

Prenzel, Manfred; Seidel, Tina ; Lehrke, Manfred ; Rimmele, Rolf ; Duit, Reinders; Euler, Manfred ; Geiser, Helmut; Hoffmann, Lore ; Müller, Christoph ; Widodo, Ari

## **Lehr-Lernprozesse im Physikunterricht - eine Videostudie**

*Prenzel, Manfred [Hrsg.]; Doll, Jörg [Hrsg.]: Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen. Weinheim : Beltz 2002, S. 139-156. - (Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft; 45)*

urn:nbn:de:0111-opus-39446

in Kooperation mit / in cooperation with:

# **BELTZ**

<http://www.beltz.de>

### **Nutzungsbedingungen / conditions of use**

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.

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.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.  
By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

### **Kontakt / Contact:**

**peDOCS**  
Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF)  
Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft  
Informationszentrum (IZ) Bildung  
Schloßstr. 29, D-60486 Frankfurt am Main  
E-Mail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Zeitschrift für Pädagogik · 45. Beiheft

# **Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen**

Herausgegeben von Manfred Prenzel und Jörg Doll

Beltz Verlag · Weinheim und Basel

Die in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden. Auch die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk- und Fernsehsendung, im Magnettonverfahren oder auf ähnlichem Wege bleiben vorbehalten. Fotokopien für den persönlichen oder sonstigen eigenen Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder Teilen daraus als Einzelkopie hergestellt werden. Jede im Bereich eines gewerblichen Unternehmens hergestellte oder genützte Kopie dient gewerblichen Zwecken gem. § 54 (2) UrhG und verpflichtet zur Gebührenzahlung an die VG Wort, Abteilung Wissenschaft, Goethestr. 49, 80336 München, von der die einzelnen Zahlungsmodalitäten zu erfragen sind.

© 2002 Beltz Verlag • Weinheim und Basel  
Herstellung: Klaus Kaltenberg  
Druck: Druckhaus »Thomas Müntzer«, Bad Langensalza  
Printed in Germany  
ISSN 0514-2717

Bestell-Nr. 41146

# Inhaltsverzeichnis

<i>Jörg Doll/Manfred Prenzel</i> Einleitung in das Beiheft .....	9
<b>Teil I:</b>	
<b>Unterrichtsforschung in Mathematik</b>	
Förderung des mathematischen Verständnisses, Problemlösens und der Herausbildung zutreffender mathematischer Weltbilder von Schülerinnen und Schülern .....	31
<i>Kristina Reiss</i> Einleitung .....	32
<i>Christoph Wassner/Laura Martignon/Peter Sedlmeier</i> Die Bedeutung der Darbietungsform für das alltagsorientierte Lehren von Stochastik .....	35
<i>Kristina Reiss/Frank Hellmich/Joachim Thomas</i> Individuelle und schulische Bedingungsfaktoren für Argumentationen und Beweise im Mathematikunterricht .....	51
<i>Ingmar Hosenfeld/Andreas Helmke/Friedrich-Wilhelm Schrader</i> Diagnostische Kompetenz: Unterrichts- und lernrelevante Schülermerkmale und deren Einschätzung durch Lehrkräfte in der Unterrichtsstudie SALVE .....	65
<i>Rudolf vom Hofe/Reinhard Pekrun/Michael Kleine/Thomas Götz</i> Projekt zur Analyse der Leistungsentwicklung in Mathematik (PALMA). Konstruktion des Regensburger Mathematikleistungstests für 5.–10. Klassen .....	83

**Teil II:**

**Lehrerexpertise und Unterrichtsmuster in Mathematik und Physik**

Videografie von Unterrichtssequenzen in Mathematik und Physik: Diagnose, Analyse und Training erfolgreicher Unterrichtsskripts ..... 101

*Eckhard Klieme*

Einleitung ..... 102

*Martina Diedrich/Claudia Thußbas/Eckhard Klieme*

Professionelles Lehrerwissen und selbstberichtete Unterrichtspraxis im Fach Mathematik ..... 107

*Hans E. Fischer/Thomas Reyer/Tina Wirz/Wilfried Bos/Nicole Höllrich*

Unterrichtsgestaltung und Lernerfolg im Physikunterricht ..... 124

*Manfred Prenzel/Tina Seidel/Manfred Lehrke/Rolf Rimmele/Reinders Duit/  
Manfred Euler/Helmut Geiser/Lore Hoffmann/Christoph Müller/Ari Widodo*

Lehr-Lernprozesse im Physikunterricht – eine Videostudie ..... 139

*Helmut Fischler/Hans-Joachim Schröder/Cornelia Tönhäuser/Peter Zedler*

Unterrichtsskripts und Lehrerexpertise: Bedingungen ihrer Modifikation ..... 157

**Teil III:**

**Entwicklung und Evaluation von Unterrichtsmodulen und Trainingsprogrammen**

Schulische Lehr-Lernumgebungen und außerschulische Trainings zur Förderung fächerübergreifender Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern ..... 173

*Bernhard Schmitz*

Einleitung ..... 174

*Kornelia Möller/Angela Jonen/Ilonca Hardy/Elsbeth Stern*

Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung ..... 176

*Beate Sodian/Claudia Thoermer/Ernst Kircher/Patricia Grygier/Johannes Günther*

Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Grundschule ..... 192

<i>Elke Sumfleth/Elke Wild/Stefan Rumann/Josef Exeler</i> Wege zur Förderung der naturwissenschaftlichen Grundbildung im Chemie- unterricht: kooperatives Problemlösen im schulischen und familialen Kontext zum Themenbereich Säure-Base .....	207
<i>Tina Gürtler/Franziska Perels/Bernhard Schmitz/Regina Bruder</i> Training zur Förderung selbstregulativer Fähigkeiten in Kombination mit Problemlösen in Mathematik .....	222
<i>Claudia Leopold/Detlev Leutner</i> Der Einsatz von Lernstrategien in einer konkreten Lernsituation bei Schülern unterschiedlicher Jahrgangsstufen .....	240
<i>Alexander Renkl/Silke Schworm</i> Lernen, mit Lösungsbeispielen zu lehren .....	259
<b>Teil IV:</b>	
<b>Diagnose und Förderung von Interessen und Lernmotivation</b>	
Förderung des Interesses und der Motivation von Schülerinnen und Schülern für mathematisch-naturwissenschaftliche Fächer: Zum Einfluss schulischer und familiärer Lehr-Lernumgebungen .....	271
<i>Elke Wild</i> Einleitung .....	272
<i>Elke Wild/Katharina Remy</i> Quantität und Qualität der elterlichen Hausaufgabenbetreuung von Drittklässlern in Mathematik .....	276
<i>Annette Upmeyer zu Belzen/Helmut Vogt/Barbara Wieder/Franka Christen</i> Schulische und außerschulische Einflüsse auf die Entwicklungen von naturwissenschaftlichen Interessen bei Grundschulkindern .....	291
<i>Falko Rheinberg/Mirko Wendland</i> Veränderung der Lernmotivation in Mathematik: eine Komponentenanalyse auf der Sekundarstufe I .....	308

**Teil V:  
Einstellungen und Werte als förderliche oder hinderliche Bedingungen  
schulischer Leistungsfähigkeit**

Mathematisch-naturwissenschaftliche Fächer als Einstellungsobjekte: Einflüsse  
von Makro- und Mesoebene auf die Einstellungsbildung ..... 321

*Bettina Hannover*

Einleitung ..... 322

*Anna-Katharina Pelkner/Ralph Günther/Klaus Boehnke*

Die Angst vor sozialer Ausgrenzung als leistungshemmender Faktor?

Zum Stellenwert guter mathematischer Schulleistungen unter Gleichaltrigen ..... 326

*Bettina Hannover/Ursula Kessels*

Challenge the science stereotype! Der Einfluss von Technik-Freizeitkursen auf das

Naturwissenschaften-Stereotyp von Schülerinnen und Schülern ..... 341

*Juliane Strecker/Peter Noack*

Wichtigkeit und Nützlichkeit von Mathematik aus Schülersicht ..... 359

**Teil VI:  
Schulforschung**

Evaluation und Feedback auf Klassen- und Schulebene ..... 373

*Hartmut Ditton/Bettina Arnoldt/Eva Bornemann*

Entwicklung und Implementation eines extern unterstützenden Systems der

Qualitätssicherung an Schulen – QuaSSu ..... 374

Manfred Prenzel/Tina Seidel/Manfred Lehrke/Rolf Rimmele/Reinders Duit/  
Manfred Euler/Helmut Geiser/Lore Hoffmann/Christoph Müller/Ari Widodo

## Lehr-Lernprozesse im Physikunterricht – eine Videostudie<sup>1</sup>

### 1. Theorie und Fragestellung

Hintergrund für dieses Projekt sind, wie für das gesamte DFG-Schwerpunktprogramm, die Befunde aus internationalen Vergleichsstudien (TIMSS, PISA). Im Vergleich zu anderen Ländern erreichen deutsche Schülerinnen und Schüler im Mittel ein niedrigeres Kompetenzniveau. Sie scheitern insbesondere an Aufgaben, die ein tieferes Verständnis von physikalischen Begriffen und Prinzipien oder naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen voraussetzen (Baumert u.a. 1997; Prenzel u.a. 2001). Viele Schülerinnen und Schüler scheitern bei der Anwendung ihres Wissens, sie verlieren das Interesse an der Physik und am Physikunterricht und wenden sich im Verlauf der Schulzeit gänzlich von der Physik ab. Vor allem Mädchen interessieren sich kaum für dieses Fach (Hoffmann 2002; Hoffmann/Häußler/Lehrke 1998). Diese Befunde über eine problematische Qualität der Bildungsergebnisse signalisieren Handlungsbedarf. Aussichtsreiche Maßnahmen setzen allerdings empirisch fundiertes Erklärungswissen voraus. Auf entsprechendes Wissen zielt die hier dargestellte Studie. Sie untersucht den deutschen Physikunterricht und die Lernprozesse, die in diesem Unterricht ermöglicht werden.

