

Prenzel, Manfred; Ostermeier, Christian
**Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen
Unterrichts - Ein unterrichtsbezogenes Qualitätsentwicklungsprogramm**
Beiträge zur Lehrerbildung 21 (2003) 3, S. 265-276



Quellenangabe/ Reference:

Prenzel, Manfred; Ostermeier, Christian: Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts - Ein unterrichtsbezogenes Qualitätsentwicklungsprogramm - In: Beiträge zur Lehrerbildung 21 (2003) 3, S. 265-276 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-135251 - DOI: 10.25656/01:13525

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-135251>

<https://doi.org/10.25656/01:13525>

in Kooperation mit / in cooperation with:

Zeitschrift zu Theorie und Praxis der Aus- und
Weiterbildung von Lehrerinnen und Lehrern

BEITRÄGE ZUR LEHRERINNEN-
UND LEHRERBILDUNG

Organ der Schweizerischen Gesellschaft für
Lehrerinnen- und Lehrerbildung (SGL)

ISSN 2296-9632

<http://www.bzl-online.ch>

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

Digitalisiert

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts – Ein unterrichtsbezogenes Qualitätsentwicklungsprogramm

Manfred Prenzel und Christian Ostermeier

Mit den Ergebnissen der TIMSS-Studie wurden Leistungsprobleme deutscher Schülerinnen und Schüler im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich deutlich. Als viel versprechende Reaktion wurde das Modellversuchsprogramm "Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts" eingerichtet. Das Programm zielt darauf ab, den Unterricht zu verbessern und weiter zu entwickeln. Die Grundlage dafür bilden elf aufeinander abgestimmte Module, die sich auf typische Problemzonen des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts beziehen. Ein weiteres Ziel des Programms besteht darin, Verfahren der Qualitätssicherung in den Fachgruppen und an den in Netzwerken kooperierenden Schulen zu etablieren. Der vorliegende Beitrag beschreibt Hintergrund, Grundkonzeption und Arbeitsschwerpunkte des Programms und geht auf Strukturen und Maßnahmen zur Unterstützung der Lehrpersonen ein. Daneben werden bisher erreichte Ergebnisse dargelegt und abschließend Funktionen der Lehrerbildungsinstitutionen im Prozess der Weiterentwicklung aufgezeigt. Die zentrale Rolle der Lehrerbildung für die Verbreitung und Nachhaltigkeit des Programms wird unterstrichen.

Viele Schülerinnen und Schüler in Deutschland haben Probleme mit der Mathematik und den Naturwissenschaften. Die Leistungen bei internationalen Vergleichsstudien liegen abgeschlagen im Mittelfeld, mit deutlichem Abstand zu den Spitzenländern. Vor allem anspruchsvollere Aufgaben, die Verständnis oder kreative Lösungen voraussetzen, bereiten den Schülerinnen und Schülern in Deutschland Schwierigkeiten. Viele (fast ein Viertel der Schülerinnen und Schüler) beherrschen die Grundfertigkeiten nicht sicher. Bedenklich sind auch die verhältnismäßig geringen Leistungszuwächse über eine vergleichsweise lange Schulzeit in Deutschland. Dass im Verlauf dieser Schulzeit das Interesse an der Mathematik und an den Naturwissenschaften abnimmt, belegen zahlreiche Studien. Diese Entwicklung findet Ausdruck in den Entscheidungen für Leistungskurse, Studienfächer oder Ausbildungen. Bereits einige Jahre vor PISA machte die TIMS-Studie (Third International Mathematics and Science Study) das Ausmaß der Probleme deutlich (Baumert, Bos, & Watermann, 1998; Baumert et al., 1997), die schon damals von der Öffentlichkeit wahrgenommen und diskutiert wurden.

Um diesen Problemen zu begegnen, wurde im Herbst 1998 in Deutschland ein bundesweites Programm zur Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts gestartet. Ziel des Modellversuchsprogramms ist es, in

einem länderübergreifenden Netz von Schulen Prozesse der Qualitätssicherung und Optimierung von Lehren und Lernen in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern anzuregen, zu unterstützen und wissenschaftlich zu begleiten.

Der vorliegende Beitrag erläutert die Grundkonzeption des Programms, beschreibt Maßnahmen zur Anregung und Koordinierung der Qualitätsentwicklung an den Schulen, berichtet über Ergebnisse und endet schließlich mit neuen Perspektiven, die sich mit dem Programm für die Lehrerbildung ergeben.

