

Mathe mangelhaft*

Renate I. Mreschar

Die Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie TIMSS ist primär dadurch bekannt geworden, dass sie deutschen Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich nur mittelmäßige Leistungen in Mathematik und in den Naturwissenschaften bescheinigt. Darüber hinaus stellt TIMSS auch eine breite Informationsbasis zur Abschätzung der Effizienz des deutschen Schulwesens im Sekundarbereich dar. Die Studie gilt als eine für die deutsche Bildungsforschung wegweisende Untersuchung über die Erträge unseres allgemeinbildenden Schulwesens.

Die mehrbenenanalytische Anlage der Studie erlaubt eine systematische Prüfung der Abhängigkeit individueller Schulleistungen von Personmerkmalen („Individualebene“), Klassen- und Unterrichtsvariablen („Klassenebene“) und schulorganisatorischen Parametern („Schulebene“). Ein solcher Untersuchungsansatz mag in der empirischen Bildungsforschung als Selbstverständlichkeit erscheinen, doch vor TIMSS gab es keine vergleichbaren Studien für die Bundesrepublik Deutschland. Dies ist vielleicht der Grund dafür, dass mit Veröffentlichung der TIMSS-Ergebnisse Bildungsthemen verstärkt Eingang in die öffentliche Diskussion gefunden haben und der Fachunterricht selbst als Kernaufgabe der Schule ins Zentrum des Interesses gerückt ist.

Kennzeichnend für TIMSS ist, dass sich die Forscher bei ihrer Auswahl von Indikatoren für die Effektivität unseres Bildungssystems keineswegs auf Fachleistungen beschränkt haben. Vielmehr wurden die Erträge institutionalisierter Bildungsprozesse für eine Vielzahl von Zielvariablen untersucht. Neben den Fachleistungen spielen die Fähigkeit, Wissen und Können im Alltag zu nutzen, ebenso eine Rolle wie die Entwicklung der Schüler im emotionalen, motivationalen, metakognitiven und sozialen Bereich.

*) Die Abdruckgenehmigung für den Artikel wurde freundlicherweise vom Referat für Presse- und Öffentlichkeitsarbeit der Max-Planck-Gesellschaft e. V. zur Verfügung gestellt. Der Artikel wurde der „MaxPlankForschung“, Wissenschaftsmagazin der Max-Planck-Gesellschaft, Heft 1/2001 entnommen.

Basierend auf einem solchen multikriterialen Untersuchungsparadigma versucht die TIMS-Studie unter anderem, die folgenden Fragen zu beantworten:

Vermittelt die Schule „Träges Wissen“?

Inwieweit werden in ausgewählten Alters- oder Jahrgangsstufen Fachleistungen erreicht, wie man sie anhand der Vorgaben in den entsprechenden Lehrplänen der Sekundarstufen 1 und 11 erwarten sollte?

Versetzt die Schule ihre Schülerinnen und Schüler im Mathematik und Naturwissenschaftsunterricht in die Lage, im Alltag auftretende mathematische und naturwissenschaftliche Probleme zu erkennen und zu lösen? Oder handelt es sich bei schulisch erworbenen Kenntnissen eher um „träges Wissen“, dessen Anwendbarkeit im Alltagskontext gar nicht erkannt wird?

Gelingt es im Fachunterricht, den konstruktiven Charakter naturwissenschaftlicher Theorien und Modelle zu vermitteln? Können also Schüler am Ende der gymnasialen Oberstufe über die konstruktive Natur der wissenschaftlichen Erkenntnisse reflektieren und ein Verständnis dafür entwickeln, wie Erkenntnisse in der Mathematik und in den Naturwissenschaften überhaupt gewonnen werden? Verfügen Schulabgänger also jenseits naiv-positivistischer Anschauungen über ein erkenntnistheoretisches Verständnis, wie es heute im Allgemeinen in den Wissenschaften akzeptiert wird?

Motiviert die Schule die Jugendlichen ausreichend, so dass sie mit Lernfreude und Interesse, insbesondere an den selbst gewählten Fächern, ihren Schultag beginnen?

Gelingt es Gymnasien, durch organisatorische Maßnahmen wie zum Beispiel das Kurswahlsystem, die Forderungen nach breitem Allgemeinwissen mit dem Wunsch nach fachspezifischer Exzellenz in Teilbereichen zu verbinden?

