

Prof. Dr. Werner Blum
Siegfried Fey
Elfriede Huber-Söllner
Dr. Lutz Stäudel

*TIMSS und der
BLK-Modellversuch
“SINUS” in Hessen*

**Zur Steigerung der Effizienz des
mathematisch-
naturwissenschaftlichen
Unterrichts**

Inhalt

Vorwort

Mit TIMSS allein ist noch nichts gewonnen...

TIMSS – eine bildungspolitische Momentaufnahme mit Folgen

Das BLK-Modellversuchsprogramm "Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts"

Die Hessischen Modellversuche

Der Modellversuch "Kooperative Modelle zur Entwicklung einer guten Unterrichtspraxis im Mathematikunterricht"

Der Modellversuch "Modelle zur Entwicklung einer guten Unterrichtspraxis im naturwissenschaftlichen Unterricht"

Wichtige Adressen im Internet

Literatur

Mit TIMSS allein ist noch nichts gewonnen...

“Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts”- ohne den so genannten “TIMSS-Schock” hätte dieses Programmvorhaben der BLK wohl kaum eine vergleichbare bundesweite Resonanz gefunden.

Es lohnt sich daher, die wiederkehrende Frage nach Sinn und Funktion solcher Vergleichsuntersuchungen am Beispiel TIMSS zu verfolgen, weil wir hier erstmals eine Linie von der Studie über deren Rezeption bis in eine veränderte Praxis hinein verfolgen können.

TIMSS hat auf der Basis bundesweiter Stichproben in allen Bundesländern Daten geliefert über die Position und Wirksamkeit des deutschen Schulsystems im internationalen Vergleich. Das allenfalls mittelmäßige Abschneiden bundesdeutscher Schülerinnen und Schüler hat scheinbare Sicherheiten erschüttert:

Liegt es am Bildungssystem? Hier liefert TIMSS Antworten eher im Ausschlussverfahren, denn weder die Art der Gliederung des Schulwesens noch zentrale oder dezentrale Verwaltung und Prüfungsverfahren, nicht einmal die Dauer der Schulzeit können im internationalen Vergleich als Begründungsfaktoren für ein erfolgreiches Abschneiden bei der Erhebung gelten.

Aufschlussreicher für die Frage nach den Ursachen von Leistungsunterschieden in den untersuchten Bereichen Mathematik und Naturwissenschaften waren die Analysen der TIMSS ergänzenden Videostudien, die im Vergleich unterschiedlicher “kultureller Skripts” den Blick auf Wertschätzung und Kultur des Lernens, auch auf didaktisch-methodische Probleme, also auf die Qualität von Schule und Unterricht lenkten und hier den wesentlichen Ansatz für Verbesserung sahen.

Was also leistet eine Vergleichsuntersuchung wie TIMSS? TIMSS hat bilanziert, in Teilen auch diagnostiziert, es war für Deutschland ein Diskussionsimpuls - aber die Initiative zur Lösung der Probleme, auf die die Studie verwiesen hat, lag und liegt allein bei uns.

Die hier vorliegenden Ausführungen über den hessischen Part im BLK-Programmvorhaben zeigen nahezu exemplarisch, welche Voraussetzungen gegeben sein müssen, um die potenziell folgenlose, blosser Feststellung von Leistungsunterschieden in ein wirklich qualitätssicherndes Handeln zu überführen.

Die Probleme und das Ziel der Veränderung müssen klar sein:

Das BLK-Vorhaben stützt sich auf eine Expertise von Prof. Baumert u.a., die den konzeptionellen Rahmen für das bundesweit durchgeführte Programm darstellt und Ansätze zur Operationalisierung über 11 Entwicklungsschwerpunkte enthält.

Ohne ein solches Handlungskonzept, das die Ergebnisse einer Studie auf eine zu verändernde Unterrichtspraxis hin interpretiert, würden noch so komplex angelegte Vergleichsuntersuchungen wohl weitgehend wirkungslos bleiben.

Wer Neues entwickelt und erprobt, muss in Distanz zur eigenen Praxis rücken. Der Blick von aussen ist dabei eine unverzichtbare Hilfe. Dafür sind entsprechende Strukturen zu schaffen:

Grundprinzip des Modellversuchs ist es, keine veränderte Praxis von oben zu oktroyieren, sondern anzuknüpfen am konkreten Unterricht, allerdings mit dem Ziel, ihn neu sehen, neu denken zu lernen. Distanz gegenüber der eigenen Praxis gewinnen die beteiligten Lehrkräfte nicht nur auf dem Weg gemeinsamer Planungen und kollegialer Hospitation und Beratung, sondern auch durch den schulübergreifenden Austausch von Erfahrungen.

Durch Netzwerke, die aus jeweils einer Pilotschule und mehreren assoziierten Schulen gebildet werden, wird ein kontinuierlicher Erfahrungs- und Materialaustausch innerhalb einer Region gesichert. Die Arbeit wird angeregt und unterstützt durch prozessbegleitende Hilfen der wissenschaftlichen Begleitung an der Gesamthochschule Kassel.

Das alles bedeutet: vertraute Denkmuster und Unterrichtsroutinen in Frage zu stellen, den Boden für die Vergleichbarkeit von Leistungen zu bereiten, indem Standards bewusst gemacht, überprüft und erörtert werden. Von den Lehrkräften wird dabei gefordert, was sie im Modellversuch auch bei ihren Schülern erreichen möchten: Denklust, also die Offenheit gegenüber komplexen Problemstellungen und die Fähigkeit, Fehler einzugestehen und produktiv mit ihnen umzugehen.

Qualität muss weiterwirken. Hier haben die Unterstützungssysteme eine wichtige Funktion:

Das Vorhaben zeigt, wie sehr Veränderungsprozesse an Schulen begleitet und getragen werden müssen durch eine gemeinsame und abgestimmte Arbeit von Staatlichem Schulamt, Lehrerfortbildung und Lehrerausbildung. Was nicht in Aus- und Fortbildung weiterwirkt, was nicht als Anregung für curriculare Neuansätze aufgenommen wird, was keine personelle, organisatorische und finanzielle Unterstützung findet, wird allenfalls in begrenztem Kreis und kurzfristig wirken und überfordert das Engagement von Einzelnen.

Insofern verbindet sich mit dem Modellvorhaben auch der Anspruch an ein geplantes Zusammenwirken der Unterstützungssysteme, die sich auch die landesweite Verbreitung der Ergebnisse zur Aufgabe gemacht haben. Sie folgen damit einem ausdrücklich formulierten bildungspolitischen Interesse.

Vermitteln kann aber nur, wer in der Sache kompetent ist. Und hier liegt vielleicht die wichtigste Dimension des gesamten Modellvorhabens:

Dass es seiner Struktur nach das Gespräch zwischen allen Beteiligten fördert, das gemeinsame Nachdenken über Maßstäbe von gutem Unterricht. Nur so kann die Einsicht wachsen, dass Qualität nicht delegiert und nicht per Anweisung durchgesetzt werden kann, sondern von jedem Einzelnen und auf jeder Ebene beharrlich, ideenreich und mit Wertschätzung für die Arbeit der anderen immer wieder neu hergestellt werden muss.

Die vorliegende Broschüre verdient Beachtung nicht nur unter fachlichem Aspekt. Man sollte sie auch mit dem Blick darauf lesen, dass Qualitätssicherung von allen Beteiligten nicht als Formel, sondern als gemeinsame Aufgabe begriffen wurde.

Obwohl viele Experten von diesen Ergebnissen nicht überrascht waren, konnte man kaum über diese Befunde hinweggehen, insbesondere weil der Leistungsabstand zur internationalen Spitzengruppe sehr groß war. Die Schülerinnen und Schüler der Mehrzahl der nord-, ost- und westeuropäischen TIMSS-Teilnehmerstaaten erreichten in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern Leistungsergebnisse, die einem Vorsprung von ein bis zwei Schuljahren entsprechen.

TIMSS zeigte auch, dass die Leistungsfähigkeit deutscher Schülerinnen und Schüler sehr breit gestreut ist. Die Fachleistungen der Schülerinnen und Schüler der 8. Klasse spiegeln - über die Schulformen hinweg betrachtet - das gesamte Leistungsspektrum der Sekundarstufe I von der 5. bis zur 10. Jahrgangsstufe wider. Zugleich ist der Anteil jener Schüler, deren mathematische und naturwissenschaftliche Fähigkeiten noch am Ende des 8. Jahrgangs im Wesentlichen auf einem erweiterten Grundschulniveau liegen, mit etwa 20 Prozent des Jahrgangs auch im internationalen Vergleich sehr hoch. Ebenso sind deutsche Achtklässler im Bereich der Spitzenleistungen deutlich unterrepräsentiert.