1. Die Grundkonzeption des Programms

Von einer nationalen Expertengruppe unter Federführung von Prof. Dr. J. Baumert wurde die Anlage des Modellversuchsprogramms vorbereitet und begründet (Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung, 1997). Die Expertise zum Programm beschreibt zentrale Problembereiche des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts in Deutschland: Der Unterricht ist fachlich zwar meist solide, didaktisch und methodisch jedoch einförmig. Betont werden dabei kurzfristige Behaltensleistungen und Routinen. Gleichzeitig treten das Anwenden von Wissen und das problemlösende Herangehen in den Hintergrund. Die Unterrichtsgespräche vermischen Lern- mit Leistungssituationen und lassen wenig Möglichkeiten, aus Fehlern zu lernen. Das vorherrschende Muster eines fragend-entwickelnden Unterrichts bedingt, dass oft in kleinen Schritten auf eine einzige richtige Lösung hin gearbeitet wird. Häufig werden die Lehrstoffe nur additiv aneinander gehängt und nicht aufbauend und ausdifferenzierend entwickelt. Dieser wenig kumulativ gestaltete Unterricht lässt Schülerinnen und Schüler kaum spüren, wie sie über ihr Lernen und ihre Anstrengung ihr Können Stück für Stück weiter entwickeln. Außerdem wird das Wissen wenig vernetzt. Als ein weiterer Problembereich wird das systematische Einführen in naturwissenschaftliches Arbeiten und Argumentieren und das Ausnutzen der Möglichkeiten naturwissenschaftlicher Experimente genannt.

Um die angesprochenen Probleme des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts zu bearbeiten, setzt das Modellversuchsprogramm auf der Ebene der Schule an. Dort sollen Prozesse der Qualitätssicherung und Optimierung von Lehren und Lernen in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern in Gang gesetzt und unterstützt werden. Das bedeutet, dass die Lehrpersonen gemeinsam Muster und Wirkungen ihrer Unterrichtsführung überdenken und weiter entwickeln. Die neuen Zugänge werden erprobt. Wenn sie sich als wirksam erweisen, bemühen sich die Lehrerinnen und Lehrer um eine entsprechende Veränderung ihrer Handlungs-routinen. Das Evaluieren und Dokumentieren solcher neuer Entwicklungen ist die Voraussetzung für einen Austausch zwischen den Schulen und für das Profitieren von den Erfahrungen anderer.

Die Schulen und Lehrkräfte erhalten dazu Anregungen, Unterstützungen und Beratung durch die wissenschaftliche Begleitung des Programmträgers. Das Programm zielt damit nicht nur darauf ab, den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht zu optimieren. Zugleich sollen Maßnahmen zur Sicherung der Qualität des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts selbstverständlich werden, zunächst an den beteiligten Schulen, auf lange Sicht aber über diesen Kreis hinaus.

Die Grundlage und den inhaltlichen Bezugspunkt für die Qualitätsentwicklung stellen elf aufeinander abgestimmte Bausteine, sogenannte Module, dar. Diese Bausteine beziehen sich auf wichtige Problembereiche des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts. Anhand der Module können die Lehrkräfte bzw. Fachgruppen in absehbarer Zeit Fortschritte erreichen, ohne sofort den gesamten Unterrichtsansatz verändern zu müssen. Die Module sind jedoch so ausgewählt und angelegt, dass sich Veränderungen in absehbarer Zeit auf den gesamten Unterrichtsansatz auswirken. Es wird somit eine "evolutionäre" Verbesserung des Unterrichts angestrebt, die an den jeweiligen Unterrichtsbedingungen ansetzt und die in der Zusammenarbeit von Lehrkräften entwickelt und erprobt wird.

2. Module als Bezugspunkte für die Qualitätsentwicklung

Um den Lehrerinnen und Lehrern den Einstieg in die Weiterentwicklung des Unterrichts zu erleichtern und einen Rahmen für den gemeinsamen Austausch zu gewährleisten, baut das Programm auf elf Arbeitsschwerpunkte, die als Module bezeichnet werden, auf. Aus diesem Angebot wählen die Schulen ein oder mehrere Module aus. Dabei haben sie die Möglichkeit, Module zu kombinieren und für ihre Arbeit Schwerpunkte zu setzen. Somit können die Lehrpersonen die aus ihrer Sicht dringlichen Probleme bearbeiten.

Der Begriff "Modul" wird im Rahmen des Programms nicht in dem Sinn verwendet, dass es sich dabei um Elemente von Stoffplänen handelt. Auch wird in der Gesamtheit der elf Module nicht der Anspruch erhoben, in einem systematischen Sinne ein Lehrerbildungscurriculum abzudecken. Vielmehr handelt es sich bei den Modulen um umschriebene Problemzonen mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts, die einen Einstieg in die schulinterne Weiterentwicklung eröffnen und konkrete Materialpakete mit zahlreichen Anregungen, Beispielen, sowie wissenschaftliche Hintergrundinformationen beinhalten.

Im Folgenden werden die Module kurz beschrieben. Ausführlicher kann man die Module in der zu Grunde liegenden Expertise (Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung, 1997; vgl. auch: Prenzel, 2000; Prenzel & Duit, 2000), die unter anderem auf dem zentralen Server des Programms (<http://blk.mat.uni-bayreuth.de/>) einsehbar ist, studieren.