Aufgrund der Befunde aus TIMSS stellt die Forschungsgruppe um Professor Jürgen Baumert am Berliner Max-Planck-Institut für Bildungsforschung der Schule in mehreren Bereichen ein mangelhaftes Zeugnis aus. Für die Beantwortung der ersten Frage nach den mathematisch-naturwissenschaftlichen Kenntnissen, wie sie die Lehrpläne der Bundesländer vorgeben, eignet sich nach Mei-

nung der Forscher besonders gut jene Untersuchungskomponente in TIMSS/III, die sich mit den voruniversitären Mathematik- und Physikleistungen deutscher Schüler am Ende der gymnasialen Oberstufe auseinandersetzt. Die beiden Tests zur „voruniversitären“ Mathematik und Physik enthielten viele Aufgaben, die sich sehr eng am Lehrplan der gymnasialen Oberstufe orientierten. Andere Aufgaben thematisierten Stoffgebiete der Mittelstufe. Hinzu kamen Fragen, welche die Fähigkeit testeten, mithilfe mathematischen oder physikalischen Fachwissens alltagsnahe Probleme zu lösen.

Eng am Lehrplan orientiert

Im internationalen Vergleich zeigte sich, dass die relativen Stärken deutscher Schülerinnen und Schüler in der Tat bei solchen Aufgaben liegen, deren Inhalte und Anforderungen sich eng an den Lehrplänen orientieren. Die größten Schwierigkeiten hatten deutsche Schüler beim Transfer schulischen Wissens auf Alltagsprobleme, besonders im Bereich der Physik, wo eine Überwindung so genannter Fehlvorstellungen (*misconceptions*) verlangt wird. Je enger sich also die Aufgaben an den konkreten Inhalten des Fachunterrichts orientieren, desto besser sind die Leistungen deutscher Schüler; je stärker sich dagegen die Aufgaben auf alltagsnahe Situationen beziehen, desto größer sind die Probleme.

Diese spezifischen Defizite in der Anwendung schulischen Wissens zeigen sich noch deutlicher im Bereich der mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundbildung, wie sie in einer zweiten Untersuchungskomponente von TIMSS/111 zum Tragen kamen. In einer für die Bundesrepublik Deutschland repräsentativen Stichprobe von Schülerinnen und Schülern am Ende der Pflichtschulzeit wurden Aufgaben aus der Mathematik und den Naturwissenschaften gestellt, deren curriculare Grundlage zwar die Lehrpläne der Sekundarstufe 1 (in den meisten Bundesländern von der 5. bis zur 10. Jahrgangsstufe) waren, die aber in erster Linie wiederum einen Transfer Schulwissen – Alltag erforderten. Das Testdesign basierte hier auf der angelsächsischen Literacy-Konzeption, nach der die sichere Beherrschung von Muttersprache, Mathematik und Naturwissenschaften eine Bedingung für eine verständige und verantwortungsvolle Teilnahme am beruflichen und gesellschaftlichen Leben ist.

Auf eine hinreichende mathematische Grundbildung (*mathematical literacy*) deutet hin:

- „ die sichere Anwendung mathematischer Kenntnisse auf inner- und außermathematische Aufgabenstellungen;
- „ die Fähigkeit, sich über mathematische Zusammenhänge zu verständigen;

Was ist TIMSS?

Die „Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie“ (Third International Mathematics and Science Study - TIMSS) ist eine internationale vergleichende Schulleistungsuntersuchung, die von der International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) vorgenommen wurde. Die IEA ist eine Forschungsorganisation, der Wissenschaftler und Regierungseinrichtungen der Mitgliedsstaaten angehören. TIMSS steht in einer fast 40-jährigen Tradition internationaler Schulleistungsvergleiche, die in weltweiten Forschungskoperationen durchgeführt wurden. Mit TIMSS wurden 15 Jahre nach den letzten IEA-Studien wieder verlässliche Daten zu den Leistungen von mehr als einer halben Million Schüler aus rund 15.000 Schulen in 46 Ländern ermittelt und Hintergrundinformationen über den Unterricht, die Lehrer, die Schulen sowie Aspekte der außerschulischen Lebensumwelt der Schülerinnen und Schüler gewonnen.

