2006), wird Problemlösen aber im Physikunterricht wenig realisiert.

Nach Dörner (1979) besitzen Probleme einen nicht zufrieden stellenden Anfangszustand, einen angestrebten Endzustand sowie eine schwer zu überwindende Barriere zwischen diesen Zuständen. Zu ihrer Lösung steht, im Unterschied zu normalen Aufgaben, kein bekannter oder algorithmischer Weg zur Verfügung. Ob eine Anforderung ein Problem ist oder nicht, hängt damit stark von der Expertise der bearbeitenden Person ab. Es werden oft zwei verschiedene Arten des Problemlösens unterschieden, aber auch verwechselt, das *analytische* und das *dynamische oder explorative Problemlösen* (Leutner u.a. 2004). Beim *analytischen Problemlösen* wird bestehendes Konzept- und Handlungswissen genutzt, um einen Lösungsweg zu finden. Aebli (1981, S. 203) beschreibt diesen Vorgang als „Bewegungen im System“, Klahr (2000) als Suche im Hypothesen- und Experimentierraum. Analytisches Problemlösen in einer Domäne ist also ohne Vorwissen, aber auch ohne erfahrungsbasierte Handlungsstrategien nicht möglich. *Dynamisches Problemlösen* ist dagegen durch das Fehlen von Informationen gekennzeichnet (Leutner et al. 2004), die durch Situationsveränderungen auf Grundlage des Vorwissens und einer geeigneten Fragestellung in einem feedbackgesteuerten Prozess gewon-

nen werden müssen. Im Unterschied zum analytischen Problemlösen entsteht dabei neues Wissen. Dynamisches Problemlösen ist also als eine Form des Wissenserwerbs aus Erfahrung zu sehen.

3. Basismodelle des Lehrens und Lernens

Bereits aus der Darstellung dieser wenigen Erkenntniswege kann gefolgert werden, dass ein einziges, universal gültiges Instruktionsschema die notwendigen Lerngelegenheiten im Physikunterricht nicht hinreichend repräsentiert. In unserer Studie stützten wir uns deshalb auf die Theorie der Basismodelle von Oser/Baeriswyl (2001), die explizit die Abhängigkeit zwischen Zielen und Wegen des Lehrens und Lernens thematisiert. Oser unterscheidet zunächst zwischen der Sichtstruktur, mit relativ großen Freiheiten der Gestaltung durch die Lehrenden, und der Tiefenstruktur des Unterrichts, die die Freiheit durch lernpsychologische Regeln einschränkt. Oser und Baeriswyl nennen insgesamt 12 verschiedene *Basismodelle* des Lehrens, für die sie je eine Folge von notwendigen Schritten formulieren (siehe Tabelle 1), die im Lernprozess vollständig und in der richtigen Reihenfolge durchlaufen werden müssen. Erst in dieser *Choreographie* des Unterrichts ist erfolgreiches Lernen möglich.

	<i>Lernen durch Eigenerfahrung</i>	<i>Konzeptbildung</i>	<i>Problemlösen</i>
1	Inneres Vorstellen, Planen	Bewusstmachen des Wissens	Problemgenerierung
2	Handeln im Kontext	Durcharbeiten eines prototypischen Musters	Problempräzisierung
3	Erste Ausdifferenzierung, Reflexion	Darstellen der wesentlichen Merkmale und Prinzipien	Lösungsvorschläge
4	Generalisierung der Ergebnisse	Aktiver Umgang mit neuem Konzept	Prüfen der Lösungsvorschläge
5	Übertragung auf größere Zusammenhänge	Vernetzung mit bekanntem Wissen	Vernetzung, Transfer auf andere Problemklassen

In dieser Studie wurden lediglich die Basismodelle Lernen durch *Eigenerfahrung*, *Konzeptbildung* und *Problemlösen* untersucht. Reyer/Trendel/Fischer (2004) und Trendel/Wackermann/Fischer(2007) konnten zeigen, dass durch die beiden erstgenannten Zielbereiche ein großer Teil des untersuchten Physikunterrichts beschrieben werden kann. Problemlösen kommt zwar seltener vor, gilt aber als ein wesentliches Ziel naturwissenschaftlichen Kompetenzerwerbs (KMK 2005, S. 7, siehe auch Fischer/Trendel/Reyer/Wackermann 2006).

4. Untersuchungsdesign und Vorgehensweise

4.1 Lernprozessorientierte Fortbildung

Die Berücksichtigung von Lernprozessen der Schüler im (Physik-) Unterricht wird also als notwendig postuliert, allerdings nach Befunden verschiedener Studien nur selten beobachtet (Reyer/Trendel/Fischer 2004; Seidel/Prenzel 2004). Um eine Beziehung zwischen Effekten einer Lernprozessorientierung und Merkmalen der Unterrichtsqualität herzustellen, ist es deshalb notwendig, Lernprozessorientierung durch eine praxisnahe Lehrerfortbildung in Physikunterricht einzuführen, die erforderliche Varianz also selbst zu erzeugen.

Im Verlauf des Schuljahrs 2005/2006 wurden 18 Lehrende (16 männlich, zwei weiblich, 14 Gymnasial-, 4 Gesamtschullehrer, Klassen 8 bis 13) für lernprozessorientierten Unterricht fortgebildet. Im Verlauf des Schuljahrs wurden für jeden beteiligten Lehrer zwischen 3 und 6 Unterrichtsstunden videografiert, insgesamt 80 Stunden. Die Reflexion über Unterricht wurde durch Videofeedback und Videoanalyse stimuliert, Veränderungen hin zu Lernprozessorientierung durch individuelles Coaching unterstützt.

4.2 Fragestellungen

Eine ausführlichere Beschreibung des Gesamtprojekts, einschließlich des quasi-experimentellen Vergleichsgruppensdesigns zur Evaluation der Fortbildung, findet sich bei Trendel/Wackermann/Fischer (2007). Der vorliegende Artikel konzentriert sich auf die folgenden Fragen:

- Ist eine an der Theorie der Basismodelle orientierte Videoanalyse ein valides Instrument, die in der Theorie geforderten Lernwege zu unterscheiden, zu beschreiben und zu analysieren?
- Lassen sich aus der theoriegeleiteten Analyse des Unterrichts Hinweise zu qualitätswirksamen Merkmalen des Physikunterrichts gewinnen?