Unter dem Modul (1) "Weiterentwicklung einer Aufgabenkultur" werden die im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht verwendeten Aufgaben und Problemstellungen unter didaktischen Funktionen überprüft und verbessert. Ziel ist die Entwicklung von neuen Aufgabentypen, die zum Beispiel einen stärkeren Anwendungsbezug aufweisen, mehrere Lösungswege zulassen oder systematisch früheren Stoff aufgreifen und wiederholen. Theoretischer Hintergrund sind etwa die Forschungen zu lern- und verständnisfördernden Aufgabenstellungen (Reusser & Stebler, 1997).

Das Modul (2) "Naturwissenschaftliches Arbeiten" fordert dazu auf, mit "Verstand", also theoriegeleitet und fragestellungsbezogen zu experimentieren. Die Lehrkräfte befassen sich mit der Einführung in naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen und leiten die Schülerinnen und Schüler zu einer durchdachten Planung, Begründung, Durchführung, Auswertung und Interpretation von Versuchen an (Labudde, 1996).

Das Modul (3) "Aus Fehlern lernen" trennt systematisch zwischen Lern- und Leistungssituationen. Fehler sind ein wichtiger, in gewisser Weise sogar notwendiger Bestandteil von Lernprozessen; in Leistungssituationen dagegen sind Fehler tunlichst zu vermeiden. Verständnisfehler oder unzutreffende Alltagsvorstellungen sind Lerngelegenheiten, die im Unterricht genutzt werden können und müssen. Voraussetzung dafür ist, dass Lehrkräfte Schülervorstellungen und Fehler differenziert wahrnehmen und interpretieren (Oser, Hascher, & Spychiger, 1999).

Beim Modul (4) "Sicherung von Basiswissen" geht es einmal darum, die Anwendung von Grundfertigkeiten unter verschiedenen Bedingungen zu sichern. Dies bedeutet nicht, eine Automatisierung von Fertigkeiten ohne Verständnis zu fördern. Im Blickpunkt stehen also Möglichkeiten eines "intelligenten" Übens. Ein zweiter Aspekt betrifft die Tatsache, dass Schülerinnen und Schüler innerhalb einer Klasse zu einem Verständnis auf unterschiedlichen Ebenen gelangen. Eine wichtige didaktische Herausforderung und Aufgabe für die Lehrkräfte besteht darin, für anstehende Inhalte Niveaus des Verstehens zu differenzieren, die je nach Vorwissen erreicht werden können (Reusser & Reusser-Weyeneth, 1994).

Das Modul (5) "Zuwachs von Kompetenz erfahrbar machen" betont das kumulative Lernen, bei dem Wissensstrukturen ausdifferenziert werden (von grundlegenden und allgemeinen Konzepten zu feinen und speziellen). Voraussetzung dafür ist eine systematisch aufbauende Anordnung des Lehrstoffes und die entsprechende Gestaltung des Lerngangs. Eine wichtige Rolle spielen dabei Verknüpfungen, die zwischen früheren, aktuellen oder auch zukünftigen Lerninhalten hergestellt werden. Die Lehrkräfte befassen sich unter dem Modul auch mit der Frage, wie beim jeweiligen Lehrstoff den Schülerinnen und Schülern eine konkrete Vorstellung über das angestrebte Können vermittelt werden kann, damit sie selbst ihre Lernfortschritte an diesen Zielen wahrnehmen und beurteilen können (Prenzel, 1997).

Das Modul (6) "Fächergrenzen erfahrbar machen" behandelt das fachübergreifende und das fächerverbindende Arbeiten. Will man mathematische und naturwissenschaftliche Lehrstoffe auf Phänomene oder Probleme der Alltagswelt von Jugendlichen beziehen, müssen herkömmliche Grenzen zwischen den Schulfächern überschritten werden. Welches Arrangement gewählt wird, hängt von den Stoffen, Zielstellungen und organisatorischen Spielräumen ab. Für den Erfolg fachübergreifender oder fächerverbindender Unterrichtszugänge, für ein tieferes Verständnis ist es wichtig, Phänomene aus verschiedenen Fachperspektiven zu betrachten und sich Nutzen und Grenzen dieser Sichtweisen beim Lösen von Problemen bewusst zu machen. Entsprechende Konzepte für den Unterricht und die schulfachüberschreitende Kooperation müssen beispielhaft entwickelt und erprobt werden (Ruf & Gallin, 1998).

Das Modul (7) "Förderung von Mädchen und Jungen" spricht die Interessendifferenzen und Leistungsunterschiede zwischen den Geschlechtern an. Bedingungen dieser, im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich stark ausgeprägten Differenzen sind relativ gut untersucht. Es hat sich gezeigt, dass einfache Maßnahmen (z. B. die bloße Aufhebung koedukativen Unterrichtens) nicht ausreichen, um die Unterschiede zu verringern. Unter diesem Modul geht es deshalb vor allem darum, andere Fragestellungen, Anwendungsbeispiele und Arbeitsformen zu wählen bzw. zu entwickeln, um den Interessen und Erfahrungen von Mädchen wie Jungen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht gerecht zu werden (Hoffmann, Häußler, & Peters-Haft, 1997).