Nachdenklich machten auch andere Detailbefunde, etwa die große Diskrepanz zwischen den Anforderungen der Lehrpläne und der Unterrichtsrealität, besonders aber die Defizite im konzeptuellen Verständnis und im Verständnis naturwissenschaftlichen Arbeitens und Argumentierens. Während in Deutschland nur Gymnasiasten mit eher überdurchschnittlichem Leistungsniveau die gestellten Anforderungen erfüllen, sind dies in der Schweiz die Hälfte aller Schüler, und zwar über alle Schulformen hinweg.

Die relativen Leistungsschwächen der deutschen Schüler in Mathematik und den naturwissenschaftlichen Fächern werden insbesondere bei Aufgaben sichtbar, die eine sinnvolle Anwendung und Übertragung des Gelernten auf neue inner- oder außerfachliche Problemstellungen verlangen, komplexe Verknüpfungen elementarer Operationen erfordern oder mathematisches Modellieren bzw. naturwissenschaftliches Argumentieren prüfen. Zu wünschen übrig lassen auch die Leistungsfortschritte von einer Jahrgangsstufe zur nächsten. Schüler können so kaum Erfahrungen mit dem individuellen Kompetenzzuwachs machen - einer wichtigen Voraussetzung für die Interessenbildung

Zugleich mit diesen teilweise schmerzlichen Befunden räumt TIMSS mit verkrusteten Zuschreibungen schulischen Erfolgs zu bestimmten Schulformen oder Organisationsmerkmalen auf: Ob ein Schulsystem zentral oder dezentral verwaltet wird, ob es die Ganz- oder Halbtagschule präferiert, ob es gegliedert oder integriert organisiert ist, hat offenbar für die Ertragslage des Unterrichts in der Mittelstufe keine eigenständige Bedeutung. Selbst die Reduktion von Klassenstärken scheint ohne didaktische und methodische Veränderungen zu keiner Verbesserung der Lernergebnisse zu führen. Tatsächlich lässt sich kein einzelner Faktor identifizieren, von dem man eine durchschlagende Verbesserung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Leistungsergebnisse erwarten könnte.

Erklärungen für Leistungsunterschiede können sowohl im Unterricht selbst als auch in dessen Umfeld ausgemacht werden. Bildungsnähe und Schulkultur einer Gesellschaft sind hier ebenso bedeutsam wie die generelle Wertschätzung schulischen Lernens, die Bereitschaft zur Anstrengung und Ausdauer und nicht zuletzt die Qualitätserwartungen. Für den Unterricht selbst zeigte eine in den USA, Japan und Deutschland im Rahmen von TIMSS durchgeführte Videostudie, dass der Mathematikunterricht in verschiedenen Nationen offenbar sehr spezifischen kulturellen Skripts oder Drehbüchern folgt. Für den Mathematikunterricht in Deutschland konnte hier eine klare Vorherrschaft des fragend-entwickelnden Unterrichtsgesprächs festgestellt werden: Der Unterricht führt auf eine einzige Lösung hin, die Teillösungen werden relativ kurzschrittig erarbeitet und vom Lehrer an der Tafel dokumentiert. Im naturwissenschaftlichen Unterricht nimmt das fragend-entwickelnde Unterrichtsgespräch seinen Ausgang nicht selten vom Lehrerexperiment.

Diese Großform wird in der Regel gut beherrscht und garantiert, dass der Unterricht einem Spannungsbogen folgt, dass das Unterrichtsgeschehen dynamisch und zielgerichtet ist. Unterricht nach diesem Muster kommt in fast jedem Fall an sein Ziel – jedoch gilt dies nicht unbedingt für die Mehrzahl der Schülerinnen und Schüler:

- Aufgrund der dichten Interaktion zwischen Lehrern und Schülern ist der fragend-entwickelnde Unterricht ausgesprochen störanfällig. Fragen, die auf Umwege führen, oder mehrere fehlerhafte Antworten in Folge können seine Dramaturgie empfindlich stören. In diesem Unterricht produktiv mit Fehlern umzugehen ist sehr schwierig.
- Das fragend-entwickelnde Unterrichtsgespräch führt in der Regel - fachlich anspruchsvoll und engagiert - auf eine einzige Lösung hin, auf einen Beweis, einen Algorithmus oder eine Handlungsroutine. Damit gerät die Vielfalt möglicher Lösungswege aus dem Blick. Das so vermittelte Bild von Mathematik und Naturwissenschaften trägt statische Züge.
- Der fragend-entwickelnde Unterricht besitzt eine inhärente Tendenz, auch anspruchsvolle und komplexe Problemstellungen in kurze Fragen und simple Aufgaben klein zu arbeiten. Die Problemlöse- und Strukturierungsfähigkeiten der Schüler werden so wenig gefordert und trainiert.
- Die Integration länger zurückliegender Stoffe in den Unterricht gelingt selten. Vernetztes Wissen und die individuelle Erfahrung allmählichen Kompetenzzuwachses verlangen aber gerade, dass sich Wiederholungen harmonisch in die Erarbeitung, Konsolidierung und Übung des neuen Stoffes einfügen.

- Die Übungsformen (insbesondere des Mathematikunterrichts) sind wenig variationsreich. Vielfach dienen die Übungsaufgaben dazu, ein erarbeitetes Verfahren einzuschleifen und zu automatisieren. Anwendungsaufgaben in variierenden Kontexten, die auch die Grenzen des Verständnisses prüfen, sind selten.
- Prüfungsarbeiten beziehen sich fast ausschließlich auf den neu eingeführten Stoff. Damit wird vornehmlich eine relativ kurzfristige Behaltens- und Verständnisleistung erfasst, während Flexibilisierung und Verankerung des Neugelerten in den Hintergrund treten.
- Im fragend-entwickelnden Unterricht werden Lern- und Leistungssituationen kontinuierlich vermischt. Lern- und Leistungssituationen folgen aber einer je spezifischen Logik. Während in Lernsituationen ein Gegenstand auch mit dem Risiko, Fehler zu machen, exploriert wird, misst man sich in Leistungssituationen an verbindlichen Gütemaßstäben und vermeidet Fehler und Versagen. Im fragend-entwickelnden Unterricht kommen Lernsituationen jedoch systematisch zu kurz.
- Schließlich kann festgestellt werden, dass der mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht sprachlich eher arm ist: Eine Klärung und Präzisierung von Gedanken durch eine zusammenhängende mündliche und schon gar schriftliche Darstellung sind seltene Ereignisse.

Ausgangspunkt dieser Empfehlung ist die Überzeugung, dass eine nachhaltige Optimierung des Fachunterrichts nur durch die Professionalisierung der Lehrerschaft, des Fachkollegiums innerhalb der einzelnen Schule gelingen kann, unterstützt durch Aus- und Fortbildung. Fachliche Kompetenz und Unterrichtserfahrung, die fast durchgängig zu beobachten sind, bilden eine solide Basis für eine realistische Weiterentwicklung des Fachunterrichts, bei der nicht alle Handlungsroutinen gleichzeitig in Frage gestellt werden, sondern ausgehend von den Stärken schrittweise Verbesserungen erarbeitet werden. Dies ist die Grundlage des im Sommer 1998 gestarteten Modellversuchsprogramms "Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts".

TIMSS – eine bildungspolitische Momentaufnahme mit Folgen

(In Anlehnung an einen Vortrag von J. Baumert in Baden-Württemberg)

Als die ersten Ergebnisse von TIMSS, der Dritten Internationalen Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie (Third International Mathematics and Science Study) Ende 1996 veröffentlicht wurden, schlugen die Wellen der Erregung hoch: Die Fachleistungen der deutschen Schülerinnen und Schüler in Mathematik und den naturwissenschaftlichen Fächern in der Mittelstufe lagen in einem breiten internationalen Mittelfeld. Für die Mathematik bedeutet das, dass am Ende der 8. Jahrgangsstufe im Mittel nur ein Fähigkeitsniveau erreicht wird, auf dem einfache mathematische Routineverfahren einigermaßen sicher ausgeführt werden können. In den naturwissenschaftlichen Fächern lässt sich das durchschnittlich verfügbare Wissensrepertoire als naturwissenschaftliches Alltagswissen beschreiben.

Obwohl viele Experten von diesen Ergebnissen nicht überrascht waren, konnte man kaum über diese Befunde hinweggehen, insbesondere weil der Leistungsabstand zur internationalen Spitzengruppe sehr groß war. Die Schülerinnen und Schüler der Mehrzahl der nord-, ost- und westeuropäischen TIMSS-Teilnehmerstaaten erreichten in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern Leistungsergebnisse, die einem Vorsprung von ein bis zwei Schuljahren entsprechen.