5. Multiperspektivischer Ansatz zur Analyse von Lernprozessen

Um die Fragen zu beantworten, wird eine kategoriegeleitete Videoanalyse des Unterrichts durchgeführt und die Validität des Konstrukts durch sinnvolle Korrelationen zwischen Videoanalyse und anderen Instrumenten zur Unterrichtsanalyse untersucht. Die nach Basismodellen differenzierte Unterrichtsanalyse erlaubt den Vergleich zwischen Fortbildungsteilnehmern, die die Theorie stärker oder weniger stark umgesetzt haben. Der Unterricht wird aus drei Perspektiven in den Blick genommen:

- Videoanalyse als theoriegeleitete Außensicht eines unabhängigen Beobachters
- Kurzfragebogen zur Sicht der am Unterricht beteiligten Schüler
- Rating der Unterrichtsqualität aus Sicht eines erfahrenen Lehrers

Die benutzten Untersuchungsinstrumente basieren jeweils auf unterschiedlichen Konstrukten. Wichtigstes Instrument ist eine auf der Basis der Oserschen Theorie neu entwickelte kategorienbasierte Videoanalyse des Unterrichts. Die Sicht der beteiligten Schüler wird durch einen ebenfalls selbst entwickelten Fragebogen zur summarischen Bewertung unmittelbar am Ende der videografierten Stunden erhoben. Schließlich wird, nach Betrachtung des Unterrichtsvideos, ebenfalls summarisch für die gesamte Stunde, die Unterrichtsqualität durch einen Experten bewertet. Dieses Rating nutzt ein Rater-Inventar nach Clausen (2004), das sich bereits in Untersuchungen anderer Arbeitsgruppen bewährt hat (Clausen/Reusser/Klieme 2003). Die Übereinstimmung in der Betrachtung von Unterricht aus verschiedenen Blickwinkeln wird als Indikator für eine hinreichende Validität gesehen, wenn sich sinnvolle Korrelationen zwischen den drei Instrumenten für denselben Unterricht ergeben (vgl. Abel/Möller/Treumann 1998, S. 154). Im Folgenden werden die drei Instrumente vorgestellt.

5.1 Videoanalyse des Unterrichts

Das Kodierschema zur Unterrichtsanalyse beinhaltet drei wesentliche Überlegungen bzw. innovative Besonderheiten: Die Tiefenstruktur wird in zeitlicher Auflösung hoch-inferent kodiert, Lernprozessorientierung wird auch bei nur partieller Umsetzung berücksichtigt und Lehrer und Schüler werden getrennt analysiert.

Das Kategoriensystem der hoch-inferenten Videoanalyse basiert auf einer Operationalisierung der Oserschen Basismodelle *Lernen durch Eigenerfahrung*, *Konzeptbildung* und *Problemlösen* (siehe Trendel/Wackermann/Fischer 2007). Drei Dimensionen werden berücksichtigt: Das *Basismodell*, das Lehrer bzw. Schüler zu diesem Zeitpunkt verfolgen, der *Handlungsschritt innerhalb des Basismodells* und die *Umsetzungsstufe*, also das Maß der Erfüllung der theoretisch geforderten Handlungsschritte. Auf Lehrerseite drücken sich in den Umsetzungsstufen sowohl Angebote für die Schüler als auch Erwartungen an ihre Handlungen aus und auf Schülerseite die Chance zur Nutzung der Angebote und die Fähigkeiten zur Erfüllung der Anforderungen. Die Umsetzungsstufe lässt sich also sowohl als ein Maß für die Komplexität des Handelns von Lehrern und Schülern interpretieren als auch als ein Maß für Lernprozessorientierung. In Tabelle 2 ist ein Auszug aus dem Kodiermanual dargestellt. Die Übereinstimmungsmaße der Kategorien sind für eine hoch-inferente Kodierung befriedigend bis gut (Basismodell und Handlungsschritte: $\kappa > 0,82$; Umsetzungsstufen: $\Gamma = 0,63$ (Lehrer), $\Gamma = 0,74$ (Schüler)).

5.2 Schüler-Kurzfragebogen

Mit einem Fragebogen zum Unterrichtserleben werden die Schüler nach dem Ende jeder videografierten Stunde zur *Möglichkeit, im Unterricht produktiv mitarbeiten zu können*, befragt. Die Intraklassenkorrelation zwischen den Lerngruppen zeigt eine befriedigende Reliabilität der auf Klassenebene aggregierten Schülerwahrnehmung des Unterrichts ($ICC2=0,78$).

Tab. 2: **Auszug aus dem Kodiermanual**

	Handlungsschritt	Unterrichtsphase (und Erläuterungen zu wichtigen Merkmalen)	Umsetzungsstufe Lehrer	Umsetzungsstufe Schüler	Kontrolle
1	...	...	...	...	...
2	Handeln im Kontext (Herstellen, Verändern, Experimentieren, Suchen und Ordnen etc.)	Erarbeitung: Durchführung der Handlung Die Handlungen werden zielbezogen durchgeführt.	0. Der Lehrer führt die Handlungen weitestgehend vor / Lehrer lässt die Schüler einfach machen. 1. Der Lehrer hilft aktiv bei der Umsetzung der Handlungen, schreibt möglicherweise Handlungsschritte vor. 2. Der Lehrer beobachtet Handlungen und greift gelegentlich aktiv ein (z.B. bei Fehlern). 3. Der Lehrer hält sich zurück, gibt Feedback und berät nur bei Bedarf/ Nachfrage von Schülern.	0. Schüler vollziehen die zielgerichteten Lehrerhandlungen zeitgleich nach (agierend/beobachtend) / Schüler tun etwas mit Bezug auf eine Thematik. 1. Schüler arbeiten kleinschrittig Handlungsanweisungen ab. 2. Schüler handeln weitgehend selbständig im Rahmen eines vorgegebenen Handlungsplans. 3. Schüler handeln selbständig, zielgerichtet und an der eigenen Planung orientiert.	0.; 1.; 2. Welche Handlung verrichten die Schüler (z.B. Experimentieren)? 3. Welches Ziel haben die Schüler dabei vor Augen?
3	...	...	...	...	...