Der Physikunterricht in Deutschland unterstützt zu wenig das gründliche Verstehen (Lehtinen 1994). Für die Qualität des Lernens sind dabei nicht nur Merkmale des lernenden Individuums entscheidend, sondern Lernen ist „auch externalen Faktoren (Ermöglicungen und Einschränkungen) unterworfen“ (Reusser 1998, S. 155). Dies gilt vor allem unter der theoretischen Vorstellung von Lernen als aktivem und konstruktivem Prozess. Eine Lehr-Lernumgebung ist „mehr als eine passive Material- und Angebotslieferantin“, sie hat vielmehr „die Rolle einer aktiven Entwicklungshelferin“ (Reusser 1998, S. 155) zu übernehmen. Die Frage ist, ob und inwieweit der deutsche Physikunterricht dieser Rolle gerecht wird.

Die im Rahmen von TIMSS durchgeführte Videostudie zielte auf einen systematischen transkulturellen Vergleich des Mathematikunterrichts in Japan, den USA und Deutschland (Stigler u.a. 1999). Der Ansatz erwies sich als geeignet, mögliche Bedingungsfaktoren für die Leistungsunterschiede zwischen den Schülern verschiedener Länder in der Gestaltung des Fachunterrichts aufzudecken. Im internationalen Vergleich traten die Gemeinsamkeiten beim Unterrichten *innerhalb* der Länder und die Unterschiede *zwischen* den Ländern besonders hervor (Stigler u.a. 1999; Baumert u.a. 1997).

1 Die Studie wurde gefördert durch Mittel der DFG (PR 473/2-1) im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms BIQUA.



Der für Deutschland charakteristische kleinschrittige und enggeführte fragend-entwickelnde Unterricht scheint zu bestimmten Problemen zu führen: Es bleibt wenig Spielraum für eigenständiges Planen und Denken, Lern- und Leistungssituationen werden vermischt, eine differenzielle Förderung lässt sich kaum verwirklichen.

### 1.1 *Unterrichtsmuster und „Skripts“*

In der Darstellung und Diskussion von TIMSS-Video werden die in einer Kultur vorherrschenden Unterrichtsmuster als „Skripts“ bezeichnet. Es wird angenommen, dass die Unterrichtsskripts oder „Drehbücher“ auf kulturell geteilten Vorstellungen von gelungenem Unterricht beruhen (Stigler/Gallimore/Hiebert 2000). Ein entscheidender Fortschritt dieser Betrachtung liegt darin, dass nun nicht isolierte Unterrichtsmerkmale, sondern Unterrichtsmuster analysiert werden. Im Sinne von kulturell geteilten Skripts repräsentieren die Unterrichtsmuster gewissermaßen kulturelle Kontexte. Damit wird zugleich eine neue theoretische Perspektive der Lehr-Lernforschung aufgegriffen, die den Blick auf Ablaufmuster oder „Choreographien“ (Oser/Patry 1990) richtet. „Choreographien“ des Unterrichts legen demnach das Interaktions- und Handlungsreertoire für Lehrkräfte sowie für Schülerinnen und Schüler fest und beeinflussen interne Verarbeitungs- oder Steuerungsprozesse beim Lehren und Lernen. Sie beruhen auf einem Skript.

Wie die Lehr-Lernforschung der letzten Jahrzehnte zeigt, gibt es nicht den „Königsweg einer einzigen Unterrichtskonzeption, -strategie oder -methode“ (Baumert/Köller 2000, S. 271). Die Unterrichtsforschung sollte deshalb auch die Vorstellung einer erfolgreichen Gestaltung von Unterricht durch die Manipulation einzelner, isolierter Maßnahmen aufgeben. Die Qualität von Unterricht beruht vielmehr auf einer „Orchestrierung“ verschiedener didaktischer Zugänge und Grundformen (Aebli 1998; Oser/Patry 1990). Im Rahmen des hier vorgestellten Projekts wird deshalb bei der Untersuchung des Wechselspiels zwischen Lehrbedingungen und Lernprozessen versucht, Unterrichtsmuster oder Skripts zu identifizieren.

Hinsichtlich der Funktion von Unterrichtsskripts für individuelle Lernprozesse aufseiten der Schülerinnen und Schüler gibt es zwar eine Reihe von Vermutungen; im Detail belegt sind diese Annahmen allerdings nicht (Klieme 1999; Prenzel u.a. 1999). Oser und Patry (1990) unterscheiden bei der Betrachtung von Unterricht zwischen *Sichtstrukturen* und *Basismodellen* des Lernens. Demnach sind beobachtbare Unterrichtsaktivitäten von intern ablaufenden (lernpsychologisch erforderlichen) Lernprozessen zu unterscheiden. Offen bleibt bei Skriptansätzen weiterhin, welche Rolle subjektive Vorstellungen vom Lehren und Lernen bei der Ausgestaltung von Unterricht (bei Lehrkräften und Schülern) und im kognitiven und motivationalen Lerngeschehen spielen (vgl. dazu Staub/Stern 2002; Fischler 2002).

Diese Zusammenhänge werden im vorliegenden Projekt durch Rückgriff auf lernpsychologische und didaktische Theorien geklärt. Bei der Analyse des Lehr-Lerngeschehens wird die Vorstellung aufgegriffen, dass zur Aktivierung bestimmter kognitiver

bzw. motivationaler Prozesse Gelegenheiten oder Unterstützungen bereitgestellt werden müssen (Seidel 2002). Wir sprechen deshalb von „*Gelegenheitsstrukturen*“ der Lernumgebung und beziehen diese auf die unmittelbar beobachtbaren Unterrichtsmuster („*Sichtstrukturen*“). Auf diese Weise kann geklärt werden, inwieweit bestimmte Unterrichtsmuster bestimmte Gelegenheitsstrukturen bereit stellen. Für die detaillierte Analyse von Gelegenheitsstrukturen wird auf aktuelle theoretische Konzeptionen des Lehrens und Lernens sowie auf physikdidaktische Theorien zum Konzeptwechsel und zum Experimentieren zurück gegriffen.

## 1.2 Warum Videostudien?

Videostudien sind mit einem sehr großen Aufwand verbunden; besonders dann, wenn komplette Unterrichtsstunden in großer Zahl aufgenommen und analysiert werden sollen. Dennoch gibt es bei bestimmten Fragestellungen sehr gute Gründe, sich für ein solches Vorgehen zu entscheiden. Videostudien können dazu beitragen, bekannte Schwächen herkömmlicher Unterrichtsforschung zu überwinden, zum Beispiel die Tendenz vieler Pädagogischer Psychologen, mit einem sehr engen Blickwinkel einzelne Unterrichtsaspekte zu untersuchen und sie auf den ganzen Unterricht zu übertragen (Shuell 1996, S. 726). Ähnlich argumentieren Helmke und Weinert (1997, S. 125 f.). So gibt es Beispiele, dass einerseits unterschiedliche Unterrichtsverfahren gleich erfolgreich sein können und dass andererseits gleich erscheinender Unterricht je nach Bedingungskonstellation unterschiedliche Effekte erzielen kann. Ein von der Lehrkraft stark kontrollierter Unterricht kann je nach Art und Weise der Kontrolle entweder positive oder negative Auswirkungen auf das Verhalten und die Leistungen der Schülerinnen und Schüler haben (Helmke/Weinert 1997). Es ist also notwendig, theoretisch begründet hinreichend komplexe Segmente des Unterrichtsgeschehens zu analysieren.

Videoaufnahmen erfassen auf den ersten Blick den „sichtbaren“ Teil, also das Verhalten der beteiligten Personen. Sie enthalten aber darüber hinaus wichtige Informationen, die nur durch differenzierte, theoriegeleitete Analysen identifiziert und deutlich gemacht werden können. Die so aufgeschlüsselten Bereiche sind aus lehr-lerntheoretischer Perspektive besonders bedeutsam. Beispiele sind die realisierten sachlogischen Strukturen des dargebotenen bzw. im Unterricht entfalteten Stoffes, qualitative Aspekte des Umgangs und Aufgreifens von Schülerbeiträgen, die kognitive Aktivierung der Schülerinnen und Schüler oder die didaktische Einbettung und Zielsetzung von Experimenten.