Mit TIMSS werden zum ersten Mal gleichzeitig die Mathematik- und Naturwissenschaftsleistungen von Schlüsseljahrgängen in der Grundschule (Population 1), in der Sekundarstufe 1 (Population 11) und Sekundarstufe 11 (Population 111) untersucht, wobei Deutschland sich lediglich an der Untersuchung der Populationen 11 und III beteiligt hat.

Die Ergebnisse der Population 11 (7. und 8. Jahrgangsstufe) sind unter dem Titel „TIMSS. Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich“, hrsg. von Jürgen Baumert, Rainer H. Lehmann u.a., im Leske + Budrich Verlag, Opladen, 1997, erschienen. In der Population 111 wurde die mathematisch-naturwissenschaftliche Grundbildung der nachwachsenden Generation am Ende der Pflichtschulzeit untersucht. In Deutschland sind dies Schülerinnen und Schüler im letzten Jahr der gymnasialen Oberstufe oder im Abschlussjahr der beruflichen Erstausbildung. Weiterhin wurden die voruniversitären Leistungen in Mathematik und Physik am Ende der gymnasialen Oberstufe erhoben. Es beteiligten sich 24, vorwiegend europäische Länder. Darüber hinaus nahmen Australien, Kanada, Neuseeland und die USA teil, weiterhin Israel und Südafrika.

Die gesamten Ergebnisse sind in zwei Bänden unter dem Titel „TIMSS/ 111. Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie. Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn“, hrsg. von Jürgen Baumert, Wilfried Bos und Rainer Lehmann, im Leske + Budrich Verlag, Opladen, 2000, erschienen.

- „ die Vertrautheit mit grundlegenden Konzepten der Schulmathematik.

Ein zufriedenstellendes Niveau naturwissenschaftlicher Grundbildung (scientific literacy) ist unter anderem charakterisiert durch:

- „ die Vertrautheit mit der natürlichen Welt und die Kenntnis ihrer Verschiedenheit und Einheit;
- „ ein Verständnis zentraler naturwissenschaftlicher Konzepte und Prinzipien;
- „ die Kenntnis des Zusammenhangs zwischen Naturwissenschaften, Mathematik und Technik;
- „ ein Verständnis der Grundzüge naturwissenschaftlichen Denkens;
- „ die sichere Anwendung naturwissenschaftlichen Wissens auf Sachverhalte des individuellen und sozialen Lernens.

Entsprechend diesem Literacy-Konzept erfragen die Aufgaben im TIMSS-Grundbildungstest zentrale Konzepte und deren Anwendung im Rahmen des selbstständigen mathematischen und naturwissenschaftlichen Problemlösens und Kommunizierens. Die Aufgaben (siehe S. 8 und S. 9) zeigen Beispiele aus der Biologie und Mathematik.

Um das Niveau mathematisch-naturwissenschaftlicher Grundbildung deutscher Schülerinnen und Schüler am Ende der Pflichtschulzeit feststellen zu können, haben die Forscher am MPI für Bildungsforschung systematisch analysiert, welche Aufgaben welche kognitiven Operationen von den Testteilnehmern erfordern. Auf diese Weise konnten unterschiedliche Kompetenz- beziehungsweise Fähigkeitsstufen identifiziert werden. Für die naturwissenschaftliche Grundbildung ergaben sich vier solcher Kompetenzstufen.

Auf der niedrigsten Stufe (naturwissenschaftliches Alltagswissen) befinden sich Schülerinnen und Schüler, die nur solche Aufgaben sicher lösen können, deren erfolgreiche Bearbeitung nicht vom systematischen Wissenserwerb in der Schule abhängt. 14 Prozent der untersuchten Personen in Deutschland kommen nicht über dieses Niveau.

Auf der zweiten Kompetenzstufe (Fähigkeit, alltagsnahe Phänomene in einfacher Weise zu erklären) stehen Schülerinnen und Schüler, die in der Lage sind, einfache Erklärungen für Alltagsphänomene abzugeben (Wie bekommt man eine Grippe? Was bedeuten die Ringe im Querschnitt eines Baumstamms? Wie funktioniert eine Balkenwaage?). Rund 37 Prozent der untersuchten Personen verbleiben auf diesem Fähigkeitsniveau.