5.3 Rating der Unterrichtsqualität

Für diese Untersuchung wurde ein für das Fach Physik leicht modifizierter Fragebogen von Clausen (2004) mit 36 Skalen verwendet, wie er u.a. bereits in einer vergleichenden Deutsch-Schweizer Mathematikstudie genutzt wurde (Clausen/Reusser/Klieme 2003). Clausen (2004) fasst einen Teil der Skalen zu übergeordneten Konstrukten zusammen: *Instruktionseffizienz*, *Schülerorientierung*, *Kognitive Aktivierung* und *Klarheit und Strukturiertheit*. Diese Zuordnungen konnten durch eigene Faktoranalysen mit einer Varianzaufklärung von 70,2% im Wesentlichen repliziert werden, allerdings ist die Trennung zwischen *Kognitiver Aktivierung* und *Klarheit und Strukturiertheit* nur schwach. Im Interesse der Vergleichbarkeit werden trotzdem die Clausen'schen Faktoren beibe-

halten. Weitere Skalen in den Bereichen *Gebrauch von Sprache*, *fachdidaktische Aspekte* und *Kooperation zwischen Schülern*, die sich auf Merkmale des Fachunterrichts beziehen, korrelieren hoch mit den oben genannten Merkmalsbereichen. Reliabilitätsanalysen wurden auf Basis der Generalisierungstheorie (Cronbach/Gleser/Nanda/Rajaratnam 1972) für 11 Unterrichtsvideos (13,75%) durchgeführt. Die sich ergebenden Reliabilitäten sind für Skalen und Superskalen mit Werten des absoluten Generalisierungskoeffizienten von mehr als $G=0,8$ durchweg gut. Lediglich 3 der 36 Subskalen – *Klassenführung*, *positive Fehlerkultur*, *Expertenurteil Stundenkonzept* – liefern Übereinstimmungsmaße unterhalb von $G=0,7$.

6. Ergebnisse

Nach der Angabe von Einzelergebnissen zu den drei Instrumenten beziehen sich die weiteren Ausführungen auf die Forschungsfragen zur Validität der Instrumente und zu qualitätswirksamen Unterrichtsmerkmalen.

6.1 Ergebnisse der einzelnen Instrumente

Die Beurteilungen der Schüler aus den Fragebögen wurden für jede aufgenommene Stunde als Klassenmittelwert aggregiert. Über 80 Stunden gemittelt ergab sich auf einer Skala von 1-4 ein Mittelwert von 3,21 ($SD=0,26$, $Min=2,50$, $Max=3,71$). Die Beurteilungen sind damit im Mittel positiv.

Ratings der Skalen zur Unterrichtsqualität liegen im Mittel ebenfalls deutlich in der oberen Hälfte. Eine Aufschlüsselung nach Basismodellen zeigt, dass die Unterrichtsqualität beim Basismodell Problemlösen mit Ausnahme von *Positiver Schülerorientierung* auf allen Skalen die besten Beurteilungen erhält. Vor allem im Bereich *Kognitive Aktivierung*, aber auch bei *Klarheit und Strukturiertheit* sind hier die Unterschiede zu den anderen Basismodellen beträchtlich.

Für die Videoanalyse wurden erste Ergebnisse bereits von Trendel/Wackermann/Fischer (2007) beschrieben. Sie bestätigten die Anwendbarkeit der Oserschen Theorie für Physikunterricht. Mehr als 90% des Unterrichts lassen sich einem der drei untersuchten Basismodelle des Lernens zuordnen. Schüler und Lehrer befinden sich meist im gleichen Basismodell und im gleichen Handlungsschritt. Unterschiede findet man jedoch in den Umsetzungsstufen.

6.2 Validierung durch Triangulation

Die *Between Method Triangulation* (Denzin 1977) wurde auf der Basis aller 80 Unterrichtsstunden vorgenommen. Es zeigen sich signifikante Korrelationen zwischen den Skalen der Unterrichtsqualität, den Umsetzungsstufen der Videoanalyse und den Wer-

ten des Schülerurteils (siehe Tabelle 3). Die Ausnahme im Bereich Instruktionseffizienz kann durch Deckeneffekte erklärt werden, da die Stunden fast störungsfrei abliefen.

Tab. 3: Triangulation qualitätswirksamer Konstrukte der drei Instrumente zur Unterrichtsanalyse			
Unterrichtsqualität	Umsetzungsstufe Lehrer	Umsetzungsstufe Schüler	Schüler Kurzfragebogen
Instruktionseffizienz	ns	ns	ns
Schülerorientierung	0,39**	0,40**	0,52**
Kognitive Aktivierung	0,31**	0,40**	0,43**
Klarheit und Strukturiertheit	ns	0,26*	0,25*
Umsetzungsstufe Schüler	0,78**	-	0,33**
* signifikant auf dem 5%-Niveau; ** signifikant auf dem 1%-Niveau			

Die Umsetzungsstufe der Schüler und das Schülerurteil können damit zur Qualitätsbeurteilung herangezogen werden. Im Umkehrschluss ist anzunehmen, dass Lernprozessorientierung Merkmal eines qualitativ hochwertigen Unterrichts ist.

6.3 *Qualitätswirksame Merkmale des Physikunterrichts*

Im Folgenden werden die Ergebnisse zu den drei ausgewählten Basismodellen getrennt beschrieben. Werte beziehen sich, wenn nicht ausdrücklich anders angemerkt, auf die Handlungen der Schüler.