Auch feinkörnige Analysen des aufgezeichneten Unterrichtsgeschehens erlauben jedoch nur in einem sehr eingeschränkten Maße die Rekonstruktion internal ablaufender Prozesse. Dazu zählen beispielsweise das erlebte kognitive Engagement, die Qualität der Lernmotivation oder die individuelle Wahrnehmung unterstützender Lehr-Lernbedingungen. Des Weiteren bleiben bei der Beschränkung auf das Videomaterial Aspekte unberücksichtigt, die im Bereich der Vorstellungen von Lehrenden und Lernenden anzusiedeln sind. Welche Vorstellungen leiten beispielsweise eine Lehrperson bei der Pla-

nung und Umsetzung des Unterrichts? Nur durch die Kombination und Integration verschiedener Perspektiven (durch die Nutzung von Beobachtungs-, Fragebogen- und Testdaten) wird es möglich, das komplexe Zusammenspiel unterrichtlicher Lehr-Lernprozesse zu durchdringen.

Wie verschiedentlich empirisch belegt werden konnte, sind Schülerinnen und Schüler in der Lage, bestimmte Merkmale von Unterricht, z.B. solche, die mit dem Lernerfolg oder dem Interesse kovariieren, valide einzuschätzen (Clausen 2001; Prenzel/Drechsel/Kramer 1998). Unter Rückgriff auf die Schülersicht können Zusammenhänge zwischen Unterrichtsmerkmalen und dem Lernerfolg festgestellt werden. Ohne Beobachtungsdaten bleibt jedoch offen, welche Situationsmerkmale und Verhaltensweisen oder Entscheidungen der Lehrperson sowohl dem Urteil der Lernenden als auch dem Ausmaß des Lernerfolges zu Grunde liegen. Hinweise zur Optimierung des Unterrichts lassen sich damit, wenn überhaupt, nur auf einer sehr allgemeinen Ebene ableiten.

Zusammenfassend lässt sich festhalten: Als Reaktion auf erkannte Defizite in der Unterrichtsforschung scheint sich eine Konvergenz einzustellen zwischen den eingeforderten komplexen Erklärungsansätzen, dem Zugang über videogestützte Unterrichtsbeobachtung mit Begleiterhebungen sowie dem Skriptbegriff.

### *1.3 Arbeitsschwerpunkte und Fragestellungen*

Die vorliegenden Erkenntnisse über kulturell geteilte Muster der Unterrichtsorganisation (TIMSS-Video) beschränken sich auf den Mathematikunterricht und können nicht ohne weiteres auf die Physik übertragen werden. Bis heute fehlt eine systematische und zuverlässige Datenbasis über vorherrschende Merkmale und Besonderheiten des Physikunterrichts in Deutschland. Es gibt allerdings Hinweise, dass auch der Physikunterricht in Deutschland wie der Mathematikunterricht durch ein fragend-entwickelndes Vorgehen gekennzeichnet ist. Da im Physikunterricht naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen im Vordergrund stehen, müsste das fragend-entwickelnde Klassengespräch jedoch durch Experimente durchbrochen oder angereichert werden. Dies trifft zumindest auf den Anspruch zu wie er in verbreiteten Didaktiken (Bleichroth u.a. 1999) formuliert ist und wie er auch in den Lehrplänen zum Ausdruck kommt (Pippig/Schneider 1995). Im Vergleich zum theoretischen Anspruch zeigen empirische Befunde zur Unterrichtsrealität jedoch ein ernüchterndes Bild: Aus Sicht der Schülerinnen und Schüler wird der Physikunterricht in Deutschland vorwiegend als kreiadelastiger „Demonstrationsunterricht“ erlebt (Baumert/Köller 2000). In der gymnasialen Oberstufe herrscht demnach das folgende Unterrichtsmuster vor: Eine lehrergeleitete Konzeptentwicklung, die als Vortrag oder als fragend-entwickelndes Unterrichtsgespräch angelegt ist, wird mit Versuchen bzw. Demonstrationsexperimenten verknüpft. Die Schüler machen Notizen, Schülerexperimente sind selten, unvorstellbar scheint es zu sein, Schüler selbst Experimente planen zu lassen. Man kann aufgrund bisheriger Befunde davon ausgehen, dass dem Experiment im deutschen Physikunterricht nicht die Funktion im Erkenntnis- und Lernprozess zukommt, die man ihm unterstellt. Vielmehr

hängt die Funktion von Experimenten entscheidend davon ab, wie diese in den Unterrichtszusammenhang eingebettet und integriert werden (Euler 2001; Harlen 1999; Lunetta 1998).

In der einschlägigen Forschungsliteratur lassen sich zahlreiche Hinweise auf einzelne Bedingungsfaktoren für intendierte Lernprozesse finden. Doch fehlen komplexere Modelle, aus denen man abgestimmte Maßnahmenbündel zur Qualitätsverbesserung ableiten könnte. Ziel ist es deshalb, eine erste Bestandsaufnahme der „didaktischen Orchestrierung“ von Physikunterricht vorzunehmen und insbesondere die Möglichkeiten für verständnisvolles Lernen zu untersuchen. Die Arbeit konzentriert sich auf drei Schwerpunkte:

- 1) Die Entwicklung, Erprobung und Ausdifferenzierung von Erhebungs- und Auswertungsinstrumenten für Videoanalysen,
- 2) die Beschreibung und didaktische Klassifikation von Mustern des Physikunterrichts bei zwei Themenbereichen des Anfangsunterrichts und
- 3) die Exploration der empirischen Tragfähigkeit von Annahmen über Relationen zwischen Unterrichtsmustern, Lehraktivitäten und Lernprozessen.

Mit theoriegeleiteten Analysen von Unterrichtsbeobachtungen und von ergänzenden Daten aus Befragungen und Tests soll geklärt werden, wie sich Bedingungen bzw. Muster des Physikunterrichts auf Lernprozesse und Bildungsergebnisse auswirken. Das Projekt fokussiert vier theoretisch bedeutsame Aspekte des Lehrens und Lernens im Physikunterricht, die mögliche Problembereiche des deutschen Physikunterrichts darstellen (vgl. Prenzel 2000):

- a) die Zielorientierung (Explikation und Transparenz von Lehrzielen als Basis für die Konstruktion von Lernzielen);
- b) die Begleitung des Lernens und die Unterstützung zielgerichteter mentaler Aktivitäten (Diagnose, Monitoring, Rückmeldung durch die Lehrkraft bzw. durch den Schüler/die Schülerin im Sinne selbstgesteuerten Lernens);
- c) die Berücksichtigung von Schülervorstellungen und das Umgehen mit Fehlern oder Fehlvorstellungen;
- d) den Einsatz und die Einbettung von Lehrer- oder Schülerexperimenten und die Thematisierung naturwissenschaftlicher Prozesse (Denk- und Arbeitsweisen bzw. Vorstellungen von den Besonderheiten der Naturwissenschaften).

Der vorliegende Beitrag konzentriert sich auf die beiden erstgenannten Bereiche, also die Zielorientierung und die Lernbegleitung. Für diese Bereiche werden Beziehungen zwischen beobachtbaren Unterrichtsmustern und ihren Wirkungen auf Lernprozesse und Bildungsergebnisse theoretisch postuliert und explorativ auf ihre empirische Tragfähigkeit überprüft. Zur Untersuchung von Unterrichtsmustern und ihren Wirkungen ist in der ersten Phase des Projekts der Anfangsunterricht in Physik gewählt worden. Routinen und Unterrichtsmuster als Wechselspiel zwischen Lehrenden und Lernenden

werden zu Beginn einer neuen fachlichen Ausbildung innerhalb einer Lerngemeinschaft entwickelt und etabliert. Auf der Ebene dieser ersten „Konfrontation“ der Schülerinnen und Schüler mit Physik und Physikunterricht können so mögliche Unterschiede in den Erfahrungen zwischen den Klassen auf den jeweiligen Anfangsunterricht zurückgeführt werden. Dieser Beitrag fasst Ergebnisse zu den folgenden Fragen zusammen:

- Liefern die gewählten Methoden bzw. die Kombination der Methoden (Beobachtung, Befragung, Tests) aussagekräftige Informationen über Lehr-Lernprozesse im Anfangsunterricht in Physik?
- Lassen sich die untersuchten Klassen hinsichtlich ihres „Erfolges“ (Lernzuwachs, Entwicklungen) differenzieren? Unterscheiden sich die Klassen in der Art des Unterrichts?
- Lassen sich Unterschiede bei Unterrichtseffekten (Lernerfolg, Interesse) mit theoretisch bedeutsamen Indikatoren auf der Beobachtungsebene in Zusammenhang bringen, nämlich mit Mustern der Unterrichtsorganisation und mit Gelegenheitsstrukturen für individuelle Lernprozesse?