Auf der dritten Kompetenzstufe (Anwendung elementarer naturwissenschaftlicher Modellvorstellungen) müssen im Unterricht erworbene Konzepte systematisch auf alltagsnahe Aufgaben angewendet werden, um diese erfolg-

reich zu lösen. Die Aufgabe A 12 (Kasten) wird auf diesem Niveau mit hinreichender Sicherheit gelöst. Insgesamt 37 Prozent der deutschen Schülerinnen und Schüler erreichen immerhin dieses Niveau.

Höchstes Niveau wird selten erreicht

Auf der höchsten Kompetenzstufe müssen schließlich naturwissenschaftliche Fachkenntnisse angewandt und in eine eigenständige Argumentation eingebracht werden. Dieses Niveau erreichen in Deutschland lediglich 13 Prozent der getesteten Schülerinnen und Schüler. Im Vergleich zu europäischen Nachbarstaaten wie den Niederlanden (30 Prozent), Norwegen (27) und der Schweiz (22) erreichen deutsche TIMSS-Teilnehmer deutlich seltener diese höchste Stufe naturwissenschaftlicher Grundbildung. Dasselbe gilt nach Auskunft der Max-Planck-Forscher für die mathematische Grundbildung, für die sich ähnliche Kompetenzstufen definieren ließen mit analogen Befunden im Vergleich mit europäischen Nachbarländern. Bemerkenswert an den Befunden sei nicht nur das schlechte Abschneiden der deutschen Schüler im internationalen Vergleich, sondern auch der Eindruck, dass sie in vielen Fällen überhaupt nicht erkennen, dass sie über das zur Aufgabenlösung nötige mathematische oder naturwissenschaftliche Wissen eigentlich verfügen müssten. Sie können ihr so genanntes „träges Wissen“ nicht nutzen.

Im Rahmen des angelsächsischen Literacy-Konzepts zeichnet sich eine gute mathematisch-naturwissenschaftliche Grundbildung auch dadurch aus, dass der konstruktive Charakter naturwissenschaftlicher Theorien und Modelle erkannt und die Prinzipien wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung vertraut sind. Inwieweit deutsche Schülerinnen und Schüler über derartige erkenntnistheoretische Grundlagen am Ende der Pflichtschulzeit verfügen, wurde in TIMSS mit Fragebögen zu epistemologischen Überzeugungen in Mathematik und Physik erfasst. Die Befunde sind eher ernüchternd. So verlassen deutsche Schülerinnen und Schüler die Schule mit einem naiven ontologischen Weltbild und glauben, Physik und Mathematik seien nur dafür da, die Dinge an sich, die „draußen in der Welt“ existieren, aufzuspüren und in dauerhaft gültige Gesetze zu fassen.

Kaum Verständnis für Theorien

Der Schule gelingt es offenbar nicht, den Jugendlichen zu vermitteln, dass wissenschaftliche Theorien als Konstruktionen und Hypothesen zu verstehen sind und nicht von dauerhafter Gültigkeit sein müssen. Daran haben – in der Physik - auch die Leistungskurse nichts ändern können. Von der Mathematik glauben die Schülerinnen und Schüler, dass sie aus einem fertigen Satz von Regeln be-

Die Bedeutung mathematisch-naturwissenschaftlicher Grundbildung

Die Beherrschung der Muttersprache in Wort und Schrift sowie ein hinreichend sicherer Umgang mit mathematischen Symbolen und Modellen gehören zum Kernbestand kultureller Literalität („Ausdrucksfähigkeit“). Sprachliche und numerische Kompetenzen repräsentieren grundlegende Formen des kommunikativen Umgangs mit der Welt. Die Muttersprache stellt das hauptsächlichste Werkzeug zur Aneignung der eigenen Kultur dar, die Mathematik repräsentiert eine Kunstsprache, die in unterschiedlicher Form zu einem selbstverständlichen Kommunikationsmittel in vielen Berufen und wissenschaftlichen Disziplinen geworden ist. Schwerwiegende Defizite in der Beherrschung dieser Werkzeuge gefährden in hoch industrialisierten und technologisierten Gesellschaften die Teilnahme an zentralen gesellschaftlichen Entwicklungen und steilen Risikofaktoren im Hinblick auf eine gelingende Berufs- und Lebensperspektive dar. Ohne diese grundlegenden Kompetenzen können im Extremfall nicht einmal die Einrichtungen des Wohlfahrtsstaates in Anspruch genommen werden. Ein hinreichendes Niveau individueller Literalität, auch oder gerade mathematischer Literalität (mathematical literacy) breiter Bevölkerungsschichten sollte demnach ein zentrales pädagogisches Ziel darstellen. Das Konzept der naturwissenschaftlichen Grundbildung oder Literalität (scientific literacy), dessen Ursprünge in der anglo-amerikanischen Diskussion liegen, folgt einem ganz ähnlichen Gedankengang. In einer naturwissenschaftlich und technologisch dominierten Welt erhält ein naturwissenschaftliches Basiswissen die Bedeutung eines grundlegenden Kulturwerkzeugs, dessen Beherrschung die Voraussetzung für eine verständige und verantwortungsvolle Teilnahme am gesellschaftlichen Leben ist.