6.3.1 *Lernen durch Eigenerfahrung*

Lernen durch Eigenerfahrung (LdE) wurde kodiert, wenn Schüler durch aktives Handeln Erfahrungen sammeln konnten. Experimente, Schülerversuche, Untersuchungen, Explorationen usw. sind typische Organisationsformen. Erfahrungslernen spielt im beobachteten Unterricht eine große Rolle, allerdings nicht in allen Klassen und zu höheren Klassenstufen abnehmend. Der prozentuale Anteil LdE und die Jahrgangsstufe korrelieren mit $\rho = -0,503$ ($p = 0,033^*$).

Die Handlungsschritte innerhalb des Basismodells (BM) sind stark durch Schritt 2, Handeln im Kontext, geprägt (siehe Tabelle 4). Die Schritte 4 und 5, Verallgemeinerung bzw. Transfer, waren bei einem nennenswerten Anteil der Stunden nicht zu beobachten.

Von den Schülern wird LdE im Kurzfragebogen besonders positiv eingeschätzt (MW=3,28). Dieses ist auch an signifikanten Korrelationen zwischen Schülerbeurteilung und Anteil von LdE an der gesamten Unterrichtszeit zu erkennen ($\rho = 0,275$, $p = 0,013^*$), Handlungsschritt 2 ist dabei besonders wichtig ($\rho = 0,358$, $p = 0,029^*$).

Tab. 4: **Prozentuale Anteile am Unterricht** (Für Handlungsschritte bezogen auf Unterrichtsstunden, wenn LdE und wenn der entsprechende Schritt überhaupt vorkam. Da Mittelwerte für Einzelstunden berechnet wurden, ist die Summe der Prozentwerte nicht 100)

Handlungsschritte LdE (Schülerseite, 80 Einzelstunden)	Mittlerer Anteil an Einzelstunden in %	SD in %	Minimum Anteil in %	Maximum Anteil in %	Anzahl der Stunden, in denen der Schritt vorkam
1. Inneres Vorstellen des Handelns	21,3	14,6	2,3	58,8	31
2. Handeln im Kontext	35,7	21,1	2,4	75,8	37
3. Erste Ausdifferenzierung durch Reflexion	13,9	9,2	2,7	41,4	37
4. Generalisierung	16,2	21,8	2,3	77,4	16
5. Übertragung auf größere Zusammenhänge	15,4	9,0	5,6	25,6	7
					Klassen
Gesamt LdE über alle Stunden aggregiert auf Klassenebene	31,2	16,7	0,8	68,0	18

Die Mittlere Umsetzungsstufe ist sowohl bei Lehrern als auch bei Schülern auf einer Skala von 0 bis 3 mit 1,39 bzw. 1,09 im Vergleich zu den anderen BM relativ hoch. Von besonderer Bedeutung für LdE ist Schritt 3, die erste Ausdifferenzierung (Korrelation prozentualer Anteil Schritt 3 zur mittleren Umsetzungsstufe einer Stunde; $\rho=0,476$, $p=0,003^{**}$). Eine gründliche Reflexion der Ergebnisse des Handelns, des Handlungsweges und des Sinnes der Handlung ist also erst bei komplexeren Schülerkognitionen festzustellen.

Strukturierungshilfen, Einbringen von physikalischem Vorwissen, Argumentatives Aushandeln von Bedeutung und Multiple Kontexte korrelieren negativ zum Unterrichtsanteil von LdE (siehe Tabelle 5). Diese Merkmale scheinen also für Erfahrungslernen gerade nicht kennzeichnend zu sein.

6.3.2 Konzeptbildung

Konzeptbildung (Kbd) charakterisiert das Ziel der Stunde, Sachverhalte mit ihren Attributen, Eigenschaften, Begründungen und Verbindungen „auf einen Begriff zu bringen“ (Erarbeitung physikalischer Konzepte).

Konzeptbildung nimmt im Unterricht der untersuchten Klassen mit einem mittleren Anteil von 45,3% den größten Zeitanteil der drei ausgewählten Basismodelle ein, wieder

ist vor allem Schritt 2, das Einführen eines neuen Konzepts (siehe Tabelle 6), besonders häufig. Höhere Handlungskettenschritte waren nur in einem deutlich geringeren Teil der Stunden zu beobachten, wobei zwischen Schritt 2 und Schritt 4 sogar eine negative Korrelation besteht ($\rho = -0,767$, $p < 0,001^{**}$). Diese beiden Schritte können in einer Unterrichtsstunde aus Zeitgründen nur selten gemeinsam auftreten.

Tab. 5: **Korrelationen zwischen Skalen der Unterrichtsqualität und Lehr-/Lernzieltypus**

Korrelationen (Spearman-Rho)	Anteil an gesamter Unterrichtszeit (80 Stunden)				Anteil an gesamter Unterrichtszeit (80 Stunden)		
	LdE	Kbd	Pbl		LdE	Kbd	Pbl
Motivierungs- fähigkeit			0,383**	Offenheit von Aufgaben- stellungen und Lösungswegen		-0,300**	0,422**
Pacing			0,309**	Einbringung von physikalischem Vorwissen	-0,224*		0,314**
Physikalische Produktivität der Schüler			0,346**	Argumentatives Aushandeln von Bedeutungen	-0,307**		0,358**
Sprachliche Qua- lität des Lehrers			0,339**	Kooperation zwi- schen Schülern		-0,320**	0,392**
Diagnostische Kompetenz Leis- tungsbereich			0,262*	Multiple Kontexte	-0,482**	0,284*	0,247*
Individualisie- rung des Unter- richts			0,225*	Problem- löseprozesse		-0,396**	0,404**
Fehlerkultur		-0,240*)		Lehrer als Mediator			0,298**
Strukturie- rungshilfen	-0,420(**)			Instruktions- effizienz Super- skala			
Individuelle Lern- unterstützung		-0,296**		Schülerorien- tierung Superskala		-0,273*	0,238*
Fachdidaktische Qualität			0,425**	Kognitive Aktivierung Su- perskala			0,401**
Fokussierung			0,385**	Klarheit und Struktu-riertheit Superskala	-0,277*		0,248*