Ein didaktisch gut vorbereitetes Kooperieren der Schülerinnen und Schüler, auf das Modul (8) abzielt, ermöglicht nicht nur soziales, sondern vertieftes kognitives Lernen. Kooperative Arbeitsformen veranlassen dazu, Gedachtes sprachlich verständlich zu fassen, zu argumentieren, andere Perspektiven einzunehmen und mit abweichenden Ansichten und Urteilen umzugehen. Die Aufgabenstellungen müssen inhaltlich so angelegt sein, dass Kooperation sinnvoll und lernwirksam wird; außerdem müssen die Schülerinnen und Schüler mit Strukturen effektiver Zusammenarbeit vertraut werden (Huber, 1999).

Das Modul (9) "Verantwortung für das eigene Lernen stärken" betrifft die Selbststeuerung des Lernens und motivationale Bedingungen. Die Bereitschaft und die Fähigkeit, selbstverantwortlich und selbstreguliert zu lernen und dabei wirksame Strategien zu verwenden, müssen im Fachkontext entwickelt werden (Baumert, 1993). An entsprechenden Unterrichtsansätzen arbeiten die Lehrkräfte unter diesem Modul. Der mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht kann zur Entwicklung dieser Kompetenz beitragen, indem Gelegenheiten gegeben werden, eigenständig Lösungen zu erarbeiten sowie unterschiedliche Übungsformen zu erproben und das Lernen selbst zu strukturieren und zu überwachen. Damit die Schülerinnen und Schüler ihre Motivation selbst zu steuern lernen, brauchen sie Spielräume und geeignete, einfühlsame Rückmeldungen.

Ob ein verständnis- und problemorientierter Unterricht lernwirksam wird, hängt von der Art der Prüfungen ab. Das Modul (10) "Prüfen: Erfassen und Rückmelden von Kompetenzzuwachs" fordert zur kritischen Untersuchung und Weiterentwicklung der Prüfungsaufgaben auf, die im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht verwendet werden. Es sollen variationsreiche Prüfungsaufgaben entwickelt werden, die Routinewissen, die Kombination des neuerworbenen Wissens mit früherem Stoff, das fachliche Verständnis und die Übertragung und Anwendung auf neue Situationen hin überprüfen (Shavelson & Ruiz-Primo, 1999). Vor allem müssen die Prüfungen auch so angelegt sein, dass sie Aussagen über individuelle Fortschritte zulassen.

Das Modul (11) "Qualitätssicherung innerhalb der Schule und Entwicklung schulübergreifender Standards" setzt gewissermaßen auf einer übergeordneten Ebene an. Will man an der Schule die Qualität des Unterrichts voranbringen, sind Bestandsaufnahmen nötig (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 1995). Dazu müssen Kriterien diskutiert, abgestimmt und konkretisiert werden, die aus der Sicht der Fachgruppe geeignet sind, den Stand des Wissens und Könnens in Mathematik und in den Naturwissenschaften zielbezogen zu erfassen. Mit Hilfe kriterienbezogener Aufgaben, die gemeinsam in den Fachgruppen erarbeitet werden, können der Leistungsstand und die Leistungsfortschritte der Schüler reflektiert werden. Die schulinternen Leistungskriterien und Erhebungsverfahren dienen als Grundlage für die Verständigung über schulübergreifende Qualitätsstandards.

Die beteiligten Lehrerinnen und Lehrer erhielten vom Programmträger umfangreiche schriftliche Handreichungen und Erläuterungen. Diese Texte stellen die entsprechenden Problemzonen differenziert dar und gehen auf den einschlägigen Forschungsstand ein. Sie strukturieren und akzentuieren den jeweiligen Problembereich, skizzieren Möglichkeiten der Bearbeitung und weisen auf eventuelle Schwierigkeiten hin. Die Handreichungen enthalten zur Veranschaulichung auch Beispiele für Weiterentwicklungen, jedoch keine Vorschläge für Maßnahmen, die rezeptartig übernommen und umgesetzt werden können.

3. Professionelle Kooperation als Leitgedanke und Strukturmerkmal des Programms

Eine Absicht der Modulerläuterungen bestand darin, den Lehrpersonen bzw. Schulen zu helfen, wahrgenommene Probleme zu präzisieren, klare Zielvorstellungen für die Arbeit zu formulieren und in den Fachgruppen bzw. in den regionalen Schulnetzen abzustimmen. Auf dieser Basis wählten die Lehrerinnen und Lehrer primär zu bearbeitende Module aus und spezifizierten dann das Arbeitsvorhaben über Zielklärungsprozesse und hielten das Ganze schriftlich fest. Die Module bzw. die entsprechenden Erläuterungen stellen damit die wesentlichen inhaltlichen Bezugspunkte für eine Verständigung innerhalb des gesamten Modellversuchsprogramms

dar. Zusammen genommen weisen die elf Module den Weg zur Entwicklung einer deutlich veränderten Kultur des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts, die bedeutungsvolles Lernen, fachliches Verständnis und motivationale Regulierung stärker fördert und fordert.