TIMSS zeigt auch, dass die Leistungsfähigkeit deutscher Schülerinnen und Schüler sehr breit gestreut ist. Die Fachleistungen der Schülerinnen und Schüler der 8. Klasse spiegeln - über die Schulformen hinweg betrachtet - das gesamte Leistungsspektrum der Sekundarstufe I von der 5. bis zur 10. Jahrgangsstufe wider. Zugleich ist der Anteil jener Schüler, deren mathematische und naturwissenschaftliche Fähigkeiten noch am Ende des 8. Jahrgangs im Wesentlichen auf einem erweiterten Grundschulniveau liegen, mit etwa 20 Prozent des Jahrgangs auch im internationalen Vergleich sehr hoch. Ebenso sind deutsche Achtklässler im Bereich der Spitzenleistungen deutlich unterrepräsentiert.

Nachdenklich machten auch andere Detailbefunde, etwa die große Diskrepanz zwischen den Anforderungen der Lehrpläne und der Unterrichtsrealität, besonders aber die Defizite im konzeptuellen Verständnis und im Verständnis naturwissenschaftlichen Arbeitens und Argumentierens. Während in Deutschland nur Gymnasiasten mit eher überdurchschnitt-

lichem Leistungsniveau die gestellten Anforderungen erfüllen, sind dies in der Schweiz die Hälfte aller Schülerinnen und Schüler, und zwar über alle Schulformen hinweg.

Die relativen Leistungsschwächen der deutschen Schüler in Mathematik und den naturwissenschaftlichen Fächern werden insbesondere bei Aufgaben sichtbar, die eine sinnvolle Anwendung und Übertragung des Gelernten auf neue inner- oder außerfachliche Problemstellungen verlangen, komplexe Verknüpfungen elementarer Operationen erfordern oder mathematisches Modellieren bzw. naturwissenschaftliches Argumentieren prüfen. Zu wünschen übrig lassen auch die Leistungsfortschritte von einer Jahrgangsstufe zur nächsten. Schülerinnen und Schüler können so kaum Erfahrungen mit dem individuellen Kompetenzzuwachs machen - einer wichtigen Voraussetzung für die Interessenbildung

Zugleich mit diesen teilweise schmerzlichen Befunden räumt TIMSS mit verkrusteten Zuschreibungen schulischen Erfolgs zu bestimmten Schulformen oder Organisationsmerkmalen auf: Ob ein Schulsystem zentral oder dezentral verwaltet wird, ob es die Ganz- oder Halbtagschule präferiert, ob es gegliedert oder integriert organisiert ist, hat offenbar für die Ertragslage des Unterrichts in der Mittelstufe keine eigenständige Bedeutung. Selbst die Reduktion von Klassenstärken scheint ohne didaktische und methodische Veränderungen zu keiner Verbesserung der Lernergebnisse zu führen. Tatsächlich läßt sich kein einzelner Faktor identifizieren, von dem man eine durchschlagende Verbesserung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Leistungsergebnisse erwarten könnte.

Erklärungen für Leistungsunterschiede können sowohl im Unterricht selbst als auch in dessen Umfeld ausgemacht werden. Bildungsnähe und Schulkultur einer Gesellschaft sind hier ebenso bedeutsam wie die generelle Wertschätzung schulischen Lernens, die Bereitschaft zur Anstrengung und Ausdauer und nicht zuletzt die Qualitätserwartungen. Für den Unterricht selbst zeigte eine in den USA, Japan und Deutschland im Rahmen von TIMSS durchgeführte Video-Studie, dass der Mathematikunterricht in verschiedenen Nationen offenbar sehr spezifischen kulturellen Skripts oder Drehbüchern folgt. Für den Mathematikunterricht in Deutschland konnte hier eine klare Vorherrschaft des fragend-entwickelnden Unterrichtsgesprächs festgestellt werden: Der Unterricht führt auf eine einzige Lösung hin, die Teillösungen werden relativ kurzschrittig erarbeitet und vom Lehrer an der Tafel dokumentiert. Im naturwissenschaftlichen Unterricht nimmt das fragend-entwickelnde Unterrichtsgespräch seinen Ausgang nicht selten vom Lehrerexperiment.

Diese Großform wird in der Regel gut beherrscht und garantiert, dass der Unterricht einem Spannungsbogen folgt, dass das Unterrichtsgeschehen dynamisch und zielgerichtet ist. Unterricht nach diesem Muster kommt in fast jedem Fall an sein Ziel – jedoch gilt dies nicht unbedingt für die Mehrzahl der Schülerinnen und Schüler:

- * Aufgrund der dichten Interaktion zwischen Lehrern und Schülern ist der fragend-entwickelnde Unterricht ausgesprochen störanfällig. Fragen, die auf Umwege führen oder mehrere fehlerhafte Antworten in Folge können seine Dramaturgie empfindlich stören. In diesem Unterricht produktiv mit Fehlern umzugehen ist sehr schwierig.

- * Das fragend-entwickelnde Unterrichtsgespräch führt in der Regel - fachlich anspruchsvoll und engagiert - auf eine einzige Lösung hin, auf einen Beweis, einen Algorithmus oder eine Handlungsroutine. Damit gerät die Vielfalt möglicher Lösungswege aus dem Blick. Das so vermittelte Bild von Mathematik und Naturwissenschaften trägt statische Züge.

- * Der fragend-entwickelnde Unterricht besitzt eine inhärente Tendenz, auch anspruchsvolle und komplexe Problemstellungen in kurze Fragen und simple Aufgaben kleinzuarbeiten. Die Problemlöse- und -Strukturierungsfähigkeiten der Schüler werden so wenig gefordert und trainiert.

- * Die Integration länger zurückliegender Stoffe in den Unterricht gelingt selten. Vernetztes Wissen und die individuelle Erfahrung allmählichen Kompetenzzuwachses verlangen aber gerade, dass sich Wiederholungen harmonisch in die Erarbeitung, Konsolidierung und Übung des neuen Stoffes einfügen.

- * Die Übungsformen (insbesondere des Mathematikunterrichts) sind wenig variationsreich. Vielfach dienen die Übungsaufgaben dazu, ein erarbeitetes Verfahren einzuschleifen und zu automatisieren. Anwendungsaufgaben in variierenden Kontexten, die auch die Grenzen des Verständnisses prüfen, sind selten.

- * Prüfungsarbeiten beziehen sich fast ausschließlich auf den neu eingeführten Stoff. Damit wird vornehmlich eine relativ kurzfristige Behaltens- und Verständnisleistung erfasst, während Flexibilisierung und Verankerung des Neugelerten in den Hintergrund treten.

- * Im fragend-entwickelnden Unterricht werden Lern- und Leistungssituationen kontinuierlich vermischt. Lern- und Leistungssituationen folgen aber einer je spezifischen Logik. Während in Lernsituationen ein Gegenstand auch mit dem Risiko, Fehler zu machen, exploriert wird, misst man sich in Leistungssituationen an verbindlichen Gütemaßstäben

und vermeidet Fehler und Versagen. Im fragend-entwickelnden Unterricht kommen Lernsituationen jedoch systematisch zu kurz.

* Schließlich kann festgestellt werden, dass der mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht sprachlich eher arm ist: Eine Klärung und Präzisierung von Gedanken durch eine zusammenhängende mündliche und schon gar schriftliche Darstellung sind seltene Ereignisse.

Das BLK-Modellversuchsprogramm "Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts"

Unmittelbar im Anschluss an die Veröffentlichung der nationalen TIMSS-Ergebnisse hat die Bund-Länder-Kommission (BLK) für Bildungsplanung und Forschungsförderung versucht, Konsequenzen aus diesen Befunden zu ziehen. Eine Gutachtergruppe unter Leitung von J. Baumert hat eine Reihe von Modulen zur Weiterentwicklung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts beschrieben, die geeignet sein könnten, thematische Schwerpunkte der Arbeit von Fachkollegien in einzelnen Schulen zu bilden.

Die bundesweite Struktur des Modellversuchs

Bundesweit nehmen knapp 180 Schulen an diesen Modellversuchen teil, wobei die durchschnittlich zwei Schulsets pro Bundesland mit je einer Projektschule und fünf weiteren Schulen kleine Netzwerke bilden, die sich im Lauf der fünfjährigen Modellversuchsdauer auch untereinander vernetzen sollen. In seiner organisatorischen wie auch zeitlichen Reichweite ist dieser BLK-Modellversuch damit das zurzeit umfangreichste Unternehmen dieser Art.

Die bundesweite Projektkoordination des Modellversuchs liegt beim Bildungsministeriums des federführenden Landes Schleswig-Holstein. Die Programmträgerschaft teilt sich das Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN), Kiel, mit dem Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung (ISB), München. Ein wissenschaftlicher Beirat und ein Lenkungsausschuss flankieren die Arbeit im Modellversuch hinsichtlich der Durchführung von Forschungsvorhaben und Evaluation im Rahmen des BLK-Programms. Hessen beteiligt sich mit zwei Modellversuchen an diesem Großprojekt, einem Schulset mit dem Schwerpunkt Mathematik sowie mit einem Schulset, das sich die Weiterentwicklung des naturwissenschaftlichen Fachunterrichts zur Aufgabe gemacht hat.