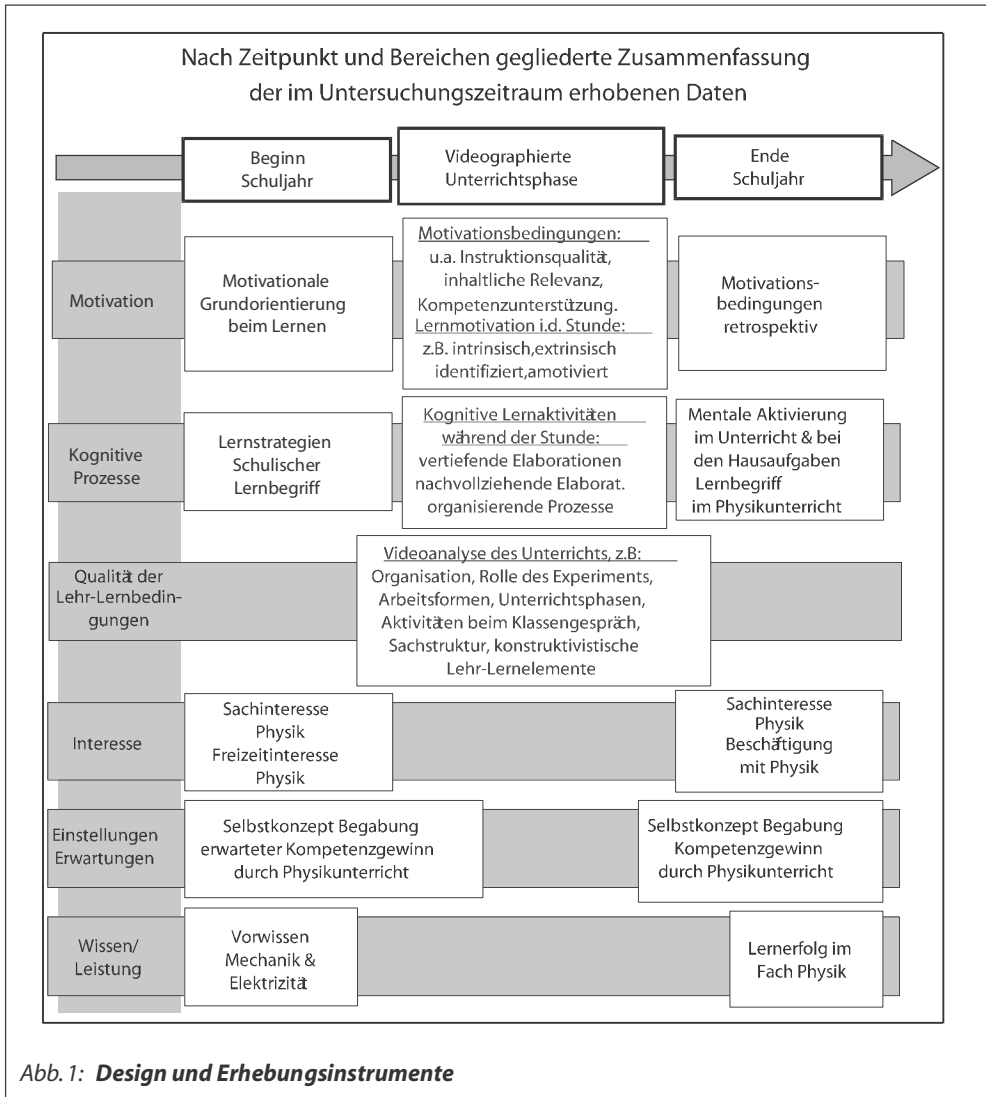
## 2. Methoden

Ein Ziel der ersten Projektphase lag in der Entwicklung und Anpassung methodischer Instrumentarien. Es wurde dabei eine Herangehensweise gewählt, in der Lehr-Lernprozesse konsekutiv über verschiedene methodische Zugänge analysiert werden. Neben der Darstellung des Designs und der Stichprobenbeschreibung wird im Folgenden ein Überblick über die im Projekt angewandten Erhebungsverfahren gegeben.

### 2.1 *Design und Stichprobe*

An der Untersuchung nahmen insgesamt 13 Schulklassen (9 Gymnasial- und 4 Realschulklassen) aus zwei Bundesländern teil. In einem längsschnittlich angelegten Design wurde über das Schuljahr 2000/01 hinweg der Anfangsunterricht in Physik (Jahrgangsstufe 7/8) untersucht (Abb. 1).

Im Abstand von etwa einem halben Jahr wurden zwei Unterrichtseinheiten zu je drei Stunden (Thema 1: Einführung in den Stromkreis, Thema 2: Einführung in den Kraftbegriff) aufgezeichnet. Bei 13 Klassen ergibt sich damit ein Stichprobenumfang von  $N = 78$  Unterrichtsstunden (2 Themen  $\times$  3 Stunden  $\times$  13 Klassen). Die Aufzeichnung der Stunden erfolgte nach standardisierten Richtlinien. Daneben erfolgten bei den Schülerinnen und Schülern zu Beginn, direkt nach den Videoaufzeichnungen und am Ende des Schuljahres Begleiterhebungen. Nach Abschluss der Videoaufzeichnungen wurden die beteiligten Lehrkräfte interviewt. Insgesamt nahmen an der Studie 344 Schülerinnen und Schüler (48,4% weiblich; 51,6% männlich) und 13 Physiklehrkräfte (2 weiblich; 11 männlich) teil.



## 2.2 Erhebungsverfahren

Der folgende Abschnitt gibt einen Überblick über die eingesetzten Erhebungsinstrumente. Eine ausführliche Darstellung aller Verfahren findet sich bei Prenzel u.a. (2001).

### Erhebungsinstrumente auf Schülerseite

(a) *Erhebungen zu Beginn und am Ende des Schuljahres:* Zur Erfassung der Qualität der Bildungsprozesse im Verlauf des Anfangsschuljahres in Physik wurden zu Beginn und am Ende des Schuljahres Fragebogen und Tests zu kognitiven und motivationalen bzw.

affektiven Schülermerkmalen eingesetzt. Im Rahmen dieses Beitrags wird auf zwei Aspekte eingegangen: Den Lernerfolg und die Interessenentwicklung der Schülerinnen und Schüler im Verlauf des Anfangsschuljahres.

- *Lernerfolg*: Die Schülertests zur Erfassung des Lernerfolgs enthalten 24 Items im Vortest sowie 36 im Nachtest. Alle Items wurden dichotom kodiert (0 = nicht richtig; 1 = richtig), und es wurden Prozentwerte gelöster Aufgaben pro Test (Vor- und Nachtest) berechnet. Als Maß für den Lernerfolg werden hier die Residualwerte der Regressionen von Nachtest-Score auf Vortest-Score herangezogen. Dieser Indikator für den Lernzuwachs ist unkorreliert mit der Vortestleistung.
- *Interesse an Physik*: Die Schülerinnen und Schüler wurden zu Beginn und am Ende des Schuljahres zu ihrem Interesse an physikbezogenen Themen befragt. Als Maß für die Interessenentwicklung wurden ebenfalls Residualwerte verwendet.

(b) *Unterrichtsbezogene Schülereinschätzungen*: Zur Rekonstruktion von kognitiven und motivational/affektiven Prozessen beim Lernen schätzten die Lernenden jeweils direkt im Anschluss an die Videoaufzeichnungen *unterrichtliche Lehr-Lernbedingungen, die Qualität der Lernmotivation, kognitive Lernaktivitäten* sowie ihre *emotionale Befindlichkeit* anhand von Skalen ein.

### **Beobachtungsverfahren**

(a) *Organisation unterrichtlicher Aktivitäten („Sichtstrukturen“)*: Die Erfassung von unterrichtlichen Ablauf- und Interaktionsmustern erfolgte anhand differenzierter Beobachtungsverfahren (Seidel 2002; Seidel u.a. 2002). Mittels eines Zeitstichprobenplans wurde das gesamte Videomaterial in 10-Sekunden-Einheiten analysiert, die Werte pro Schulstunde aggregiert und in Minuten umgerechnet. Mit der Auswahl der Kategoriensysteme sollte an bisherige Forschungsarbeiten zu Lehr-Lernskripts im Unterricht (TIMSS-Video) angeknüpft werden. Dazu wurden vorhandene Verfahren an den Anfangsunterricht in Physik angepasst. Die verwendeten Kategoriensysteme erlauben es, Schwerpunktsetzungen in Ablauf- und Interaktionsmustern differenziert zu beschreiben. Insgesamt wurden folgende Kategoriensysteme unterschieden: Unterrichtszeit, unterrichtliche Arbeitsformen, Experimentalformen, Unterrichtsphasen, Aktivitäten während des Klassengesprächs und während Schülerarbeitsphasen. Die Durchführung der Videokodierungen erfolgte auf der Basis von Beobachterschulungen und der Überprüfung der Beobachterübereinstimmung (Cohens Kappa  $>.80$ ; direkte Übereinstimmung  $> 85\%$ ).

(b) *Qualität der Lehr-Lernbedingungen*: Wie oben ausgeführt stehen die folgenden vier Aspekte im Mittelpunkt der hier vorgestellten Studie: Zielorientierung, mentale Unterstützung und Begleitung des Lernens, Umgang mit Schülervorstellungen und Fehlern, Umsetzung und Einbettung von Experimenten. Zur Untersuchung dieser Aspekte wurden Beobachtungsverfahren entwickelt und angewandt, mit denen die genannten Bereiche abgedeckt werden können. Über konsekutive Auswertungen aus variierenden Per-

spektiven werden Anhaltspunkte für die Auswirkungen auf Lernprozesse identifiziert und schließlich an weiteren Daten (Tests und Fragebogen) überprüft. Eine ausführliche Beschreibung der Beobachtungsverfahren mit Kodierungsrichtlinien und Kennwerten findet sich bei Prenzel u.a. (2001).