* signifikant auf dem 5%-Niveau; ** signifikant auf dem 1%-Niveau

Tab.6: **Prozentuale Anteile am Unterricht** (Für Handlungsschritte bezogen auf Unterrichtsstunden, wenn Kbd und wenn der entsprechende Schritt überhaupt vorkam. Da Mittelwerte für Einzelstunden berechnet wurden, ist die Summe der Prozentwerte nicht 100)

Handlungsschritte Kbd (Schülerseite, 80 Einzelstunden)	Mittlerer Anteil an Einzelstunden in %	SD in %	Minimum Anteil in %	Maximum Anteil in %	Anzahl der Stunden, in denen der Schritt vorkam
1. Bewusstmachen des Vorwissens	13,6	12,3	2,5	58,3	57
2. Einführen eines neuen Konzepts	47,9	29,5	2,3	100,0	48
3. Beschreiben und Abgrenzen durch Reflexion	12,8	9,7	2,3	30,8	18
4. Aktiver Umgang mit dem Konzept	26,9	19,8	2,6	73,8	20
5. Vernetzen und Anwenden in verschiedenen Kontexten	11,5	12,3	2,3	36,0	7
					Klassen
Gesamt Kbd über alle Stunden aggregiert auf Klassenebene	45,3	21,1	16,2	85,8	18

Mittlere Umsetzungsstufen sind sowohl bei Lehrern als auch bei Schülern niedriger als bei den anderen Basismodellen (1,07 bzw. 0,88).

Vom Lehrer besonders häufig angewandt, schneidet *Konzeptbildung* in der Schülerbeurteilung relativ am schlechtesten ab (MW=3,15). Es besteht ein signifikanter negativer Zusammenhang zwischen Schülerurteil und dem Anteil von *Konzeptbildung* an der gesamten Unterrichtszeit ($\rho=-0,276$, $p=0,013^*$), insbesondere auch zur Länge von Schritt 2 ($\rho=-0,294$, $p=0,042^*$). Je kleinschrittiger der Unterricht verläuft, desto länger dauert die Erarbeitung eines neuen Konzepts. Diese Kleinschrittigkeit und Engführung des Unterrichts, die sich auch in den Erwartungen (siehe Umsetzungsstufen) der Lehrer zeigt und deren sachliche Rechtfertigung zu diskutieren wäre, scheint im Bereich Kbd kennzeichnend zu sein.

6.3.3 Problemlösen

(Analytisches) *Problemlösen* ist durch Fragestellungen charakterisiert, bei denen ein Lösungsziel, aber nicht der Lösungsweg erkennbar ist.

Tab. 7: Prozentuale Anteile am Unterricht (Für Handlungsschritte bezogen auf Unterrichtsstunden, wenn Pbl und wenn der entsprechende Schritt überhaupt vorkam. Da Mittelwerte für Einzelstunden berechnet wurden, ist die Summe der Prozentwerte nicht 100)					
Handlungsschritte Pbl (Schülerseite, 80 Einzelstunden)	Mittlerer Anteil an Einzelstun- den in %	SD in %	Minimum Anteil in %	Maximum Anteil in %	Anzahl der Stunden, in denen der Schritt vor- kam
1. Problemgenerierung	12,3	12,5	2,5	40,0	13
2. Problempräzisierung	18,3	11,0	2,6	40,0	13
3. Lösungsvorschläge	15,6	10,8	2,7	43,8	17
4. Prüfen der Lösungs- wege	37,2	16,2	7,3	59,0	14
5. Übertragbarkeit und Transfer der Lösung auf andere Probleme	15,5	7,7	10,0	20,9	2
					Klassen
Gesamt Pbl über alle Stunden aggregiert auf Klassenebene	13,3	16,4	0,0	50,5	10

Mit 13,3% der Unterrichtszeit spielt *Problemlösen* eine untergeordnete Rolle (siehe Tabelle 7), es wird aber von den Schülern, trotz der meist recht hohen Anforderungen positiv beurteilt (MW=3,21) und die mittlere Umsetzungsstufe ist sowohl auf Lehrerseite als auch auf Schülerseite im Vergleich mit den anderen Basismodellen hoch (1,29 bzw. 1,09).

Handlungskettenschritt 3, das Generieren von Hypothesen, ist für Schüler besonders wichtig (Korrelation Schülerurteil zu Länge dieses Schritts; $\rho=0,618^{**}$, $p=0,008^{**}$).

Problemlösen erreicht auf fast allen Skalen zur Unterrichtsqualität die höchsten Werte. Außerdem existieren zahlreiche signifikante Korrelationen zwischen Zeitanteilen für *Problemlösen* und weiteren Qualitätsurteilen (siehe Tabelle 7).

6.3.4 Besondere und normale Teilnehmer der Fortbildung

Die „Besonderen Teilnehmer“ (BT) wurden dadurch identifiziert, dass sie, gemessen an der mittleren Umsetzungsstufe ihrer Schüler, die Basismodelle besser im Unterricht umsetzen konnten als die „Normalen Teilnehmer“ (NT).

Ihr Unterricht wird von Beginn an von ihren Schülern positiver gesehen und sie achten stärker auf deren Ideen (*Lehrer als Mediator*). Die BT können sich im Verlauf der Fortbildung noch steigern, allerdings gelingt es einzelnen NT nach der Fortbildung, ebenfalls entsprechend hohe Werte zu erreichen. In Bereichen wie *Klarheit und Struktu-*

riertheit des Unterrichts erreichen die BT zum Ende der Fortbildung signifikant bessere Ergebnisse.

Zur Klärung der Unterschiede zwischen den Klassen der BT und der NT getrennt nach Basismodellen werden die Stundenwerte beider Gruppen innerhalb der Fortbildung mittels t-Tests verglichen.