Die 11 Module der Expertise

- *Weiterentwicklung der Aufgabenkultur im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht*
- *Naturwissenschaftliches Arbeiten*
- *Aus Fehlern lernen*
- *Sicherung von Basiswissen; Verständnisvolles Lernen auf verschiedenen Niveaus*
- *Zuwachs von Kompetenz erfahrbar machen: Kumulatives Lernen*
- *Fächergrenzen erfahrbar machen: Fächerübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten*
- *Förderung von Mädchen und Jungen*
- *Entwicklung von Aufgaben für die Kooperation von Schülern*
- *Verantwortung für das eigene Lernen stärken*
- *Prüfen: Erfassen und Rückmelden von Kompetenzzuwachs*
- *Qualitätssicherung in der Schule und Entwicklung von Standards*

Die 11 Module bilden den Kern der Expertise, davon ausgehend sollen innovative Elemente in den Unterricht eingebracht werden.

Zwar hängen alle elf Module auf die eine oder andere Art zusammen, jedoch musste jedes Bundesland und jedes Modellversuchsset sich auf zwei oder drei Module und deren bevorzugte Bearbeitung beschränken. Auch wenn mittlerweile zu allen Modulen Handreichungen erstellt und vom Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften, IPN, in Kiel an die Schulen verschickt wurden, so lassen diese offenen Angebote den einzelnen Schulsets einen breiten Freiraum zur Ausgestaltung und individuellen Erprobung ihrer Ansätze.

Die Hessischen Modellversuche

Mit Beginn des Schuljahres 1998/99 wurden die beiden Modellversuche im nordhessischen Raum eingerichtet.

Der hessische Mathematik-Modellversuch wählte an erster Stelle das Modul 1, mit der Perspektive, den vorherrschenden Aufgabentypus im Mathematikunterricht der Mittelstufe durch ‚offene‘, stärker selbstdifferenzierende und vernetzende Aufgaben zu ergänzen und teilweise zu ersetzen. Das naturwissenschaftliche Modellversuchsset legte das Hauptgewicht auf Modul 2: die Schülerinnen und Schüler sollen durch geeignete Maßnahmen stärker in die Entwicklung von sachbezogenen Fragestellungen, Hypothesen und Ansätzen zu deren praktischer wie theoretischer Überprüfung einbezogen werden. In beiden Modellversuchen spielen darüber hinaus auch die Module 4, 5, 6, 8, 10 und natürlich auch Modul 11 eine wichtige Rolle.

Im Unterschied zu anderen Projekten geht es nicht um die besondere Ausgestaltung eines speziellen Bereiches von Schule, sondern um die Weiterentwicklung und Veränderung der täglichen Praxis in einem Schwerpunkt. Immerhin decken die naturwissenschaftlichen Fächer und Mathematik bis zu einem Drittel des Unterrichtsangebotes in der Mittelstufe ab. Schulentwicklung wird damit insoweit initiiert, als eine Veränderung von Unterrichtsskripten nicht die Angelegenheit einzelner Lehrkräfte sein kann; vielmehr erfordert diese Gemeinschaftsaufgabe kollegiale Anstrengungen, neue Kooperationsformen über die Ebene von Fachkonferenzen hinaus, kollegiale Hospitation und Beratung. Aus dieser Perspektive wird auch verständlich, warum die hessischen Modellversuche regional organisiert sind, denn nur so kann mit vertretbarem Aufwand ein Austausch zwischen den beteiligten Schulen erfolgen und somit – neben dem weiterzuentwickelnden ‚sachbezogenen Dialog‘ im Unterricht und der kollegialen Beratung – eine dritte Ebene von Kommunikation und Kooperation eröffnet werden.

Die hessenweite Struktur der Modellversuche

Dem Staatlichen Schulamt für den Landkreis und die Stadt Kassel wurde die Gesamtleitung vom Hessischen Kultusministerium übertragen. Eingebunden in das regionale Netzwerk sind außerdem die Staatlichen Schulämter für den Landkreis Hersfeld-Rotenburg / Werra-Meißner-Kreis sowie für den Schwalm-Eder-Kreis / Landkreis Waldeck-Frankenberg, die Studienseminare und das Hessische Landesinstitut für Pädagogik (HeLP).

Ein Kooperationsrat, an dem alle Leitungs-, Koordinations-, und Unterstützungssysteme beteiligt sind, tagt halbjährlich zur gemeinsamen Planung und Auswertung.

Der Modellversuch Mathematik wird von dem Mathematikdidaktiker Prof. Dr. Werner Blum geleitet, der naturwissenschaftliche Modellversuch durch den Chemiedidaktiker Dr. Lutz Stäudel, beide von der Universität Gesamthochschule Kassel. Vor dem Hintergrund solcher Netzstrukturen bekommt das Schlagwort von der Qualitätsentwicklung bzw. Qualitätssicherung eine spezifische Bedeutung: Die inzwischen bereits entwickelten Kooperationsformen sind Basis für die Erarbeitung gemeinsamer Kriterien von Qualität und tragen zu einer weiteren Professionalisierung der Kollegen bei.

Mit dem HeLP und seinen Untergliederungen findet eine produktive Arbeitsteilung auf mehreren Ebenen statt: So ist die Arbeitsstelle "Mathematisch-Naturwissenschaftliche Bildung" am Pädagogischen Institut Mittelhessen (PI) in Weilburg für die Durchführung von Akademietagungen verantwortlich, die sich der Analyse der TIMSS-Ergebnisse widmen, den Blick ins Ausland richten – etwa auf die deutlich besser bei TIMSS abschneidende Schweiz – und den Bezug herstellen zu anderen Maßnahmen der Qualitätssicherung. Im Zusammenhang solcher Tagungen wurden auch die Kontakte zwischen Studienseminaren, Schulaufsicht und Fortbildung intensiviert. Auch die Verbindungen zu ‚befreundeten‘ Landesinstituten ist hier institutionell und personell verankert.

Eine landesweite Arbeitsgruppe am HeLP koordiniert die Tagungsaktivitäten ebenso wie die regionalen Angebote im Zusammenhang von TIMSS und den BLK-Modellversuchen; das Pädagogische Institut Mittelhessen und einige Regionalstellen hatten bereits ihr Programm für das Jahr 1999 im Bereich Mathematik/Naturwissenschaften gänzlich dieser Thematik gewidmet.

Umgekehrt stellen die Modellversuche Referenten und Materialien zur Verfügung, wenn dies bei zentralen oder regionalen Veranstaltungen oder bei der Einrichtung von

Arbeitsgruppen erforderlich erscheint und gewünscht wird. Auf diese Weise konnten inzwischen mehrere Regionen Hessens mit Informationen versorgt werden, ausgehend vom Norden über Marburg und Fulda bis zur Bergstrasse. Entsprechende Angebote wurden allen Regionalstellen unterbreitet und werden zunehmend genutzt. Zur Herstellung von Öffentlichkeit über die Modellversuchsarbeit wurden die Internetaktivitäten von HeLP und den Modellversuchen verlinkt (Adressen s. S. 15). Über spezielle Verteiler werden zudem Informationen ausgetauscht und Materialien verbreitet, etwa die im MV Mathematik erarbeiteten ‚offenen Aufgaben‘. Das HeLP wiederum unterstützt die Modellversuche bei der Durchführung eigener Tagungen, sowohl finanziell wie organisatorisch.

Zwei besondere Projekte sind als Gemeinschaftsaufgabe von Modellversuchen und Unterstützungssystemen für die nahe Zukunft geplant: Die Entwicklung einer CD mit Unterrichtsbeispielen aus dem naturwissenschaftlichen Unterricht und Leittexten sowie die Entwicklung und Herausgabe einer Methoden-Handreichung. Ausgehend von der Überzeugung, dass es zur Ergänzung des fragend-entwickelnden Unterrichts gezielter Hilfestellungen bedarf, sollen Video-CD und Methoden-Handreichung hier als mediale Elemente einen Transfer von den Modellversuchen in die Fortbildungspraxis des gesamten Schulwesens in Hessen leisten.

Nach einem organisatorischen Vorlauf im Frühsommer 1998 begann die Arbeit an den Schulen mit dem Schuljahr 1998/99. Auf je einer Starttagung für die Mathematik und die Naturwissenschaften wurden für beide Schulsets die Zielsetzungen des Modellversuchs festgelegt und die Arbeitsschwerpunkte für das erste Jahr geplant. Wöchentliche oder vierzehntägige Treffen der Kolleginnen und Kollegen an den Schulen bilden den Kern der Zusammenarbeit. Darüber hinaus finden auf regelmäßigen Treffen und Tagungen mit Vertretern der Schule oder allen am Modellversuch beteiligten Kolleginnen und Kollegen Lehrerfortbildungen im Rahmen des Modellversuchs statt sowie Arbeitstagungen, auf denen ein Austausch zwischen den Schulen stattfindet oder Fragen der Evaluation erörtert werden.