Darüber hinaus sind die Module als Mittel zur Umsetzung einer eigenverantwortlichen Qualitätsentwicklung an Schulen zu verstehen. Sie beschreiben einen Rahmen, der dabei hilft, Unterrichtsprobleme zu identifizieren und diese zu verbalisieren. Zudem erleichtern sie den gezielten Austausch von Konzepten, Erfahrungen und Materialien. Damit werden Startpunkte für eine problembezogene Unterrichtsentwicklung angeboten, die hohe Umsetzungschancen besitzen und entsprechend rasch zu wahrnehmbaren Erfolgen führen. In jedem Fall zielen sie auf ein differenzierteres Verständnis von Lehr- und Lernprozessen. Über die längerfristige Beschäftigung mit den Modulen werden nachhaltige Veränderungen des Unterrichts wahrscheinlicher. Die Modulkonzeption beabsichtigt letztlich eine evolutionäre Weiterentwicklung von Unterrichtsmustern oder "Drehbüchern" sowohl auf Seite der Lehrerinnen und Lehrer, als auch auf Seite der Schülerinnen und Schüler.

Ein Leitgedanke und zentrales Strukturmerkmal des Programms ist die unterrichtsbezogene Kooperation der Beteiligten. Die Organisation des Programms setzt Zusammenarbeit auf verschiedenen Ebenen voraus und unterstützt diese gezielt durch Koordination. Das Programm setzt auf die Professionalität der Lehrpersonen bzw. Fachgruppen und spricht diesen eine wichtige Rolle (Kompetenz und Verantwortung) für die kooperative Weiterentwicklung des Fachunterrichts zu. Ausschlaggebend ist die Gelegenheit, Probleme vor Ort im Kollegenkreis gemeinsam bearbeiten zu können. Die kleinste Einheit der Kooperation stellt deshalb die Fachgruppe an der Einzelschule dar. Eine weitere Kooperationseinheit bezieht sich auf die Zusammenarbeit mit den Programmschulen aus der näheren Region. Die Schulen sind dafür in kleine Schulnetze, sogenannte Schulsets, eingebunden. Die Schulsets bestanden jeweils aus sechs Schulen. Die 180 am Programm beteiligten Schulen (30 Schulsets) verteilten sich auf 15 Bundesländer. Regelmäßige Zusammenkünfte im Schulset und periodische Treffen auf überregionaler Ebene gaben neue Impulse, ermöglichten den Blick über den Tellerrand der eigenen Schule bzw. des eigenen Schulsets und riefen ein Zusammengehörigkeitsgefühl hervor, das die Lehrpersonen mit neuem Schwung in die Arbeit gehen ließ.

4. Zentrale Koordination und wissenschaftliche Begleitung des Programms

Die Gesamtkoordination und die wissenschaftliche Begleitung des Modellversuchsprogramms wurde dem Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) an der Universität Kiel übertragen (Projektleitung: Prof. Dr.

Manfred Prenzel). Es arbeitet mit dem Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung (ISB) in München und mit dem Lehrstuhl für Mathematik und ihre Didaktik (Prof. Dr. Peter Baptist) der Universität Bayreuth zusammen, um die mathematikdidaktische Betreuung sicherzustellen.

Der Programmträger übernimmt die Aufgaben der Organisation des Programmablaufs, der Anregung von Innovationen und der wissenschaftlichen Beratung (im Bereich der Mathematik- bzw. Naturwissenschaftsdidaktik sowie zu Fragen des Lernens und Lehrens), der Ergebnissicherung und Begleitforschung, der Fortbildung und der zentralen Koordinierung des Austausches zwischen den Schulen. Der Programmträger versorgt die Schulen mit Materialien zu den Modulen, unterbreitet Vorschläge für systematische Herangehensweisen, macht mit Evaluationsverfahren vertraut und entwickelt Formate für die Dokumentation und Berichterstattung. Er bietet zentrale Fortbildungen für die Lehrkräfte und Koordinatoren an. Er begleitet die Arbeit an den Schulen, berät und stellt gegebenenfalls Kontakte zu weiteren sachkundigen Personen oder Einrichtungen her.