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Identifikation von Ablauf- und Interaktionsmustern

Bisherige Projektauswertungen bezogen acht Gymnasialklassen ein (Seidel u.a. 2002). Dabei wurden zwei Muster der Unterrichtsorganisation identifiziert: In Unterrichtsstunden mit Muster I wird der Schwerpunkt auf das Klassengespräch gelegt. Schülerarbeitsphasen haben einen geringeren Anteil. Muster II spiegelt dagegen einen Unterricht wider, bei dem der Schwerpunkt auf einer Kombination von Schülerarbeitsphasen und Klassengespräch liegt. Während das Unterrichtsmuster I eher lehrerzentriert zu sein scheint, würde man Unterrichtsmuster II auf den ersten Blick als stärker schülerzentriert einstufen. Bei beiden beobachteten Unterrichtsmustern spielte allerdings das Klassengespräch zeitlich betrachtet eine wichtige Rolle.

Diese Befunde werden durch die Auswertung der gesamten Stichprobe (N = 75 Stunden, 13 Klassen, Gymnasien und Realschulen) bekräftigt. Tabelle 1 stellt pro Klasse die gemittelten Werte (in Minuten) über alle sechs Unterrichtsstunden dar sowie die Einteilung in die beiden Muster der Unterrichtsorganisation.

Tab. 1: <b>Durchschnittliche Dauer des Klassengesprächs (K) und der Schülerarbeitsphasen (S) in den einzelnen Klassen (in Minuten). Einteilung mittels Mediansplit und Typenzuordnung (Muster I / II)</b>													
	Klassen												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
K	42,9	24,2	33,2	38,8	26,8	26,9	21,9	32,9	30,3	27,4	20,4	23,3	20,4
S	0,9	10,1	8,5	5,9	14,0	12,7	16,3	1,6	7,1	13,8	18,3	18,1	17,5
SMd	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
Typ	I	I	I	I	II	II	II	I	I	II	II	II	II
SMd = Mediansplit für Schülerarbeitsphasen; Md = 12,7Min; Typ: I = Schwerpunkt Klassengespräch, Schülerarbeitsphasen < Mediansplit; II = Schwerpunkt Klassengespräch & Schülerarbeitsphasen													

Insgesamt lassen sich bereits auf der unmittelbar beobachtbaren Ebene der Unterrichtsorganisation deutliche Unterschiede zwischen den Klassen feststellen. Vergleicht man die Organisation unterrichtlicher Arbeitsformen beider Schulformen (Gymnasial- und Realschulklassen) bestehen keine nennenswerten Unterschiede.



### 3.2 Entwicklungen im Anfangsschuljahr Physik

Zur Überprüfung der Unterrichtsqualität werden Schülerdaten zur Leistungs- und Interessenentwicklung im Verlauf des Anfangsschuljahres in Physik herangezogen. Die Erfassung des Lernerfolges erfolgte mittels Leistungstests zu den beiden im videographierten Unterricht behandelten Themen. Der Lernzuwachs der Schülerinnen und Schüler wurde regressionsanalytisch ermittelt. Abbildung 2 stellt die mittleren Lernzuwächse in den einzelnen Klassen dar. Dabei variiert der Lernzuwachs zwischen den Klassen nennenswert,  $F_{(12, 272)} = 20,07$ ,  $p < .001$ .

Gemäß Abbildung 2 erreichen sieben Klassen der Stichprobe einen Lernzuwachs (positive Werte), während bei sechs Klassen aufgrund des Vorwissenstests höhere Leistungen zu erwarten waren (negative Werte). Betrachtet man die Interessenentwicklung in den einbezogenen Schulklassen, werden ebenfalls Differenzen zwischen den Klassen deutlich,  $F_{(12, 266)} = 2,38$ ,  $p < .01$  (Abb. 3).

Einige Schulklassen zeichnen sich durch Zuwachswerte im Bereich des Lernerfolgs und des physikbezogenen Interesses aus (Klassen 1, 10 und 11). Demgegenüber stehen Klassen, bei denen keine positiven Entwicklungen sowohl bzgl. des Lernerfolgs als auch des Interesses festzustellen sind (Klassen 6 und 13). Dazwischen liegen Schulklassen, die beim Lernerfolg im Vergleich zu den anderen Klassen positive Werte erreichen, bei denen aber eine Abnahme des Interesses zu verzeichnen ist (Klassen 3, 9 und 12), und Klassen mit einer positiven Interessenentwicklung aber einem negativen Lernzuwachs (Klassen 2, 5, 7 und 8). Dieser Vergleich zeigt, dass einzelne Entwicklungsbereiche (z.B. Interesse und Wissen) unterschiedlich gefördert werden können und dass sich diese Bereiche nicht gegenseitig ausschließen müssen (Gruehn 1995). So gelang es einigen Klassen, in beiden Bereichen Zuwächse zu erzielen.

### 3.3 Unterrichtsmuster und die Entwicklungen der Lernenden

Vor dem Hintergrund dieser Befunde stellt sich die Frage, wie der Unterricht in den aufgrund der Leistungs- und Interessenentwicklung als „erfolgreich“ zu bezeichnenden Klassen gestaltet ist. Zieht man die Typisierung der Klassen aufgrund der „sichtbaren“ Gestaltung des Unterrichts heran (Muster I: Schwerpunkt Klassengespräch; Muster II: Kombination Klassengespräch und Schülerarbeitsphasen), lassen sich *keine* nennenswerten Unterschiede in der Leistungs- und Interessenentwicklung feststellen (beide  $F < 1$ ).

Es gibt damit keine Hinweise darauf, dass eine (auf den ersten Blick) stärker lehrer- vs. schülerzentrierte Organisation des Unterrichts (Muster I und II) eine bedeutsame Bedingung für die Entwicklung der Schülerinnen und Schüler auf Klassenebene darstellt. Die Ausrichtung des Unterrichts auf Schüleraktivitäten fördert nicht notwendigerweise die Leistungsentwicklung der Schülerinnen und Schüler. Vielmehr legen die Befunde die Vermutung nahe, dass die Lerngelegenheiten im Unterricht vor allem durch die Qualität der Gestaltung der Lehr-Lernbedingungen bestimmt werden.