Die an den hessischen BLK-Modellversuchen beteiligten Schulen *)

Mathematik

- Georg-Chr.-Lichtenberg-Schule,
Kassel, Gymnasium
- Albert-Schweitzer-Schule,
Kassel, Gymnasium
- Friedrich-Wöhler-Schule,
Kassel, Haupt- und Realschule
- Gesamtschule am Obersberg,
Bad Hersfeld
- Gesamtschule Guxhagen
- Jakob-Grimm-Schule,
Rotenburg, Gesamtschule

Naturwissenschaften

- Josef-von-Eichendorff-Schule,
Kassel, Gesamtschule
- Gesamtschule Geital,
Bad Hersfeld
- Gesamtschule Guxhagen,
- Georg-Chr.-Lichtenberg-Schule,
Kassel, Gymnasium
- Valentin-Traudt-Schule,
Kassel, Haupt- und Realschule
- Wilhelmsgymnasium,
Kassel, Gymnasium

**) Bei der Auswahl der beteiligten Schulen wurde darauf geachtet, alle für Hessen typischen Schulformen in den Modellversuch miteinzubeziehen. Die unterstrichenen Schulen sind Pilotschulen des Modellversuchs. Die Georg-Christoph-Lichtenberg-Schule und die Gesamtschule Guxhagen nehmen an beiden Modellversuchen teil.*

Der Modellversuch "Kooperative Modelle zur Entwicklung einer guten Unterrichts-praxis im Mathematikunterricht"

Der Modellversuch hat im Schuljahr 1998/1999 in den siebten Klassen der beteiligten Schulen (und in der Pilotschule in der darauf folgenden Jahrgangsstufe) begonnen. In den folgenden drei Schuljahren wird dann nacheinander in den Klassen 8-10 gearbeitet, ab dem Schuljahr 2000/2001 zusätzlich nochmals in den Klassen 7-9.

Zielsetzungen

Der Modellversuch strebt eine Qualitätsverbesserung durch eine “neue Aufgabenkultur” an, indem mehr als bisher (als Ergänzung, nicht als Ersetzung) offene, komplexere, stärker vernetzende Aufgaben verwendet werden. Bei den Schülern soll damit

- durch systematisch eingebaute Wiederholungselemente Basiswissen gesichert werden;
- durch Anwendungsbezüge mit wechselnden Kontexten die Entwicklung von inhaltlichen Vorstellungen und die Förderung von Übersetzungsfähigkeiten unterstützt werden;
- durch Begründungsaufforderungen die Argumentationsfähigkeit gefördert werden;
- durch den herausfordernden Charakter der Aufgaben die Fähigkeit zum Problemlösen unterstützt werden.

Natürlich können nicht mit jeder Aufgabe alle Ziele gleichzeitig erreicht werden. Diese Schwerpunktverlagerung soll zu Lasten von Kalkülen und von gewissen zu kürzenden oder zu streichenden Stoffgebieten gehen.

Hierbei wird zum einen auf bereits von der Didaktik entwickelte und auch erprobte Materialien in Form von Unterrichtseinheiten und Aufgaben zurückgegriffen. Zum anderen werden auch neue Aufgaben entwickelt, u.a. durch Überarbeitung von Schulbuchaufgaben (siehe die beiden ausführlich dargestellten Beispiele) sowie in den Medien verwendeten mathematikhaltigen Darstellungen.

Solche Aufgaben sind kein Selbstzweck, sondern ein Vehikel, um eine "neue Unterrichtskultur" zu erreichen, gekennzeichnet durch

- häufigere geistige Eigenaktivitäten der Schüler,
- systematisch eingebaute Reflexionsphasen,
- variabelere Unterrichtsmethoden,
- stärkere Entkopplung von Lern- und Beurteilungssituationen,

wobei die entscheidende Steuerungsrolle des Lehrers nicht in Frage gestellt wird. All dies soll verknüpft werden mit verschiedensten Formen der Selbstevaluation des Unterrichts.

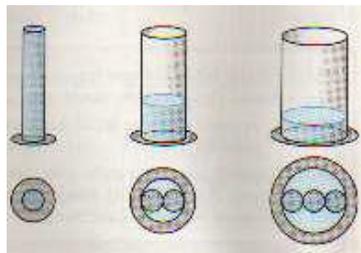
Eine Qualitätsverbesserung soll auch durch eine "neue Kommunikationskultur" in der Kollegenschaft angestrebt werden, indem ein ständiger Erfahrungsaustausch innerhalb des Fachkollegiums einer Schule und zwischen verschiedenen Schulen erfolgt - bis hin zu gegenseitigen Hospitationen - und indem mehr als bisher innerhalb der und zwischen den beteiligten Institutionen (Schulen, Hochschulen, Seminare, HeLP, Schulämter) zusammengearbeitet wird.

Erstes Beispiel

Ausgangspunkt ist folgende Schulbuchaufgabe:

In Glaszylinder, die verschiedene Durchmesser besitzen, wird immer 1 Liter Wasser gefüllt. Für die Zuordnung Durchmesser \rightarrow Höhe gilt dann die Eigenschaft "je mehr, desto weniger". Ist diese Zuordnung antiproportional?

Anleitung: Zeige, dass bei Verdoppelung des Durchmessers sich nicht die Grundfläche verdoppelt. Begründe dann, dass beim doppelten Durchmesser das Wasser weniger als halb so hoch steht.

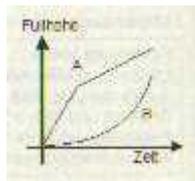


Die Aufgabe kann auf verschiedene Weisen "geöffnet" werden, etwa

- indem die Anleitung und die Fragestellung weggelassen werden, dafür wird nur der erste Satz des alten Aufgabentextes beibehalten und dann die Frage gestellt: "Betrachte die Zuordnung Durchmesser \rightarrow Füllhöhe. Was fällt Dir auf?"
- indem man die Schüler selbst Graphen durch Füllversuche erstellen lässt.

Das Thema Füll-Graphen lässt sich ausweiten, indem für verschiedene Gefäße die Zuordnung Zeit \rightarrow Füllhöhe betrachtet wird. Die Schüler können die Abhängigkeit des Graphen von der jeweiligen Gefäßform selbsttätig herausarbeiten. Weiter können Umkehraufgaben gestellt werden: "Hier ist ein Füll-Graph. Zu welchem Gefäß könnte dies passen?".

So kann funktionales Denken geschult und können adäquate Vorstellungen vom Funktionsbegriff entwickelt werden. Außerdem werden Vernetzungen zur Geometrie gefördert.



Aufgaben dieser Art - so die Erfahrungen der Modellversuchslehrer - eignen sich auch gut für Übungsphasen und zur Verwendung in Klassenarbeiten. Bevorzugt eingesetzte Unterrichtsformen sind Gruppen- und Partnerarbeit - z.B. wenn ein Schüler einen Füll-Graphen gezeichnet hat und der Partner oder die anderen Mitschüler ein zugehöriges Gefäß herausfinden sollte(n).

Zweites Beispiel

Auch hier ist wieder eine Schulbuchaufgabe der Ausgangspunkt:

Konstruiere ein Dreieck ABC aus den gegebenen Größen. Bestimme durch Messen die übrigen Größen.

Kontrolliere die Winkelgrößen mit Hilfe des Winkelsummensatzes.

$$a = 5 \text{ cm}, b = 4 \text{ cm}, g = 67^\circ$$

$$c = 9 \text{ cm}, a = 6 \text{ cm}, g = 53^\circ$$

$$a = 4,5 \text{ cm}, b = 57^\circ, g = 43^\circ$$

$$a = 7 \text{ cm}, b = 5 \text{ cm}, c = 4 \text{ cm}$$

Aus welchen der vier Kongruenzsätze folgt, dass alle Lösungsdreiecke mit den gegebenen Größen kongruent zueinander sind? Miß auch die Höhen im Dreieck?

Klasse 7: Themengebiet Geometrie: Kongruenzsätze

Diese Aufgabe lässt sich leicht durch Weglassen (mögliche Alternative: Hinzufügen) von Angaben "öffnen", wodurch eine unterbestimmte (bzw. überbestimmte) Aufgabe entsteht:

Die Schüler sollen mit einer geringeren Anzahl gegebener Angaben möglichst viele verschiedene Dreiecke konstruieren, z.B.: "In einem Dreieck ist eine Seite 6 cm lang. Was muss noch gegeben sein, damit alle von Euch gezeichneten Dreiecke identisch sind?"

Als Orientierungshilfe kann hierbei eine Tabelle dienen - die Schüler fügen weitere Zeilen hinzu:

c	a	b	α	β	γ	konstruierbar?	alle Dreiecke kongruent?
6 cm	4 cm	5cm				ja	ja
6 cm	3 cm	2 cm				nein	-
...

Auf dieser Grundlage können Kriterien für die Konstruierbarkeit eines Dreiecks erarbeitet und begründet werden.