Tab 8: **Signifikante Unterschiede zwischen BT und NT im Basismodell Lernen durch Eigenerfahrung**

Lernen durch Eigenerfahrung	N	Mittelwert BT	SD BT	Mittelwert NT	SD	Sign. p	Effektstärke d
Schüler-Kurzfragebogen	22	3,44	0,25	3,19	0,27	0,037	0,92
Motivierungsfähigkeit	22	2,42	0,34	2,11	0,35	0,054	0,86
Sprunghaftigkeit	22	3,93	0,14	3,44	0,50	0,006	1,23
Interaktionstempo	22	3,65	0,38	3,25	0,44	0,035	0,93
Diagnostische Kompetenz Leistungsbereich	20	2,96	0,12	2,51	0,61	0,030	0,89
Lehrer als Mediator	22	3,06	0,31	2,73	0,30	0,022	1,04
Kognitive Aktivierung Super-skala	22	2,89	0,26	2,59	0,32	0,028	0,98
Strukturierungshilfen	22	2,13	0,75	2,53	0,46	0,136	-0,63

Tabelle 8 zeigt, dass die Lehrer der BT beim Erfahrungslernen offensichtlich weniger (*Sprunghaftigkeit*) oder zumindest weniger direkt (*Mediator*) intervenieren. Insgesamt sind bei diesem Basismodell die Unterschiede zwischen den Gruppen gering.

Wie Tabelle 9 zeigt, gelingt es den BT bei *Konzeptbildung* besser, Verknüpfungen und Zusammenhänge herzustellen (*Einbringen von Vorwissen, Argumentieren*). BT können ihre Schüler besser einschätzen und den Unterrichtsgang danach ausrichten (*Diagnostische Kompetenz, Interaktionstempo, Pacing*). Sie unterstützen das Lernen durch eine klare, konsistente Sprache unter angemessener Verwendung von Fachtermini und durch *Strukturierungshilfen* wie Hervorhebungen, Rückblick auf Fragestellungen und Zusammenfassungen.

Beim *Problemlösen* (siehe Tabelle 10) zeigen sich deutliche Unterschiede mit beachtlichen Effektstärken, wegen des geringen Vorkommens allerdings teilweise nur tendenziell signifikant. Den BT gelingt es besser als den NT, ihre Schüler zu selbstständigem und kognitiv anspruchsvollem Arbeiten anzuregen. Dieses wird durch Formulierung klarer Fragestellungen und Ziele erreicht. Lernende werden durch explizite Thematisierung von Lösungsstrategien in die Lage versetzt, die Anforderungen auch zu erfüllen (*Klarheit und Strukturiertheit, Fachdidaktische Qualität*).

Tab 9: Signifikante Unterschiede zwischen BT und NT im Basismodell Konzeptbildung							
Konzeptbildung	N	Mittelwert BT	SD	Mittelwert NT	SD	Sig. (2-seitig)	Effektstärke d
Schüler-Kurzfragebogen (Klassenmittel)	28	3,31	0,24	3,04	0,19	0,003	1,23
Mittelwert Umsetzungsstufe Schüler	28	0,97	0,15	0,86	0,14	0,044	0,74
Prozentualer Stundenanteil auf Umsetzungsstufe 2 (L)	28	18,89	16,67	7,37	5,81	0,039	0,96
Positive Schülerorientierung	22	3,00	0,25	2,65	0,47	0,038	0,85
Motivierungsfähigkeit	28	2,44	0,23	1,92	0,57	0,003	1,1
Klarheit und Strukturiertheit des Unterrichts	28	3,20	0,24	2,64	0,48	< 0,001	1,37
Interaktionstempo	28	3,88	0,17	3,53	0,33	0,003	1,24
Pacing	27	3,04	0,40	2,40	0,63	0,004	1,15
Sprachliche Qualität des Lehrers	28	3,47	0,14	3,15	0,46	0,016	0,86
Diagnostische Kompetenz Leistungsbereich	27	3,04	0,14	2,56	0,45	0,001	1,33
Strukturierungshilfen	28	3,18	0,29	2,61	0,42	< 0,001	1,49
Fachdidaktische Qualität	28	3,16	0,24	2,89	0,34	0,026	0,87
Einbringung von physikalischem Vorwissen	28	3,71	0,50	3,16	0,68	0,025	0,87
Argumentatives Aushandeln von Bedeutungen	16	3,06	0,37	2,68	0,43	0,020	0,91
Problemlöseprozesse	16	2,79	0,53	2,29	0,63	0,035	0,82
Lehrer als Mediator	16	3,35	0,38	2,82	0,47	0,004	1,18
Kognitive Aktivierung Superskala	16	2,96	0,26	2,57	0,43	0,006	1,03
Klarheit und Strukturiertheit Superskala	16	3,14	0,10	2,59	0,40	< 0,001	1,72

Tab. 10: Signifikante Unterschiede zwischen BT und NT im Basismodell Problemlösen							
Problemlösen	N	Mittelwert BT	SD	Mittelwert NT	SD	Sig. (2-seitig)	Effektstärke d
Schüler-Kurzfragebogen Klassenmittel	12	3,37	0,17	3,14	0,20	0,058	1,14
Mittelwert Umsetzungsstufe Schüler (BM-Zeit)	12	1,35	0,22	0,96	0,28	0,022	1,45
Motivierungsfähigkeit	12	2,75	0,43	2,33	0,33	0,091	1,00
Klarheit und Strukturiertheit des Unterrichts	12	3,33	0,24	2,84	0,36	0,019	1,49
Time on Task	12	3,67	0,41	3,25	0,27	0,065	1,11
Physikalische Produktivität der Schüler	12	3,22	0,58	2,50	0,35	0,026	1,38
Fachdidaktische Qualität	12	3,43	0,24	3,13	0,19	0,041	1,25
Offenheit von Aufgabenstellungen und Lösungswegen	12	3,00	0,33	2,50	0,52	0,075	1,06
Einbringung von physikalischem Vorwissen	12	3,92	0,20	3,42	0,58	0,076	1,05
Argumentatives Aushandeln von Bedeutungen	12	3,40	0,54	2,90	0,17	0,054	1,16
Kognitive Aktivierung	12	3,33	0,37	2,96	0,21	0,059	1,14
Klarheit und Strukturiertheit Superskala	12	3,15	0,30	2,84	0,26	0,083	1,03

7. Diskussion

Die Videoanalyse des Unterrichts erweist sich als ein valides und aussagefähiges Instrument zur Unterrichtsanalyse. Es erlaubt im Unterschied zum Schüler- und Expertenurteil eine zeitliche Auflösung und Differenzierung nach verschiedenen Lehrzieltypen des Physikunterrichts.