stehe, die man nur noch in der richtigen Weise anwenden müsse. Ihr mathematisches Weltbild wird von der schematisch-algorithmischen Richtung des Fachs bestimmt. Die große Mehrheit der befragten Oberstufenschüler stimmt Aussagen zu wie: „Mathematik ist Behalten und Anwenden von Definitionen, Formeln, mathematischen Fakten und Verfahren“ oder „Mathematik betreiben heißt: allgemeine Gesetze und Verfahren auf spezielle Aufgaben anwenden“. Dass auch mathematische Sätze bedingt und konstruiert sein können, habe der Unterricht ihnen nicht vermitteln können, meinen die Wissenschaftler.

Den Schülerinnen und Schülern ist die relativistische Position, die den konstruktiven und prozessualen Charakter von Mathematik betont und deren Weiterentwick-

lung von Kreativität und Imagination abhängt, nicht vertraut. Allerdings ist wenigstens die instrumentelle Bedeutung der Mathematik für Wirtschaft oder Technik fast jedem Gymnasiasten bewusst.

Einen möglichen Hinweis auf Ursachen der Defizite in den Leistungen und epistemologischen Vorstellungen geben die in TIMSS erhobenen Angaben der Schüler zum praktizierten Mathematik- und Physikunterricht. Er wird als wenig verständnisorientiert und sehr stark rezeptiv beschrieben. Der Lehrer demonstriert das Experiment, die Schüler schreiben mit und werten nur begrenzt selbst aus. Mathematische Modelle werden vorgestellt, geübt und wiederholt, ohne dass eigeninitiiertes Experimentieren der Schüler stattfindet, wie man sich das im naturwissenschaftlichen Unterricht eigentlich wünschen würde.

Naives Weltbild von Naturwissenschaft

Der Physikunterricht ist vornehmlich Demonstrationsunterricht. Der Nachteil der gelenkten Experimente liegt darin, dass sie den Thesenraum auf eine einzige plausible Hypothese reduzieren, also sehr auf das „richtige Ergebnis“ orientiert sind. „Und dahinter steckt eben genau dieses naive Weltbild von Naturwissenschaft. Ich schau einfach hin, führe Messungen durch und sehe dann schon, welche Gesetzmäßigkeiten gelten“, sagt Eckhard Klieme aus der TIMSS-Forschergruppe. An den Testleistungen der deutschen Schülerinnen und Schüler lässt sich ablesen, dass sie im internationalen Vergleich mit physikalischen Größengleichungen relativ gut, mit qualitativen Konzepten und Anwendungen jedoch relativ schlecht umgehen können.

Auch der Mathematikunterricht besteht nach den Angaben der Schüler darin, dem Lehrer oder der Lehrerin dabei zuzusehen, wie ein mathematischer Gedankengang entwickelt wird. Was an der Tafel steht, wird ins Schulheft übertragen, dann werden Regeln und Verfahren memoriert. „Dieses Vormachen, Nachmachen und Einüben erreicht viele Schüler nicht“, sagt Jürgen Baumert, Direktor am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung und Leiter der deutschen TIMS-Studie.