Diese Aufgabe - so die Erfahrungen der Lehrer - eignet sich gut für den Einstieg in die Behandlung der Kongruenzsätze. Natürlich bedarf es - insbesondere für leistungsschwächere Schüler - einer nachfolgenden Phase, die dafür sorgt, dass das erarbeitete Wissen gesichert wird. Die bevorzugt eingesetzte Unterrichtsform war hier die Gruppenarbeit, die es zudem ermöglichte, dass unterschiedlich leistungsstarke Gruppen unterschiedlich schwierige Teilprobleme bearbeiteten.

Erste Erfahrungen

Im Modellversuch wurden Schulbuchaufgaben variiert, Problemstellungen aus der Erfahrungswelt der Schüler - z.B. aus der Zeitung - aufgegriffen, Beispiele aus der Literatur übernommen und den Schülern auch Gelegenheiten geboten, selbst Aufgaben zu entwickeln.

Solche offenen, variableren Aufgaben - so unsere ersten Erfahrungen - sind tatsächlich geeignet, die angestrebten Veränderungen auf den Weg zu bringen. Neben den unmittelbaren Effekten im Unterricht - mehr Schüleraktivitäten, Entwicklung und Förderung von adäquaten Vorstellungen, stärkere Vernetzung, Selbstdifferenzierung u.a.m. - haben sich Aufgaben dieser Art auch als Mittel zur Förderung der Kommunikation und Kooperation zwischen den Lehrkräften bewährt. Gerade die Diskussion über geeignete Einstiegs-, Übungs- und Klassenarbeitsaufgaben sowie die sich an den Einsatz im Unterricht anschließende Reflexion bedeutet eine neue Qualität in der Zusammenarbeit von Lehrern innerhalb einer Schule und darüber hinaus. In Zukunft sollen in noch stärkerem Maße gegenseitige Hospitationen und gemeinsame Analysen von z.B. auch videografierten Unterrichtsstunden stattfinden.

Natürlich gibt es auch eine Reihe von Problemen und Fragen, die erst in Ansätzen angegangen werden konnten. Hierzu gehören Fragen im Zusammenhang mit der Leistungsmessung und der Verschriftlichung beim Bearbeiten inhaltlich und methodisch geänderter Aufgabenstellungen sowie die erforderliche Evaluation des gesamten Vorhabens.

Außenwirkung

Die beschriebenen Ansätze sind prinzipiell in jeder Schule umsetzbar. Die Modellversuche sind ganz bewusst so angelegt, dass sie von Anfang an auch in die "Breite" wirken sollen.

Welche Möglichkeiten haben nicht direkt an solchen Projekten beteiligte Lehrkräfte?

Zum einen soll durch den Modellversuch der Anstoß gegeben werden,

- durch Rückgriff auf bewährte Materialien (siehe dazu die Modellversuchs-Homepage),
- durch Variierung von Schulbuchaufgaben,
- durch verstärkte Nutzung von Zeitungsartikeln,

den eigenen Unterricht weiterzuentwickeln. Andererseits müssen positive Erfahrungen, die bereits gesammelt wurden oder noch werden, an andere Lehrer weitergegeben werden. Dazu

gehört ein verstärkter Austausch "vor Ort", der möglichst institutionalisiert stattfindet - im Sinne von Koordinationssitzungen oder -stunden. Das Ziel sind regionale "Netzwerke", die die Qualitätssteigerung unter Nutzung der vorhandenen Infrastruktur - v.a. Lehrerfortbildungsinstitutionen - in einem überschaubaren Gebiet fördern und die entsprechende Zusammenarbeit koordinieren.

Die Weitergabe von Materialien und Erfahrungen an interessierte Kolleginnen und Kollegen geschieht auf verschiedene Weisen:

- Über eine Homepage, auf der allgemeine Informationen zu TIMSS und zum Modellversuch zu finden sind:
<http://modellversuch-mathematik.he.schule.de>
- Im Rahmen eines hessenweiten Lehrerfortbildungsprogramms, das in Zusammenarbeit mit dem HeLP durchgeführt wird;
- durch einen "Modellversuchs-Raum" (an der Universität Gesamthochschule Kassel, Standort Kassel-Oberzwehren, Fachbereich Mathematik, Arbeitsgruppe Didaktik der Mathematik, Raum 2442), in dem interessante Materialien gesammelt werden, auf die nach vorheriger Anmeldung zurückgegriffen werden kann.

Interessierte Schulen können durch "Assoziation" am Modellversuch mitarbeiten (parallel oder auch ein Jahr zeitversetzt). Dies geschieht v.a. durch Erprobung und Überarbeitung der im Modellversuch entwickelten Ideen und durch Entwicklung von eigenen Vorschlägen, die wiederum an den Modellversuch weitergegeben werden.

Eine besondere Rolle nimmt hier der Bereich des Staatlichen Schulamts Hersfeld-Rotenburg/Werra-Meißner ein, in dem mittlerweile 12 Gesamtschulen und 2 Haupt- und Realschulen assoziiert sind.

Der Modellversuch "Modelle zur Entwicklung einer guten Unterrichtspraxis im naturwissenschaftlichen Unterricht"

Schwerpunkte des Modellversuchs Naturwissenschaften sind das Modul 2 *Naturwissenschaftliches Arbeiten* und das Modul 6 *Fächergrenzen erfahrbar machen: Fächerübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten*, wobei Modul 2 im Zentrum steht. Darüber hinaus hat sich das Schulset zum Ziel gesetzt, die sachbezogene Kommunikation zwischen den Schülerinnen und Schülern im naturwissenschaftlichen Unterricht zu fördern.

Wesentliches Element der Arbeit an den Schulen sind gegenseitige Hospitationen der Lehrerinnen und Lehrer der naturwissenschaftlichen Fächer und kollegiale Beratung. Zusammen mit regelmäßigen Arbeitstreffen an den Schulen sollen sich über dem Modellversuchszeitraum hinweg stabile und überdauernde Kooperationsstrukturen entwickeln. Ergänzt wird die Arbeit an den Schulen durch regelmäßige, halbjährlich stattfindende Fachtagungen (Biologie / Chemie / Physik) an den Schulen und durch Fortbildungstagungen mit allen Lehrkräften des Schulsets, etwa zum Methodenlernen oder zu Fragen der formativen Evaluation.

Das Modul 2

Naturwissenschaftliches Arbeiten in der Praxis

Naturwissenschaftliches Arbeiten bedeutet in erster Linie die Auseinandersetzung mit dem Experiment im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Schülerinnen und Schüler sollen verstärkt in den Prozess der Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten einbezogen werden. Sie sollen lernen, naturwissenschaftlich zu argumentieren und ihre Hypothesen durch angemessene Versuchsanordnungen zu überprüfen.

Die zu Grunde liegende Überlegung ist sehr einfach: Nur wenn eine Schülerin, ein Schüler sich die Frage zu Eigen gemacht hat, die mittels eines Experiments geklärt werden soll, dann

hat auch die erhaltene Antwort eine Bedeutung. Andernfalls, darauf weist schon die BLK-Expertise hin, wächst allenfalls das handwerkliche Geschick im Umgang mit Laborgerätschaften, zumindest wenn das Experiment überhaupt in die Schülerhand gegeben wird.

Ein Beispiel aus dem Physikunterricht soll illustrieren, wie an einer Stelle des Unterrichts Schritte erprobt werden, anhand derer ein tieferes Verständnis von naturwissenschaftlichem Arbeiten erworben werden kann. Dabei wird keineswegs eine völlig offene Situation hergestellt, die womöglich einen Teil der Lernenden überfordern würde. Vielmehr wird ein Arbeitsauftrag definiert, dessen praktische Umsetzung bereits eine gedankliche Durchdringung des Problems bzw. des Sachverhaltes erfordert, gleichzeitig aber im Fähigkeitshorizont der Lernenden angesiedelt ist. Nachhaltige Veränderungen, auch das soll dieses unspektakuläre Beispiel zeigen, können sich nur in kleinen Schritten vollziehen. Die Verankerung innovativer Elemente bedarf der reflektierten Erfahrung auf Seiten der Lehrkräfte.

Bestimmung der Schallgeschwindigkeit

Den Donner eines Blitzes hört man bekanntlich kurz nach dem Blitz. Der Schall setzt sich also mit einer bestimmten Geschwindigkeit in der Luft fort.