Lernen aus Eigenerfahrung spielt vor allem in handlungsorientiertem Unterricht eine bedeutende Rolle. Dabei liegen Zielsetzungen vor allem in der Erarbeitung von neuen Inhalten, die einer Konzeptbildung vorausgehen. Vorwissen und Strukturierungshilfen werden weniger genutzt, was darauf hinweist, dass das beobachtete Erfahrungslernen eher im *Kantischen Sinne* der Generierung von neuem Wissen dient. Erfahrungslernen wird von Schülern geschätzt. Hohe Grade an Selbstständigkeit und Komplexität können erreicht werden, wenn Handlungen reflektiert und gut ausgewertet werden (vgl. *Aristotelische Erfahrungen*).

Konzeptbildung bestimmt den größten Teil des beobachteten Physikunterrichts, gleichzeitig findet sich hier im Mittel der niedrigste Grad an Komplexität mit besonders

kleinschrittiger Vorgehensweise, und außerdem die geringste Wertschätzung durch die Schüler.

Im Extremfall sind Schüler sowohl durch die Kleinschrittigkeit unterfordert als auch überfordert, wenn sie in einem zähen und langwierigen fragend entwickelnden Verfahren herausfinden müssen, worum es möglicherweise gehen könnte. Wird Vorwissen zu Beginn der Stunde thematisiert, geschieht das häufig ohne expliziten Bezug zur Fragestellung. Auffällig ist, dass deduktive Komponenten der Erkenntnisgewinnung eine untergeordnete Rolle spielen. Konzepte werden z.B. selten für Vorhersagen in neuen Zusammenhängen genutzt.

Konzepte werden verständlicher, wenn zu Beginn klar ist, worum es geht und gezielt Verbindungen zu bestehendem Wissen hergestellt werden. Besonders wichtig scheinen dabei Strukturierungshilfen zu sein wie Hervorhebungen, Zusammenfassungen und Rückblicke.

Problemlösen erhält von allen Basismodellen unter allen Perspektiven die höchsten Qualitätsurteile, kommt aber nur selten vor. Das liegt wohl zum Teil daran, dass Problemlösen Erfahrungen und Konzeptwissen voraussetzt. Die beiden anderen Basismodelle können also nicht einfach durch Problemlösen substituiert werden. Schüler waren besonders erfolgreiche Problemlöser, wenn ihre Lehrer Strategien zum Lösen physikalischer Probleme explizit im Unterricht behandelt hatten.

8. Ausblick

Die ursprünglich für allgemeine Lernprozesse formulierte Theorie der Basismodelle konnte an fachliche Strukturen angepasst werden, hier sind jedoch noch weitere Arbeiten notwendig, in denen Verbindungen zwischen Lernprozessen und physikalischen Denk- und Arbeitsweisen hergestellt werden müssen. Dies bezieht sich vor allem auf die fachspezifische Modellierung von Problemlösen, die Rolle der Erfahrung beim Erkenntnisgewinn und vor allem auf Möglichkeiten einer schülergemäßen Konzeptbildung. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass auf dieser Grundlage differenzierte Analysen von Physikunterricht, aber auch Verbesserungen der Unterrichtsqualität durch Fortbildung möglich sind. Die Ergebnisse rechtfertigen weitere Untersuchungen zur Optimierung des Lehrertrainings unter Kontrolle der Effekte auf Schülerebene und eine Implementation der Trainingsmethode in der Lehrerausbildung.

Literatur

- Abel, J./Möller, R./Treumann, K.P. (1998): Einführung in die empirische Pädagogik. Stuttgart: W. Kohlhammer.
- Aebli, H. (1981): Denken: Das Ordnen des Tuns. Band II: Denkprozesse. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Bacon, F. (1620): Neues Organ der Wissenschaften - Nachdruck 1981. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