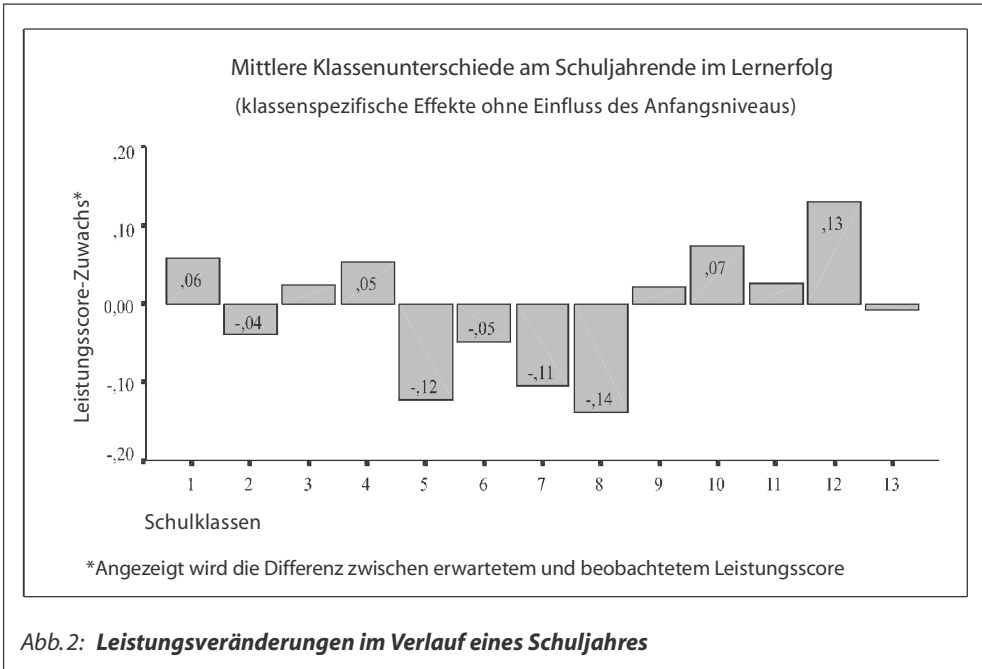


Abb. 2: **Leistungsveränderungen im Verlauf eines Schuljahres**

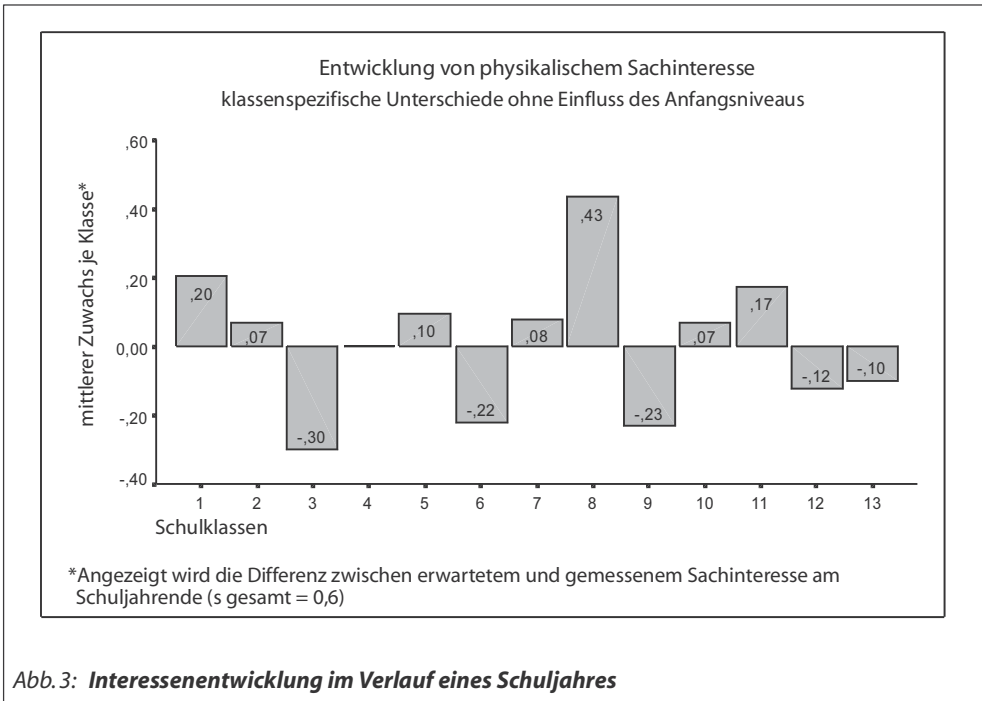


Abb. 3: **Interessenentwicklung im Verlauf eines Schuljahres**

### 3.4 Qualität der Lehr-Lernbedingungen als Kriterium für Unterrichtsqualität

Bereits veröffentlichte Projektbefunde für die acht Gymnasialklassen deuten auf gemeinsame Merkmale der Schulklassen in den Lehr-Lernbedingungen hin (Seidel u.a. 2002). Die in diesem Beitrag dargestellten Muster der Unterrichtsorganisation belegen bereits die dominante Rolle des Klassengesprächs. Die differenzierteren Auswertungen zu Aktivitäten während des Klassengesprächs und während der Schülerarbeitsphasen mit dem kompletten Datensatz unterstützen darüber hinaus die bisherigen Befunde (Gymnasialklassen) für die gesamte Stichprobe. Ergänzend zu den bei Seidel u.a. (2002) beschriebenen unterrichtlichen Schwerpunktsetzungen werden im Folgenden exemplarisch Befunde zu zwei Aspekten unterrichtlicher „Gelegenheitsstrukturen“ dargestellt: Die Frage nach der Zielorientierung im Unterrichtsverlauf sowie Aspekte der Begleitung des Lernens beim Klassengespräch.

#### Zielorientierung: Nachvollziehbarkeit und Schlüssigkeit

Die Zielorientierung im Unterrichtsverlauf wird als ein bedeutsamer Indikator für unterstützende Gelegenheitsstrukturen für individuelles Lernen im Unterricht betrachtet. Die Erfassung von Zielorientierung erfolgte im Projekt auf verschiedene Weise: Erstens wurden von den einzelnen Unterrichtsstunden Sachstrukturdiagramme (Duit/Martin/Wachsmuth 2001) erstellt, die u.a. hinsichtlich inhaltlicher Stringenz, Komplexität und Vernetztheit ausgewertet werden. Zweitens wurden die aufgezeichneten Unterrichtsstunden von geschulten Beobachtern hinsichtlich ihrer Nachvollziehbarkeit („Ziel und Ablauf der Stunde sind nachvollziehbar“) und Schlüssigkeit („Die Stunde ist in sich schlüssig und abgeschlossen“) auf einer vierstufigen Skala eingeschätzt (0 = „trifft nicht zu“; 3 = „trifft zu“). Tabelle 2 gibt die Ratings für die jeweils erste Unterrichtsstunde der beiden videographierten Themengebiete in den 13 Schulklassen wieder.

	Klassen												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ZO	2,5	0,5	1,0	2,5	0,0	1,0	1,2	1,5	1,5	2,5	0,5	2,2	2,7
Md	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+

Durchschnittliche Ratings für „Nachvollziehbarkeit“ und „Schlüssigkeit“. Skala: 0 = „trifft nicht zu“ bis 3 = „trifft zu“. Md = Mediansplit; Md = 1,5. Einteilung: Nachvollziehbarkeit und Schlüssigkeit „+“ = stärker ausgeprägt; Rating > Mediansplit; „-“ = schwach ausgeprägt, Rating ≤ Mediansplit

Vergleicht man die Schulklassen, die bezüglich der beiden Indikatoren für Zielorientierung über dem Medianwert liegen (+) mit denen unter dem Medianwert (-), dann zeigen sich nennenswerte Differenzen in Bezug auf die Schülereinschätzungen unterrichtlicher Lehr-Lernbedingungen (Seidel u.a. in Vorb.). In den Klassen mit hohen Ratings für Zielorientierung (+) schätzen die Lernenden unterrichtliche Lehr-Lernbedingungen

vergleichsweise positiv ein: In diesen Klassen erkennen die Schülerinnen und Schüler vermehrt inhaltliche Relevanz an den Lerninhalten, sie schätzen die Instruktionsqualität höher ein, erleben die Lehrenden als interessierter, fühlen sich stärker in die Lerngemeinschaft eingebunden sowie in ihrer Kompetenz und in ihrer Autonomie unterstützt. Gleichzeitig erleben sich diese Schülerinnen und Schüler vorwiegend selbstbestimmt motiviert und berichten häufiger darüber, die im Unterricht behandelten Inhalte nachvollzogen, vertieft und gedanklich organisiert zu haben. Vor allem aber erreichen sie im Verlauf des Anfangsschuljahres einen höheren Lernzuwachs als die Schülerinnen und Schüler aus Klassen mit einer weniger ausgeprägten Zielorientierung. Keine Differenzen ergeben sich für die Interessenentwicklung der Lernenden. Die dargestellten Befunde weisen damit darauf hin, dass der über die Videoanalysen ermittelte Aspekt von Zielorientierung einen nennenswerten Indikator für die Qualität unterrichtlicher Lehr-Lernbedingungen darstellt.

### **Aktive Beteiligung der Lernenden am Klassengespräch**

Es wurde bereits deutlich, dass die Organisation des Unterrichts in den untersuchten Klassen erheblich (wenn auch in einem unterschiedlichen Umfang) durch das Klassengespräch geprägt ist. Im Folgenden werden exemplarisch Analysen der Unterrichtsaufzeichnungen in Bezug auf die aktive Beteiligung der Lernenden am Klassengespräch dargestellt (für Details vgl. Seidel 2002). Die intensive Beteiligung der Lernenden stellt im Rahmen dieser Studie ein grundlegendes Kriterium für entstehende Lerngelegenheiten beim Klassengespräch dar. Es wird vermutet, dass eine intensive Beteiligung der Schülerinnen und Schüler am Klassengespräch auf einen wechselseitigen Diskurs zwischen Lehrperson und Klasse hinweist. Der Grad der Schülerbeteiligung wird über die Erfassung der Anteile für das Klassengespräch nicht unmittelbar deutlich, da das Gespräch in unterschiedlichem Ausmaß von der Lehrperson dominiert werden kann. Zur Erfassung der aktiven Schüler- und Lehrerbeteiligung wurden verschiedene Äußerungsformen (z.B. Fragen stellen, Fragen beantworten, Beiträge erläutern) unterschieden und damit die Gesprächsanteile der Schüler bzw. der Lehrpersonen ermittelt.

Die deskriptiven Befunde zu den Äußerungsformen auf Lehrer- und Schülerseite verdeutlichen die enge Verteilung der Gesprächsrollen: Die Lehrkräfte stellen Fragen und erklären Lerninhalte. Die Schülerinnen und Schüler antworten kurz bzw. erläutern ihre Beiträge. Fragen werden beispielsweise von den Lernenden in allen Klassen selten gestellt ( $M = 0,4$  Min;  $s = 0,6$  Min). Zieht man Befunde zur Elaboration und Organisation von Lerninhalten beim Klassengespräch hinzu, dann zeigt sich, dass im Unterricht insbesondere die Wiedergabe von Fakten und Begriffen betont wird.

Das Ausmaß der aktiven Beteiligung der Schülerinnen und Schüler stellt einen relativ „grobkörnigen“ Indikator für Lernbedingungen während des Klassengesprächs dar. Allerdings deuten Befunde zur Qualität der Schüleräußerungen und zum Umgang der Lehrpersonen mit Schüleräußerungen darauf hin, dass diese in einem erheblichen Ausmaß von der aktiven Beteiligung der Lernenden abhängen (Seidel 2002). Ähnlich wie die genutzte Unterrichtszeit Lerngelegenheiten im Unterricht eröffnet (Seidel u.a. 2002), stellt die aktive Beteiligung der Lernenden die Basis bereit für den lernunterstützenden

Umgang der Lehrpersonen mit den Beiträgen der Schülerinnen und Schüler. Der Vergleich zwischen den Klassen mit einer Schülerbeteiligung über dem Gesamtmittelwert und den Klassen unter dem Gesamtmittelwert zeigt dementsprechend nennenswerte Differenzen bezüglich des Lernzuwachses in diesen Klassen (Seidel u.a. in Vorb.). Demnach erreichen die Klassen mit einer stärker ausgeprägten Schülerbeteiligung höhere Lernzuwächse im Vergleich zu Klassen mit einer niedrigeren Schülerbeteiligung. Dieser Befund unterstützt die Annahme, dass die aktive Beteiligung der Schülerinnen und Schüler u.a. einen weiteren Indikator für Lerngelegenheiten während des Klassengesprächs darstellt.