Um die Leistungen des Programmträgers verbessern zu können, fand im Jahr 2000 eine erste Erhebung zur Akzeptanz des Programms statt. Sie zeigt, dass das Programm sehr gut in Gang gekommen ist: Die Lehrkräfte investieren ein vielfaches der Zeit, die ihnen über Entlastungsstunden erstattet wird. In den Fachgruppen wird rege, ziel- und produktorientiert zusammengearbeitet. Die Kooperationen erstrecken sich nicht nur über die regionalen Sets, sondern über das gesamte Netzwerk. Die Befragung liefert aber auch Hinweise auf mögliche Verbesserungen von Erläuterungen und Handreichungen und informiert über Fortbildungswünsche und Beratungsbedarf. Eine Akzeptanzbefragung, die zum Ende des Programms durchgeführt wurde, befindet sich derzeit in Auswertung und beleuchtet die Frage nach den Entwicklungen der Einschätzungen der beteiligten Lehrpersonen zu einem zweiten Messzeitpunkt.

Die summative Erfolgskontrolle bezieht sich auf mehrere Aspekte. An den beteiligten Schulen wird, so das Gutachten zum Programm, eine Verbesserung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts, des mathematisch-naturwissenschaftlichen Kompetenzniveaus und des fach- und sachbezogenen Interesses angestrebt. An den Schulen sollten weiterhin Verfahren der Qualitätssicherung (z. B. Absprachen von Standards, kollegiale Fortbildungen und Evaluationen) fest eingerichtet sein und konsequent betrieben werden.

Entsprechende Bedingungen an den Schulen wurden im Frühjahr 2000 erhoben. Die Erhebung zielte darauf ab, Kennwerte für Merkmale des Schulkontexts und für das mathematisch-naturwissenschaftliche Kompetenzniveau zu gewinnen, die ein Einordnen der Schule in Relation zu anderen Schulen gestatten und zugleich einen Bezugspunkt für die weitere Entwicklung beschreiben. Bei dieser Erhebung

wurden Test- und Befragungsinstrumente des OECD-Programme for International Student Assessment bzw. der deutschen PISA-Erweiterung verwendet (OECD/PISA, 1999).

Die Verwendung dieser Erhebungsinstrumente ermöglicht eine Einschätzung, inwieweit die Programmschulen in ihren Ausgangsmerkmalen mit einer repräsentativen nationalen Stichprobe übereinstimmen (Ostermeier, Carstensen, Geiser & Prenzel, 2002). Damit kann auf ein aufwändiges Kontrollgruppendesign verzichtet werden. Die Abschlusserhebung 2003, die auf nationale Testinstrumente der PISA Studie 2003 zurückgreift, wird derzeit durchgeführt. Sie wird die Entwicklung genereller und modulbezogener mathematisch-naturwissenschaftlicher Kompetenzen und die Einrichtung von Qualitätssicherungsverfahren an den Schulen überprüfen.

Eine letzter Aspekt der wissenschaftlichen Begleitung betrifft die Implementation. Unter dieser Perspektive interessiert, wie das Programm an den Schulen aufgegriffen und umgesetzt wird und welche Bedingungen bzw. Prozesse die Realisierung behindern oder fördern. Für diese Fragen liefern die oben genannten Akzeptanz- und Evaluationserhebungen wichtige Grundinformationen. Im Blickpunkt steht die Frage, inwieweit die Implementationsstrategien des Programms (z. B. auf der Schulebene ansetzen, kooperative Qualitätssicherung, Anregungen, Unterstützungen, Beratung) greifen und zu Fortschritten führen.

5. Erreichter Stand und Umsetzungsperspektiven

Insgesamt haben die beteiligten Lehrerinnen und Lehrer beträchtliche Arbeit in das Programm gesteckt. Die ihnen zur Verfügung gestellten Entlastungsstunden können diesen Einsatz bei weitem nicht kompensieren. Sichtbar wurde das Engagement nicht nur auf den zentralen oder regionalen Fortbildungsveranstaltungen. Auch die auf dem zentralen Internetserver des Programms (<http://blk.mat.uni-bayreuth.de/>) befindlichen Materialien der Lehrkräfte verstärken dieses Bild.

Die vorliegenden Informationen über den bisherigen Verlauf des Programms unterstreichen, dass die Konzeption zur Implementation des Ansatzes zur Unterrichtsentwicklung, Qualitätssicherung und Professionalisierung erfolgreich war. Mit der Verankerung von Verfahren der kooperativen Qualitätsentwicklung auf Schulebene wurden wesentliche Voraussetzungen für eine Verbesserung des Unterrichts in den beteiligten Schulen geschaffen.

In den Schulnetzen haben sich stabile Gruppen gebildet, die seither mit hohem Engagement zielgerichtet an ausgewählten Modulen arbeiten. Es finden regelmäßige Schulset-Treffen statt, in denen das gemeinsame Vorgehen abgesprochen wird. Die Arbeitsergebnisse, die teils auf den regionalen Bildungsservern, teils

auf dem zentralen Server in Bayreuth (<http://blk.mat.uni-bayreuth.de/>) abgelegt sind, umfassen Aufgaben, Übungsmaterialien, Experimente; Beschreibungen von Unterrichtskonzepten und Lernsituationen, ausgearbeitete Unterrichtsprojekte in verschiedenen Erprobungsstadien; curriculare Elemente und Lehrstoffsequenzen, Methodenwerkzeuge, Evaluationen von Unterrichtsreihen sowie Fragebogen- und andere Evaluationsinstrumente.