- Entwerft in der Gruppe einen Versuch, durch den man die Geschwindigkeit bestimmen kann, mit der sich der Schall in der Luft fortsetzt.
- Berücksichtigt, dass der Versuch mit Gegenständen und Geräten durchgeführt werden kann, die vorhanden sind (im Zweifel Fragen!).
- Die Versuchsbeschreibungen sollen mit Skizzen versehen werden und müssen so beschrieben sein, dass sie auch ein Schüler aus einer anderen Klasse ohne weitere Erklärungen durchführen kann

Dem Auftrag liegt die Idee zu Grunde, dass die Lernenden zu vergleichsweise einfachen Sachverhalten selbstständig Versuche entwerfen können. Sie müssen dabei auf schulische oder außerschulische Kenntnisse und Vorerfahrungen zurückgreifen, um den jeweiligen Sachverhalt gedanklich zu strukturieren. Sie brauchen Fantasie, um Versuchsanordnungen zu

entwerfen. Diese Fantasie muss jedoch gezügelt werden, denn die Versuche dürfen nicht nur theoretisch funktionieren sondern sollen auch praktisch durchführbar sein.

Andere Phasen bieten möglicherweise eher die Chance eine Frage aufzuwerfen, von der aus dann ein vorgegebener Versuch durchgeführt wird oder in arbeitsgleichen quantitativen Experimenten zu erörtern, wie mit voneinander abweichenden Ergebnissen umgegangen werden muss.

So kreist die Arbeit am Modul 2 um das Experimentieren und fordert von den beteiligten Kolleginnen und Kollegen ein kritisches Reflektieren von jedem Versuch, bzw. eines jeden Arbeitsschrittes und das Suchen nach Möglichkeiten, Ideen, die aus der BLK-Expertise und den Handreichungen zu den Modulen ableiten oder auf Tagungen entwickelt werden in ihren Unterricht einzubringen.

Kommunikation zwischen Schülerinnen und Schülern fördern

Lernen als ein Prozess der aktiven gedanklichen Aneignung von Sachverhalten knüpft an vorhandenes Wissen und Fertigkeiten an. Es leuchtet ein, dass Lernen insbesondere dann erfolgreich ist, wenn eine Auseinandersetzung mit den zu lernenden Inhalten nicht nur im Wechselgespräch Einzelner mit dem Lehrer stattfindet, sondern in viel dichter Kommunikation zwischen den Schülerinnen und Schülern erfolgt. Dies zu fördern ist ein weiterer Schwerpunkt im Modellversuch.

Es ist nicht leicht, Schülerinnen und Schüler miteinander in einen sachbezogenen Dialog zu bringen, entwickelt sich die Kommunikation im Unterricht doch in der Regel über die Lehrerin oder den Lehrer.

Üblicherweise verläuft eine Stunde so, dass nach einer Phase, in der die Schülerinnen und Schüler z.B. in Gruppen Versuche durchführen und ihre Beobachtungen im Plenum gesammelt werden, im gemeinsamen - fragend-entwickelnden - Unterrichtsgespräch ihre Beobachtungen gedeutet werden. Damit wird die Phase der Auswertung stark vorstrukturiert und vom Lehrenden gelenkt. Beobachtungen, die zum Erreichen des Unterrichtszieles wichtig sind, werden gesammelt, vom Ziel wegführende Beiträge bleiben in der Regel unbeachtet. Dies begünstigt insbesondere die Schülerinnen und Schüler, die die Phase der

Auswertung gedanklich gut mitverfolgen können. Was aber spielt sich bei jenen ab, die schon im Prozess der Durchführung des Versuchs und des Sammelns von Beobachtungen gewissermaßen hängen geblieben sind und damit kaum eine Chance haben, der Auswertung zu folgen?

Eine Möglichkeit, Lernende zum Dialog zu zwingen besteht darin, Experimente in Gruppen auswerten zu lassen. Hier liegt ein weiteres Erprobungsfeld innerhalb des Modellversuchs. Werden Schülerinnen und Schüler aufgefordert, ihre Beobachtungen, die sie im Verlauf eines Experiments gesammelt haben und die der Lehrer während seines Rundgangs kritisch beurteilt hat, einmal selbst zu interpretieren, so sind sie gezwungen, sich über das, was sie beobachtet haben auszutauschen. Unter Rückgriff auf Vorkenntnisse müssen sie gemeinsam überlegen, welche Ergebnisse sich aus ihren Beobachtungen ableiten lassen. Die Lehrkraft hat jetzt die Möglichkeit zu beurteilen, inwieweit die Schülerinnen und Schüler in der Lage sind, etwa vorhandene gedankliche Modelle anzuwenden und ihre Beobachtungen damit zu interpretieren. Sie kann moderierend eingreifen, wenn Anstöße nötig sind. Eher als im fragend-entwickelnden Unterrichtsgespräch gibt es die Möglichkeit einzuschätzen, ob verstanden wurde, mit welchem Ziel ein Versuch durchgeführt worden ist, warum der entsprechende Versuch durchgeführt wurde, ob den Lernenden die Ausgangsfrage wirklich klar war und welche Verständnisprobleme eventuell noch existieren.

Neben strukturierten Gesprächen in Gruppen können hier auch individuelle Verschriftlichungen treten, die ausgetauscht oder auch von der Lehrkraft kritisch gesichtet werden können.

Hospitationen und kollegiale Beratung

Ein Modellversuch, der unter der Prämisse antritt, einen Prozess an Schulen in Gang zu setzen, der sich dauerhaft auch über den Zeitraum des Modellversuchs hinaus fortsetzt, muss an den jeweiligen schuleigenen Gegebenheiten eines Kollegiums ansetzen und gewissermaßen aus diesem heraus wachsen. Von außen können zwar Anstöße kommen, und die schulübergreifende Kooperation kann durch eine sinnvolle Koordination gefördert werden. Die unmittelbare Arbeit in der Praxis muss jedoch in Zusammenarbeit der Kolleginnen und Kollegen an den Schulen vor Ort geschehen. Kern der Arbeit an den

Schulen bilden daher Hospitationen und kollegiale Beratung zwischen Lehrerinnen und Lehrern der naturwissenschaftlichen Fächer.

Immer noch bestehen aus vielerlei Gründen z.T. tiefe Vorbehalte gegenüber Hospitationen. Vorerfahrungen aus der Zeit des Referendariats oder Besuche im Zusammenhang mit der Besetzung von Funktionsstellen haben ein Bild von Unterrichtsbesuchen festgeschrieben, welches Hospitationen gleichsetzt mit Überprüfung und Bewertung. Damit werden Chancen vertan, in einen Prozess kollegialer Zusammenarbeit zu kommen, der eng am Unterricht und am Handeln von Lehrerinnen und Lehrern ansetzt.

Im Unterschied zu jenen von außen auferlegten Unterrichtsbesuchen sollen kollegiale Hospitationen gemeinsame Fragen, Ziele entwickeln helfen und zu einer Verbreiterung des methodischen Repertoires durch Lernen voneinander beitragen. Aufgeworfene Fragen, gestellt aus der Perspektive des Unterrichtenden oder der des Beobachters, können Ausgangspunkte für Veränderungsprozesse bilden. Tatsächlich werden, sind erst die Barrieren überwunden, solche Besuche und das anschließende gemeinsame Gespräch als konstruktiv, teilweise sogar als befreiend empfunden. Oft werden sehr schnell Punkte berührt, die dem Unterrichtenden länger schon ein Problem waren und die sich jetzt einer Lösung zuführen lassen.

Dieses Verfahren garantiert auch, dass der Veränderungsprozess nicht zur Übernahme eines irgendwie verordneten Musterverlaufs wird: Weiterentwicklung kann nur bei der konkreten Person und ihren eigenen Bedingungen ansetzen, die Außenperspektive ergänzt lediglich die eigene Wahrnehmung.

Ein oft geäußertes Einwand gegen Hospitationen ist, sie ließen sich im Unterrichtsalltag organisatorisch nicht durchführen. Schon die Stundentafel verhindere, dass zwei Kolleginnen oder Kollegen gemeinsam eine Stunde in einer Klasse verbringen könnten.

Um diesem Problem abzuwehren, erstellte eine Schule im Set des Modellversuchs für das Schuljahr 1998/99 einen doppelten Hospitationsplan. Der obere Teil weist aus, wann die naturwissenschaftlichen Stunden der am Modellversuch beteiligten Lehrkräfte stattfinden, darunter ist aufgeführt, wann jemand eine Spring- oder Freistunde hat. Ein

Hospitationsplan dieser Art veranschaulicht, was prinzipiell an Hospitationskombinationen möglich ist.

In der Praxis sieht die kollegiale Zusammenarbeit von Kolleginnen und Kollegen im Zusammenhang mit regelmäßigen Arbeitstreffen und wechselseitigen Hospitationen etwa folgendermaßen aus: Zwei Kolleginnen / Kollegen aus einem Schulset haben sich entschlossen über einen bestimmten Zeitraum zusammenzuarbeiten.