#### **4. Diskussion**

Die dargestellten Verfahren, Auswertungen und Befunde zeigen den Ertrag des gewählten Ansatzes zur Untersuchung von Lehr-Lernprozessen im Unterricht. Die Kombination und Integration verschiedener Perspektiven und Verfahren scheint geeignet zu sein, um das komplexe Wechselspiel unterrichtlicher Prozesse zu durchdringen. Es wurden insbesondere in folgenden Bereichen Fortschritte erzielt:

Mit der Entwicklung und Anpassung von Beobachtungsverfahren zur Erfassung unterrichtlicher Lehr-Lernprozesse ist es gelungen, erste Problemzonen im Physikunterricht zu identifizieren und Hinweise auf ihre Bedeutung für Lernprozesse und Bildungsergebnisse zu erhalten. Die Methodenentwicklung schloss auch die Entwicklung und Anpassung von Schülerfragebogen und -tests sowie Lehrerinterviews ein. Mit dem Abschluss der ersten Projektphase liegt ein differenziertes Instrumentarium zur Untersuchung von Lehr-Lernprozessen im Physikunterricht vor (Darstellung aller entwickelten und verwendeten Verfahren: Prenzel u.a. 2001).

Die analysierten Daten belegen hohe Übereinstimmungen zwischen den über die Videoanalysen gewählten Indikatoren für Unterrichtsqualität und den Einschätzungen der Schülerinnen und Schüler. Die Schülereinschätzungen validieren damit die Ergebnisse der Videoanalysen. Man kann annehmen, dass es sich bei den gewählten Unterrichtsindikatoren unter Umständen um Merkmale unterrichtlicher Lehr-Lernbedingungen handelt, die innerhalb der Lerngemeinschaften „geteilt“ werden.

Die Frage „kulturell geteilter“ Unterrichtsmerkmale wird im Projekt mit dem Konzept der „Unterrichtsskripts“ (Stigler u.a. 1999) bzw. „Choreographien unterrichtlichen Handelns“ (Oser/Patry 1990) aufgegriffen. Es wird angenommen, dass mit diesem Erklärungsansatz sich wechselseitig bedingende Lehr- und Lernprozesse erfasst und untersucht werden können. In der einschlägigen Forschungsliteratur findet man zwar Hinweise auf einzelne unterrichtliche Bedingungsfaktoren. Allerdings fehlen für den Physikunterricht bisher Studien mit entsprechend komplexen Erklärungsansätzen. Zum Projektbeginn gab es beispielsweise noch keine systematische und zuverlässige Datenbasis über vorherrschende Merkmale und Besonderheiten des Physikunterrichts in Deutschland. Deshalb bestand im ersten Projektzeitraum das Ziel, anhand einer ausgewählten Stichprobe von 13 Schulklassen explorativ Muster der Unterrichtsorganisation

und unterrichtlicher Gelegenheitsstrukturen für Lern- und Bildungsprozesse zu untersuchen.

Die empirischen Befunde zu Mustern der Unterrichtsorganisation und unterrichtlicher Lehr-Lernbedingungen eröffnen einen Einblick in Lehr-Lernskripts im Anfangsunterricht in Physik. Der kreidelastige „Demonstrationsunterricht“, von dem Baumert und Köller (2000) in der gymnasialen Oberstufe sprechen, kennzeichnet ebenfalls einen Teil der von uns untersuchten Klassen. Die Form der Unterrichtsführung stellt dabei einen betont lehrergeleiteten Unterricht dar. Baumert und Köller (2000) beschreiben dieses Muster aus Sicht der Schülerinnen und Schüler in der Sekundarstufe II, also am Ende des Physikschulunterrichts. Die Befunde des hier vorgestellten Projekts basieren dagegen auf den Videoanalysen im Anfangsunterricht in Physik. Es zeigt sich, dass der beschriebene „Demonstrationsunterricht“ bereits im ersten Physikschuljahr eine gängige unterrichtliche „Choreographie“ darstellt. Ein zweites Muster der Unterrichtsorganisation, das in seiner äußeren Form stärker schülerzentriert zu sein scheint, findet sich für einen weiteren Teil der Klassen. Zwar nimmt auch hier das Klassengespräch eine dominante Rolle ein, allerdings wird es durch Schülerarbeitsphasen durchbrochen, in denen häufig Schülergruppenexperimente durchgeführt werden.

Betrachtet man die Entwicklungen der Lernenden in den einzelnen Klassen, lassen sich nennenswerte Differenzen feststellen, die jedoch nicht in einem systematischen Zusammenhang zu den beschriebenen Mustern der Unterrichtsorganisation stehen. Vielmehr werden in *beiden* Unterrichtsmustern bei einigen Klassen lernunterstützende Gelegenheitsstrukturen realisiert. Hinweise darauf liefern die dargestellten Ergebnisse zur Beziehung zwischen Indikatoren für Zielorientierung im Unterricht und dem Lernzuwachs: Wird der Unterricht über Videoratings bezüglich „Nachvollziehbarkeit“ und „Schlüssigkeit“ positiv eingeschätzt, erreichen die Schülerinnen und Schüler im Verlauf des Schuljahres eine positive Leistungsentwicklung. Bezogen auf den aktuellen Unterricht berichten sie über unterstützende Lehr-Lernbedingungen, über Formen selbstbestimmter Lernmotivation sowie über ein hohes Maß an kognitiven Lernaktivitäten. Einen weiteren Hinweis auf unterrichtliche Gelegenheitsstrukturen liefern die Auswertungen zur Schülerbeteiligung beim Klassengespräch. Auch hier zeigt sich, dass die erhöhte Beteiligung der Lernenden in Beziehung zu einer positiven Einschätzung der Lehr-Lernbedingungen und zur Leistungsentwicklung im ersten Physikschuljahr steht.

Die Befunde der Videoanalysen lenken den Blick auf besondere Merkmale der Unterrichtsorganisation. Bei einigen Indikatoren, die als entscheidend für unterrichtliche Gelegenheitsstrukturen gelten (Zielorientierung, Begleitung des Lernens, Rolle der Experimente, Umgang mit Schülervorstellungen und Fehlern), werden zwischen den einbezogenen Klassen relativ geringe Streuungen festgestellt. Diese geringen Differenzen zwischen den Klassen weisen u.U. auf kulturell „geteilte“ Merkmale unterrichtlicher Lehr-Lernskripts hin.

In diesem Zusammenhang ist die eingeschränkte Aussagefähigkeit intra-kultureller Beschreibungen von Lehr-Lernskripts zu diskutieren (Seidel 2002). Das dargestellte Projekt war bisher auf eine deutsche Stichprobe beschränkt. Die Befunde der TIMS-Videostudie zu Unterrichtsskripts basieren dagegen auf interkulturellen Vergleichen

(Baumert u.a. 1997; Stigler u.a. 1999). Es besteht dabei die Annahme, dass routinisierte Muster unterrichtlicher Handlungsweisen und Vorstellungen über „gelingenden“ Unterricht innerhalb einer Kultur geteilt und von den einzelnen Mitgliedern nicht mehr bewusst wahrgenommen werden (Reusser 2001; Stigler 2001). Bei der Einbeziehung einer nationalen Stichprobe ist zu berücksichtigen, dass gerade geringe Streuungen zwischen den Klassen besonders auffällige Charakteristika eines Landes widerspiegeln können. Ziel des zweiten Projektzeitraums wird es deshalb sein, die bisherigen Befunde zu unterrichtlichen Charakteristika an einer größeren nationalen Stichprobe zu überprüfen und sie mittels eines Schweiz-Deutschland-Vergleichs interkulturell einzubetten. Die deutschsprachige Schweiz stellt ein interessantes Vergleichsland dar, um den Einfluss wichtiger Kontextfaktoren (z.B. Stellenwert naturwissenschaftlicher Bildung) auf Unterrichtsmuster und den Stand der erreichten naturwissenschaftlichen Grundbildung zu untersuchen (Prenzel u.a. 2001).

Videostudien sind mit einem großen Aufwand verbunden. Dies betrifft die Datenerhebungen ebenso wie die Entwicklung und Anwendung von Beobachtungsverfahren. Trotzdem besteht ein weiter Konsens darüber, dass nur durch die Integration verschiedener Perspektiven erklärungskräftige Erkenntnisse über das Wechselspiel unterrichtlicher Lehr- und Lernprozesse zu erwarten sind. Bisher basieren viele Studien auf unterrichtsbezogenen Einschätzungen der Lehrenden und Lernenden. Diese Einschätzungen liefern wichtige Erkenntnisse über internal ablaufende Prozesse und über wahrgenommene Merkmale von Unterricht. Einschränkungen entstehen allerdings dann, wenn die konkrete Realisation des Unterrichts fokussiert werden soll. Die Identifikation konkreter Unterrichtssequenzen, von Beispielen gelungener und weniger gelungener Lehr-Lernprozesse ist aus Sicht verschiedener BIQUA-Projekte (vgl. auch Beiträge von Fischer, Fischler und Klieme) für die Reflexion und Weiterentwicklung von Unterricht von entscheidender Bedeutung.