- Baumert, J./Bos, W./Brockmann, J./Gruehn, S./Klieme, E./Köller, O./Lehmann, R./Lehrke, M./Neubrand, J./Schnabel, K./Schwippert, K./Watermann, R. (2000): TIMSS/III – Deutschland. Der Abschlussbericht. MPG Berlin. Online: www.timss.mpg.de/TIMSS_im_Ueberblick/TIMSS-Broschuere.pdf.
- Bleichroth, W./Dahncke, H./Jung, W./Kuhn, W./Merzyn, G./Weltner, K. (1999): Fachdidaktik Physik. Köln: Aulis Verlag Deubner.
- Bransford, J./Brown, A./Cocking, R. (Hrsg.) (2000): How People Learn. Brain, Mind, Experience, and School. Washington: National Academy Press.
- Clausen, M./Reusser, K./Klieme, E. (2003): Unterrichtsqualität auf der Basis hoch-inferenter Unterrichtsbeurteilungen. In: Unterrichtswissenschaft 31, H. 2, 122–141.
- Clausen, M. (2004): Online Rater-Inventar zur Unterrichtsqualität, 3. Revision: Universität Mannheim.
- Cronbach, L.J./Gleser, G.C./Nanda, H./Rajaratnam, N. (1972): The dependability of behavioral measurements. New York: John Wiley.
- Denzin, N.K. (1977): The Research Act. A Theoretical Instruction to Sociological Methods (2. edition). New York: McGraw-Hill.
- Dörner, D. (1979): Problemlösen als Informationsverarbeitung. Stuttgart: Kohlhammer.
- Feyerabend, P. (1986): Wider den Methodenzwang. Braunschweig: Vieweg.
- Fischer, H.E./Trendel, G./Reyer, T./Wackermann, R. (2006): Supporting learning processes – Professional development and in-service training of physics teachers. In: Eilks, I./Ralle, B. (Eds.): Towards Research-based Science Teacher Education, Aachen: Shaker Verlag, S. 171–178.
- Fischler, H. (1989): Methodische Konzeptionen, Unterrichtsinhalte und Lehrerentscheidungen. In: Wiebel, K.H. (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie, Band L9. Alsbach: Leuchtturm, S. 58–75.
- Grehn, J. (Hrsg.) (1990): Metzler Physik. Stuttgart: J.B. Metzlersche Verlagsbuchhandlung.
- Grimsehl, E. (1911): Didaktik und Methodik der Physik. München. Nachdruck 1977. Hildesheim: Franzbecker.
- Kambartel, F. (1973): Die Integration der Naturwissenschaften auf der Grundlage ihrer theoriebildenden Methoden I: Der methodische Aufbau der Naturwissenschaft und sein Zusammenhang mit der lebensweltlichen Praxis. Weinheim: Beltz.
- Kircher, E./Girwidz, R./Häußler, P. (2001): Physikdidaktik: Eine Einführung. Berlin: Springer.
- Klahr, D. (2000): Exploring Science. The Cognition and Development of Discovery Processes. Cambridge, MA: The MIT Press.
- KMK (2005): Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss. Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. München: Luchterhand.
- Kuhn, T. (1976): Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Frankfurt: Suhrkamp.
- Labudde, P./Duit, R. (2007): Zum Design einer bi-nationalen Videostudie zum Physikunterricht. In: Höttecke, D. (Hrsg.): Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Münster: Lit, S. 631–633.
- Leutner, D./Klieme, E./Meyer, K./Wirth, J. (2004): Problemlösen. In: PISA Konsortium Deutschland (Hrsg.): PISA 2003. Münster: Waxmann.
- Muckenfuß, H. (1995): Lernen im sinnstiftenden Kontext. Berlin: Cornelsen.
- Oser, F.K./Baeriswyl, F.J. (2001): Choreographies of teaching: Bridging instruction to learning. In: Richardson, V. (Hrsg.): AERA's Handbook of Research on Teaching – 4th Edition. Washington: American Educational Research Association, S. 1031–1065.
- Popper, K. (1976): Logik der Forschung. Tübingen: J.C.B. Mohr.
- Reyer, T./Trendel, G./Fischer, H.E. (2004): Was kommt beim Schüler an? – Lehrerintentionen und Schülerlernen im Physikunterricht. In: Doll, J./Prenzel, M. (Hrsg.): Bildungsqualität von Schule: Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategie der Qualitätsverbesserung. Münster: Waxmann, S. 195–211.

- Reyer, T. (2004): Oberflächenmerkmale und Tiefenstrukturen im Unterricht. Berlin: Logos.
- Scott, P./Asoko, H./Leach, J. (2007): Student Conceptions and Conceptual Learning in Science. In: Abell, S./ Lederman, N. (Hrsg.): Handbook of Research on Science Education. Mahwah N.J.: Erlbaum.
- Schmidkunz, H./Lindemann, H. (1992): Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren. Hohenwarsleben: Westarp.
- Seidel, T./Prenzel, M. (2004): Muster unterrichtlicher Aktivitäten im Physikunterricht. In: Doll J./ Prenzel M. (Hrsg: Bildungsqualität von Schule: Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung. Münster: Waxmann, S. 177–194.
- Seidel, T./Prenzel, M./Rimmele, R./Schwindt, K./Kobarg, M., Herweg, C./Dalehfe, I.M. (2006): Unterrichtsmuster und ihre Wirkungen. Eine Videostudie im Physikunterricht. In: Prenzel, M./Alloloio-Näcke, L. (Hrsg.): Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms. Münster: Waxmann.
- Spreckelsen, K. (1973): Konzepte und Theorien der Naturwissenschaften als Ansatz für ein integriertes Curriculum. In: Frey, K./Häußler, P. (Hrsg.): Integriertes Curriculum Naturwissenschaft: Theoretische Grundlagen und Ansätze. Weinheim: Beltz.
- Töpfer, E./Bruhn, J. (1979): Methodik des Physikunterrichts. Heidelberg: Quelle und Meyer.
- Trendel, G./Wackermann, R./Fischer, H.E. (2007): Lernprozessorientierte Lehrerfortbildung in Physik. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 13, S. 9–31.
- Wahl, D. (2002): Mit Training vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln? In: Zeitschrift für Pädagogik 48, S. 227–241.
- Weinert, F.E. (2001): Vergleichende Leistungsmessung in Schulen - eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: Weinert, F.E. (Hrsg.): Leistungsmessungen in Schulen. Weinheim: Beltz.

Abstract: Teachers' ability to diagnose, design, and promote teaching and learning processes is broadened in inservice training and the effect on physics instruction is shown. On the basis of an action-theoretical model developed by Wahl (2002), the teachers' classroom practice is examined empirically, e.g. through video analysis and video feedback, and then further developed and validated on a theoretical basis. The optimization of the students' learning processes is orientated by the theory of base models according to Oser/Baeriswyl (2001). On the basis of this theory, classroom actions are recorded and analyzed as to the intended and the actually occurring learning processes. The effects measured allow for conclusions to be drawn with regard to the optimization of physics instruction and the planning of inservice training for teachers.

Anschrift der Autoren:

Dr. Georg Trendel, Wissenschaftlicher Referent für die naturwissenschaftlichen Fächer,
Referat StB 2, Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen –
Standort Soest, Paradieser Weg 64, 59494 Soest, E-Mail: georg.trendel@msw.nrw.de
Rainer Wackermann/Prof. Dr. Hans E. Fischer, Forschergruppe Naturwissenschaftlicher
Unterricht, Universität Duisburg-Essen, Schützenbahn 70, 45127 Essen,
E-Mail: rainer.wackermann@uni-due.de/hans.fischer@uni-due.de