Über Erfahrungen und Ergebnisse aus dem Modellversuchsprogramm liegt inzwischen eine umfangreiche Liste an Publikationen vor, die ebenfalls auf dem zentralen Server des Programms (siehe: <http://blk.mat.uni-bayreuth.de/>) zu finden ist. Auf dem Server lassen sich neben Ergebnissen des Programms unter anderem auch die bereit gestellten Materialien, sowie die Grundkonzeption des Programms und die Module gründlicher studieren.

Insgesamt hat die Arbeit an den Schulen im Verlauf des Programms ein breites Spektrum an Ideen zur Steigerung der Attraktivität des Unterrichts hervorgebracht. Dabei wird freilich nicht immer didaktisches Neuland betreten. Oft handelt es sich um die Integration aktueller fachdidaktischer und lerntheoretischer Impulse in das eigene Methodenrepertoire. Auf diese Weise tragen viele kleine Schritte engagierter Lehrerinnen und Lehrer zu einer kontinuierlichen und nachhaltigen Verbesserung der eigenen Professionalität und des Bildungsangebots der eigenen Schule bei.

Der Erfolg des Programms macht sich auch in der Forderung zahlreicher Beteiligter nach Fortführung der Prozesse, Instandhaltung der entstandenen Infrastruktur und vor allem dem Wunsch, die Ideen des Programms in die Breite zu tragen, bemerkbar. Bereits einige Zeit vor Ablauf des Programms wurde intensiv darüber nachgedacht, wie die Prozesse und Produkte des Programms systematisch in die Breite getragen werden können. Dabei ist nicht mehr die Frage, ob man den Ansatz verbreitet. Vielmehr wird diskutiert, wie eine solche Dissemination wirksam gestaltet werden kann. Insbesondere der Lehrerfortbildung kommt hier eine entscheidende Bedeutung zu.

6. Lehrerbildung neu gedacht – Impulse aus dem Modellversuchsprogramm

Die Modularisierung als zentrales Merkmal des Programms bietet nicht nur bei der Weiterentwicklung des Unterrichts Anknüpfungspunkte. Auch in der grundständigen Lehrerbildung können die Module des Modellversuchsprogramms sinnvoll zum Einsatz kommen. So ließe sich ein Szenario vorstellen, bei dem die Module als Rahmen in der fachdidaktischen und pädagogisch-psychologischen Ausbildung angehender Lehrerinnen und Lehrer dienen.

Die Sicherung und Weiterentwicklung der Unterrichtsqualität ist eine Daueraufgabe, die an den Programmschulen nach Ende des Förderzeitraumes fortgesetzt werden muss. So kann die Kontinuität der Arbeit durch die Aufnahme der Ziele in das Schulprogramm unterstützt werden. Auf diese Weise geht die Programmarbeit nahtlos in eine dauerhafte schulinterne Fortbildung über.

Die Institute für Lehrerfortbildung, die von Anfang an in die didaktische Begleitung des Programms eingebunden waren, werden dann zum Haupt-Ansprechpartner der Arbeitsgruppen in der Region und übernehmen – soweit notwendig – die Betreuungsaufgaben, die im Förderzeitraum von Seiten des Programmträgers geleistet wurden. Nun, nach Ende des Programms, stehen herausfordernde neue Aufgaben an. Die Einrichtungen der Lehrerfortbildung werden dabei eine Schlüsselrolle spielen:

Im Zuge der Dissemination (Verbreitung der Innovation) müssen neue Schulen mit dem Qualitätsentwicklungskonzept vertraut gemacht werden. In diesem Prozess sind Infrastruktur und Personalressourcen der Lehrerfortbildungsinstitute unentbehrlich. Freilich tragen auch die Ausbildungsseminare und die Universitäten ein hohes Maß an Verantwortung für die Verbesserung der Lehrerprofessionalität und die Weiterentwicklung der Unterrichtskultur. Allerdings werden sich diese Bemühungen erst auf kommende Lehrergenerationen auswirken können.

Zum momentanen Zeitpunkt haben wir die – vielleicht historische – Chance, Lehrerbildung neu zu denken. Es geht darum, die Aufgaben der Fortbildung für Lehrerinnen und Lehrer neu zu definieren und auf eine curriculare Basis zu stellen. Zentrale Merkmale eines solchen neuen Modells wären eine größere Verbindlichkeit und Kontinuität sowie eine veränderte Interaktionsstruktur. Wie schon mancherorts erprobt, könnten Betreuer aus den Landesinstituten Lehrerteams vor Ort, also in ihrer Schule, beraten und coachen. Auf diese Weise ergibt sich eine fruchtbare Vernetzung schulinterner und externer Fortbildung.