- In gemeinsamen Treffen verständigen sie sich über bestimmte Zielvorstellungen, die ihrem jeweiligen Unterricht (Unterrichtssequenz) zu Grunde liegen soll.
- Sie vereinbaren wechselseitige Hospitationen in Stunden, die gewissermaßen eine Schlüsselstellung in einer Unterrichtssequenz einnehmen, d.h. in Stunden, in denen innovative Elemente zum Tragen kommen.
- Sie überlegen - jede/-r für sich - an welchen Stellen im Unterricht sie die von ihnen festgelegten Ziele umgesetzt sehen und formulieren hierzu Fragen zur Beobachtung.
- Die/der hospitierende Kollegin/Kollege beobachtet den Unterricht vor dem Hintergrund der gemeinsam herausgestellten Ziele und auf der Grundlage der von der/den Kollegin/Kollegen formulierten "Beobachtungsaufträge".
- Ausgehend von den Beobachtungen der/des Kollegin/Kollegen erörtern sie gemeinsam, inwieweit die festgelegten Ziele umgesetzt wurden und eingelöst werden konnten.

Insgesamt entstehen auf diese Weise nach und nach zu unterschiedlichen Schwerpunkten eine Vielzahl von Analysen innovativer Elemente innerhalb des naturwissenschaftlichen Unterricht an einer Schule

Fachtagungen / Tagungen des Schulsets

So wichtig die Arbeit an den jeweiligen Schulen ist, so notwendig ist darüber hinaus der Austausch innerhalb des Schulsets. Zu diesem Zweck finden halbjährlich drei Fachtagungen statt, an denen sich jeweils nur die Kolleginnen und Kollegen der einzelnen Fächer treffen und des Weiteren Tagungen des Schulsets, an denen alle am Modellversuch beteiligten Kolleginnen und Kollegen teilnehmen.

Die Fachtagungen dienen dem Austausch im kleinen Kreis. Im Mittelpunkt stehen jeweils Themen, die als besonders diskussionswürdig erachtet werden. So wurde auf der ersten Fachtagung Biologie am Beispiel der Zelle der Frage nach Modellen und Begriffsbildung im Biologieunterricht nachgegangen. Die Fachtagungen Chemie und Physik widmeten sich der Frage nach einer verstärkten sachbezogenen Kommunikation zwischen den Schülerinnen und Schülern. Auftakt der Fachtagungen, die rotierend an den Modellversuchsschulen stattfinden, bilden Hospitationen. Auf diese Weise ist Gewähr leistet, dass die Arbeit auf den Tagungen eng an der Unterrichtspraxis orientiert ist.

Tagungen des Schulsets dienen der gemeinsamen Auswertung und Planung längerfristiger Vorhaben. Nach wie vor steht im Zentrum der schulübergreifenden Zusammenarbeit die Frage nach geeigneten Formen einer Evaluation des Modellversuchs in Hessen. Darüber hinaus findet auf Tagungen im Schulset aber auch Lehrerfortbildung statt, die sich auf übergeordnete unterrichtsmethodische Themen bezieht. Im Mai 1999 wurden dazu Udo Klinger und Mitarbeiter (Rheinland-Pfalz) eingeladen, die uns auf einem zweitägigen Workshop eine Vielzahl von unterrichtsmethodischen Herangehensweisen aufzeigten, die dargestellt und praktisch erprobt wurden.

Generell dienen Tagungen des Modellversuchs, ob fachorientiert oder allgemein, einem interessanten und wichtigen Erfahrungsaustausch zwischen den für Hessen typischen Schulformen. Ein Erfahrungsaustausch, der in dieser Form an anderer Stelle auch möglich ist und stattfindet. Diese gegenseitige Wahrnehmung ist aber unerlässlich für eine produktive Zusammenarbeit, werden hierbei doch schuleigene Stärken und Schwächen erkennbar, die im Sinne einer konstruktiven gemeinsamen Arbeit zwischen Schulen die Chance bieten, für sich und gemeinsam für alle neue Wege aufzuzeigen.

Diese Wege in kollegialer Zusammenarbeit an Schulen und in Schulverbänden zu gehen und Erfahrungen auszutauschen und weiterzugeben, ist das vorrangige Ziel im Schulset des BLK-Modellversuchs Naturwissenschaften in Hessen.

Hospitationsplan

In diesem Plan werden die Stunden der Kolleginnen und Kollegen in den naturwissenschaftlichen Fächern eingetragen.

Std	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
1					
2	Peters Biologie Kl. 8		Müller Biologie Kl. 7		Meyer Biologie Kl 10
3				Pfeiffer Physik Kl. 8	
4		Schmidt Chemie Kl 9			

Freistunden / Hospitationsmöglichkeiten:

Freistunden / Hospitationsmöglichkeiten

Std	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
1					
2	Meyer		Schmidt		Peters
3				Müller	
4		Pfeiffer			

Bei dieser Konstellation ergeben sich folgende Möglichkeiten für Hospitationen:

- Die Physiklehrerin Frau Pfeiffer kann am Dienstag in der 4. Stunde bei Frau Schmidt in der Klasse 9 im Fach Chemie hospitieren.
- Im Gegenzug kann Frau Schmidt am Mittwoch in der 2. Stunde bei Herrn Müller im Fach Biologie der 7. Klasse hospitieren.
- Herr Müller kann wiederum am Donnerstag bei Frau Pfeiffer in der Klasse 8 im Fach Physik hospitieren.
- Herr Meyer und Herr Peters bilden ein Team und arbeiten eng am Biologieunterricht orientiert. Sie besuchen sich am Montag und Freitag in ihrem Unterricht in den Jahrgängen 8 und 10.

Wichtige Adressen im Internet:

<http://www.uni-kassel.de/fb19/chemdid/bkl/index.htm>

<http://modellversuch-mathematik.he.schule.de/mvhessen.htm>

<http://www.bildung.hessen.de>

<http://www.mpib-berlin.mpg.de>

<http://www.ipn.uni-kiel.de>

<http://blk.mat.uni-bayreuth.de/blk>

<http://wwwcsteep.bc.edu/timss>

Literatur

Baumert, J. u.a.: TIMSS - Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Deskriptive Befunde. Opladen: Leske u. Budrich, 1997

Baumert, J.: Leistungsvergleich ist keine "Schulleistungsolympiade". Der Verfasser über die dritte internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie (TIMSS).
In: Profil, (1997) 11, S. 16-25

Baumert, J.: Es macht keinen Sinn, einzelne Länder zu vergleichen
In: Frankfurter Rundschau, Nr. 133 12. Juni 1998

Baumert, J., Bos, W. & Watermann, R.: TIMSS/III. Schülerleistungen in Mathematik und den Naturwissenschaften am Ende der Sekundarstufe II im internationalen Vergleich. Zusammenfassung deskriptiver Ergebnisse.
Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung (Studien und Berichte 64), 1998

Blum, W.; Neubrand, M. (Hrsg.): TIMSS und der Mathematikunterricht
Schroedel: Hannover 1998

Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (BLK): Gutachten zur Vorbereitung des Programms "Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts". Heft 60 der Materialien zur Bildungsplanung und Forschungsförderung. Bonn: BLK, 1997

Kahl, R.: "Respekt vor Zickzack und Irrwegen"
In: E&W, 1/1998. S. 21-22

Klieme, E. Knotl, S & Schümer, G.: Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I in Deutschland, Japan und den USA. Multimedia CD-Dokumentation zur TIMSS-Videostudie. Berlin: MPI für Bildungsforschung, 1998

Kerstan, T.: "Mathe schockt"
In: Die Zeit, 5. März 1998, S. 35

Kraus, J.: "Stellungnahme zur Dritten Internationalen Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie (TIMSS)." *In: Die Bayerische Realschule*, 42 (1997) 7-8, S. 21-24

Lehrke, M.: "Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts" *In: IPN-Blätter*, August 2/1998, S. 1-3

Lehrke, M.: "Neues aus TIMSS"
In: IPN-Blätter, Dezember 3-4/1998, S. 11

mathematik lehren 90: TIMSS - Anstöße für den Mathematikunterricht.
Themenheft. Friedrich: Velber 1998

Moser, U. & Ramseier, E.: Schule auf dem Prüfstand.
Zürich / Chur, Verlag Rüegger, 1997

"Schlechte Noten für Deutschland. Bildungsforschung."
In: DUZ : Das unabhängige Hochschulmagazin, 53 (1997) 5, S. 8

Schaeffer, G., Hass, H. & Regina, M.: "TIMSS - und kein Ende!"
in: MNU 52/2 1999, S. 68-73

Wiegand, B.: "Einige Ergebnisse der Third International Mathematics and Science Study (TIMSS) in Bezug auf Mathematik."
In: MNU 50/7 (1997) S. 433-437.

HERAUSGEBER

Prof. Dr. Werner Blum, Siegrid Fey, Elfriede Huber-Söllner, Dr. Lutz Stäudel

Modellversuch Mathematik Hessen im BLK Programm "Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts"

Hessisches Landesinstitut für Pädagogik - HeLP

Redaktionelle Bearbeitung und Gestaltung: Walter Zoubek

Druck: Hausdruckerei des Hessischen Landesinstituts für Pädagogik, Fuldataal