## Literatur

- Aebli, H. (1998): Zwölf Grundformen des Lehrens. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Baumert, J./Lehmann, R./Lehrke, M./Schmitz, B./Clausen, M./Hosenfeld, I./Köller, O./Neubrand, J. (1997): TIMSS-Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Opladen: Leske + Budrich.
- Baumert, J./Köller, O. (2000): Unterrichtsgestaltung, verständnisvolles Lernen und multiple Zielerreichung im Mathematik- und Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe. In: Baumert, J./Bos, W./Lehmann, R. (Hrsg.) TIMSS/III. Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie. Bd.2. Opladen: Leske + Budrich, S. 271–315.
- Bleichroth, W./Dahncke, H./Jung, W./Kuhn, W./Merzyn, G./Weltner, K. (1999): Fachdidaktik Physik. Köln: Aulis Verlag.
- Clausen, M. (2001): Unterrichtsqualität: eine Frage der Perspektive? Empirische Analysen zur Übereinstimmung, Konstrukt- und Kriteriumsvalidität. Münster: Waxmann.
- Duit, R./Martin, O./Wachsmuth, J. (2001): Anleitung zur Erstellung von Sachstrukturdiagrammen. In: Prenzel, M./Duit, R./Euler, M./Lehrke, M./Seidel, T. (Hrsg.) Erhebungs- und Auswertungsverfahren des DFG-Projekts „Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht – eine Videostudie“. Kiel: IPN, S. 135–142.

- Euler, M. (2001): Lernen durch Experimentieren. In: Ringelband, U. /Prenzel, M./Euler, M. (Hrsg.) Lernort Labor. Initiativen zur naturwissenschaftlichen Bildung zwischen Schule, Forschung und Wirtschaft. Kiel:IPN, S. 13–42.
- Fischler, H. (2002): Verfahren zur Erfassung von Lehrer-Vorstellungen zum Lehren und Lernen in den Naturwissenschaften. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 7, S. 105–120.
- Gruehn, S. (1995): Vereinbarkeit kognitiver und nichtkognitiver Ziele im Unterricht. In: Zeitschrift für Pädagogik, 4, S. 531–553.
- Harlen, W. (1999): Effective teaching of science. Edinburgh, UK: The Scottish Council for Research in Education (SCRE).
- Helmke, A./Weinert, F.E. (1997): Bedingungsfaktoren schulischer Leistungen. In: Weinert, F.E. (Hrsg.) Enzyklopädie der Psychologie. Bd.3: Psychologie des Unterrichts und der Schule. Göttingen: Hogrefe, S. 71–176.
- Hoffmann, L. (2002): Promoting girls` interest and achievement in physics classes for beginners. In: Learning and Instruction, 12, S. 447–465.
- Hoffmann, L./Häußler, P./Lehrke, M. (1998): Die IPN-Interessenstudie Physik. Kiel: IPN.
- Jacobs, J.K./Kawanaka, T./Stigler, J.W. (1999): Integrating qualitative and quantitative approaches to the analysis of video data on classroom teaching. In: International Journal of Educational Research, 31, S. 717–724.
- Klieme, E. (1999): Unterrichtsqualität und mathematisches Verständnis in verschiedenen Unterrichtskulturen. Projektantrag an die DFG. Berlin: MPI für Bildungsforschung.
- Lehtinen, E. (1994): Institutionelle und motivationale Rahmenbedingungen und Prozesse des Verstehens im Unterricht. In: Reusser, K. /Reusser-Weyeneth, M. (Hrsg.) Verstehen. Psychologischer Prozess und didaktische Aufgabe. Bern: Huber, S. 143–162
- Lunetta, V. (1998): The school science laboratory: historical perspectives and contexts for contemporary teaching. In: Fraser, B./Tobin, K. (Hrsg.) International handbook of science education. Dordrecht: Kluwer, S. 249–262.
- Oser, F./Patry, J.-L. (1990): Choreographien unterrichtlichen Lernens. Basismodelle des Unterrichts. Universität Fribourg.
- Pippig, R./Schneider, W. B. (1995): Beiträge der Physikdidaktik zum Experimentalunterricht und deren Akzeptanz. In: MNU, 48(1), S. 45–49.
- Prenzel, M. (2000). Steigerung der Effizienz des mathematisch- naturwissenschaftlichen Unterrichts: Ein Modellversuchsprogramm von Bund und Ländern. In: Unterrichtswissenschaft, 28(2), S. 103–126.
- Prenzel, M. u.a. (1999): Die Bildungsqualität von Schule: Fachliches und fächerübergreifendes Lernen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht in Abhängigkeit von schulischen und außerschulischen Kontexten. Antrag an die DFG.
- Prenzel, M./Drechsel, B./Kramer, K. (1998): Lernmotivation im kaufmännischen Unterricht: Die Sicht von Auszubildenden und Lehrkräften. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, 14, S. 169–187.
- Prenzel, M./Duit, R./Euler, M./Lehrke, M.(2001): „Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht: Eine Videostudie“. Fortsetzungsantrag an die DFG. Kiel: IPN.
- Prenzel, M./Duit, R./Euler, M./Lehrke, M./Seidel, T. (Hrsg.) (2001): Erhebungs- und Auswertungsverfahren des DFG-Projekts „Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht – eine Videostudie“. Kiel: IPN.
- Prenzel, M./Rost, J./Senkbeil, M./Häußler, P./Klopp, A. (2001): Naturwissenschaftliche Grundbildung: Testkonzeption und Ergebnisse. In: Deutsches PISA-Konsortium (Hrsg.) PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Opladen: Leske & Budrich, S. 191–248.
- Reusser, K. (2001): The challenge of video-based research to cognitive instructional theory. Tagungsbeitrag: Konferenz der European Association for Research on Learning and Instruction (EARLI), Fribourg, Schweiz.



- Reusser, K. (1998): Denkstrukturen und Wissenserwerb in der Ontogenese. In: Klix, F./Spada, H. (Hrsg.) Enzyklopädie der Psychologie. C: Theorie und Forschung, II Kognition, Bd. 6 (Wissen). Göttingen: Hogrefe, S. 115–166.
- Seidel, T. (2002): Lehr-Lernskripts im Unterricht. Freiräume und Einschränkungen für kognitive und motivationale Prozesse beim Lernen – eine Videostudie im Physikunterricht. Universität Kiel: Unveröffentlichte Dissertation.
- Seidel, T./Prenzel, M./Duit, R./Euler, M./Geiser, H./Hoffmann, L./Lehrke, M./Müller, C./Rimmele, R. (2002): „Jetzt bitte alle nach vorne schauen!“ – Lehr-Lernskripts im Physikunterricht und damit verbundene Bedingungen für individuelle Lernprozesse. In: Unterrichtswissenschaft, 30(1), S. 52–77.
- Seidel, T./Prenzel, M., /Rimmele, R. (in Vorb.): Investigating teaching and learning processes by combining multiple perspectives – What to learn from videotape classroom studies?
- Shuell, T.J. (1996): Teaching and learning in a classroom context. In: Berliner, D.C./Calfée, R.C. (Hrsg.) Handbook of Educational Psychology. New York: Macmillan, S. 726–764.
- Staub, F./Stern, E. (in Druck): The nature of teachers` pedagogical content beliefs – matter for students` achievement gains: quasi-experimental evidence from elementary mathematics. In: Journal of Educational Psychology.
- Stigler, J.W. (2001): Using video surveys to compare classrooms and teaching across cultures: Foundations and results of the TIMSS and TIMSS-R video studies. Paper presented at the conference of the European Association for Research on Learning and Instruction (EARLI), Fribourg, Schweiz.
- Stigler, J.W./Gallimore, R./Hiebert, J. (2000): Using video surveys to compare classrooms and teaching across cultures: examples and lessons from the TIMSS Video Studies. In: Educational Psychologist, 35(2), S. 87–100.
- Stigler, J.W./Gonzales, P./Kawanaka, T./Knoll, S./Serrano, A.(1999): The TIMSS Videotape Classroom Study. Methods and findings from an exploratory research project on eighth-grade mathematics instruction in Germany, Japan, and the United States. Washington, D.C.: U.S. Department of Education.

*Anschrift der Autoren:*

- Prof. Dr. Manfred Prenzel, IPN, Universität Kiel, Olshausenstr. 62, 24098 Kiel.  
Dr. Tina Seidel, IPN, Universität Kiel, Olshausenstr. 62, 24098 Kiel.  
Dr. Manfred Lehrke, IPN, Universität Kiel, Olshausenstr. 62, 24098 Kiel.  
Rolf Rimmele, IPN, Universität Kiel, Olshausenstr. 62, 24098 Kiel.  
Prof. Dr. Reinders Duit, IPN, Universität Kiel, Olshausenstr. 62, 24098 Kiel.  
Prof. Dr. Manfred Euler, IPN, Universität Kiel, Olshausenstr. 62, 24098 Kiel.  
Helmut Geiser, IPN, Universität Kiel, Olshausenstr. 62, 24098 Kiel.  
Dr. Lore Hoffmann, IPN, Universität Kiel, Olshausenstr. 62, 24098 Kiel.  
Christoph Müller, IPN, Universität Kiel, Olshausenstr. 62, 24098 Kiel.  
Ari Widodo, IPN, Universität Kiel, Olshausenstr. 62, 24098 Kiel.