Derartige Kooperationsmodelle sind in einem planvollen Innovationsansatz ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Die Fortbildungsinstitute entwickeln ihrerseits Arbeitskontakte zu Vertretern der Universitäten, der Fachverbände oder der Industrie. Sie kooperieren untereinander, um sich über ihre Methoden und Evaluationsergebnisse auszutauschen. Sie bilden Experten aus für Schulentwicklungsaufgaben. Sie helfen mit beim Aufbau eines länderübergreifenden Monitoring-Systems, das dazu dienen soll, Qualitätsmaßstäbe auf nationaler Ebene einzuführen und zu überprüfen. Mit diesen strukturell wirksamen Perspektiven weist das BLK-Modellversuchsprogramm zur Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts weit über die Belange des angesprochenen Fachbereichs hinaus. Es muss begriffen werden als Ausgangspunkt für eine nachhaltige Verbesserung der Schulkultur, in der der Lehrerfortbildung eine wesentlich größerer Bedeutung als bisher zukommen wird.

Literatur

- Baumert, J. (1993). Lernstrategien, motivationale Orientierungen und Selbstwirksamkeitsüberzeugungen im Kontext schulischen Lernens. *Unterrichtswissenschaft*, 21 (4), 327–354.
- Baumert, J., Bos, W. & Watermann, R. (1998). *TIMSS/III – Schülerleistungen in Mathematik und den Naturwissenschaften am Ende der Sekundarstufe II im internationalen Vergleich*. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- Baumert, J., Lehmann, R., Lehrke, M., Schmitz, B., Clausen, M., Hosénfeld, I., Köller, O. & Neubrand, J. (1997). *TIMSS – Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Deskriptive Befunde*. Opladen: Leske + Budrich.
- Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung. (1997). *Gutachten zur Vorbereitung des Programms "Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts"*. Bonn: Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie.
- Hoffmann, L., Häußler, P. & Peters-Haft, S. (1997). *Unterrichtskonzept zur Förderung der Physik-Interessen bei Mädchen und Jungen*. Kiel: IPN.
- Huber, A.A. (1999). *Bedingungen effektiven Lernens in Kleingruppen unter besonderer Berücksichtigung der Rolle von Lernskripten*. Schwangau: Ingeborg Huber.
- Labudde, P. (1996). *Alltagsphysik in Schülerversuchen*. Bonn: Dümmler.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1995). *Assessment standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- OECD/PISA. (1999). *Measuring student knowledge and skills. A new framework for assessment*. Paris: OECD.
- Oser, F., Hascher, T. & Spychiger, M. (1999). Lernen aus Fehlern. Zur Psychologie des "negativen" Wissens. In W. Althof (Hrsg.), *Fehlerwelten. Vom Fehlermachen und Lernen aus Fehlern* (S. 11–41). Opladen: Leske + Budrich.
- Ostermeier, C., Carstensen, C. H., Geiser, H. & Prenzel, M. (2002). *Eingangserhebung im BLK-Modellversuchsprogramm "Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts": Rückmeldung der Ergebnisse an die beteiligten Schulen (Arbeitsbericht)*. Kiel: IPN.
- Prenzel, M. (1997). Sechs Möglichkeiten, Lernende zu demotivieren. In H. Gruber & A. Renkl (Hrsg.), *Wege zum Können. Determinanten des Konzepterwerbs*. Bern: Huber.
- Prenzel, M. (2000). Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts: Ein Modellversuchsprogramm von Bund und Ländern. *Unterrichtswissenschaft*, 28 (2), 103–126.
- Prenzel, M. & Duit, R. (2000). *Increasing the efficiency of mathematics and science instruction: Report of a national quality development program*. Annual Meeting of the American Educational Research Association, New Orleans.
- Reusser, K. & Reusser-Weyeneth, M. (1994). *Verstehen – Psychologischer Prozess und didaktische Aufgabe*. Bern: Huber.
- Reusser, K. & Stebler, R. (1997). Every word problem has a solution – The social rationality of mathematical modelling in schools. *Learning and Instruction*, 7 (4), 309–327.
- Ruf, U. & Gallin, P. (1998). *Dialogisches Lernen in Sprache und Mathematik*. 2 Bände. Seelze: Kallmeyer.
- Shavelson, R.J. & Ruiz-Primo, M.A. (1999). Leistungsbewertung im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Unterrichtswissenschaft*, 27 (2), 102–127.

Autoren

Manfred Prenzel, Prof. Dr., prenzelm@ipn.uni-kiel.de

Christian Ostermeier, ostermeier@ipn.uni-kiel.de

Beide Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) an der Universität Kiel, Olshausenstr. 62, D-24089 Kiel, Deutschland