Bedenklich ist nach Ansicht der Forscher auch, dass die mathematischen und naturwissenschaftlichen Grundkurse in der Praxis zumeist „kognitiv abgeschwächte“ Leistungskurse ohne eigenes inhaltliches Profil sind, obwohl die Lehrpläne dieses in der richtigen Richtung vorgeben. Statt mit Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung Mathematik als Werkzeug zu vermitteln, betreiben sie anspruchsvolle Mathematik als Wissenschaft, mit Differenzial- und Integralrechnungen als Schwerpunkt. Die Forscher vermuten, dass dies teilweise an der „schiefen Altersverteilung“ in der Lehrerschaft liegt. Noch überwiegen die älteren Lehrer, die anwendungsorientierte Gebie-

te der Mathematik in ihrer Ausbildung nie gelernt haben. Am erfolgreichsten scheint die Schule im motivationalen Bereich zu sein, wobei dies vor allem für das Gymnasium gilt. Die Ergebnisse geben hier ein gänzlich anderes Bild, als es oft in stereotypen Vorstellungen über eine von Konkurrenz geprägte, unmenschliche, entfremdende Lehr- und Lernanstalt gezeichnet wird. Die überwiegende Mehrheit der Befragten sagt, dass sie gern aufs Gymnasium gingen, sich in der Lernumgebung wohl fühlten und nicht unter Leistungsdruck litten. Letzteren betrachten sie eher als Herausforderung. Zudem blicken sie optimistisch in die Zukunft, fühlen sich sozial akzeptiert und sind zuversichtlich, anstehende Aufgaben erfolgreich zu bewältigen. „Für die Behauptung, dass gerade das Gymnasium mit seiner Selektivität und seiner Betonung des Wettbewerbscharakters auch in Leistungssituationen sehr große Kosten auf Seiten der Jugendlichen hat, gibt es in dieser Studie keine Hinweise“, sagt Olaf Köller, Mitglied der Forschergruppe.

Lehrer wecken zu wenig Interesse

Wenn Gymnasiasten gern zur Schule gehen, dann nicht nur – wie oft unterstellt –, um Gleichaltrige zu treffen, sondern auch aus fachlichem Interesse. Dies zeigen die Daten zum Fachwahlverhalten. Gewählt werden nicht in erster Linie jene Fächer, in denen man die besten Noten und die geringsten Anforderungen erwartet. Gewählt werden Mathematik und Deutsch, Englisch und, in den Naturwissenschaften, Biologie. Dass sich so wenige für Physik oder Chemie entscheiden, erklären die TIMSS-Forscher damit, dass es den Lehrern in der Mittelstufe, also in der Zeit, bevor man die Leistungsfächer wählen muss, nicht gelingt, hierfür Interesse zu wecken.

Neben dem rein wissenschaftlichen Wert der TIMS-Studie haben ihre Befunde natürlich auch politische Implikationen, die in der Öffentlichkeit bereits intensiv diskutiert wurden. Die TIMSS-Ergebnisse räumen teilweise mit bildungspolitischen Vorurteilen auf: Die Meinung, dass die Öffnung der Gymnasien für breitere Jahrgangsteile und die Steigerung der Abiturientenzahlen zu einem generellen Sinken des Anspruchsniveaus und damit einer Beeinträchtigung möglicher Spitzenleistungen führen, scheint nicht zuzutreffen. Die TIMS-Studie zeigt auf, dass Länder mit sehr hohen Abiturientenzahlen wie Schweden und Norwegen bei den Leistungsvergleichen in Mathematik und Physik sogar deutlich besser abschnitten als Deutschland mit seiner im Vergleich nach wie vor geringen Abiturientenquote. In Schweden mit seinem Gesamtschulsystem wechseln nach der zehnten Klasse 70,6 Prozent der Schüler zur gymnasialen Oberstufe, in Norwegen sind dies sogar mehr als 80 Prozent. Beide Länder belegen im Leistungsvergleich Spitzenplätze. In den USA streben 65 Prozent die Studienberechtigung an, in Frankreich fast 75 Prozent – in Deutschland dagegen nur 25 Prozent (ohne Fachoberschulen).

Die Berliner Bildungsforscher zeigten, dass in Ländern mit höherer Bildungsbeteiligung nicht nur das durchschnittliche Niveau, sondern gerade die Spitzenleistungen – die Leistungen der „besten fünf Prozent“ – steigen. „Die Öffnung der Bildungswege zum Abitur hilft diesen Staaten, eine exzellente Spitze heranzubilden“, sagt Baumert.

Auch das gängige Vorurteil, Schüler würden sich mit „einfachen“ Fächern wie Erdkunde, Sport oder Religion zum Abitur mogeln, und die vielfach geäußerte Kritik am Fehlen eines verbindlichen Kanons der Allgemeinbildung als

BEISPIEL EINER AUFGABE ZUR MATHEMATISCHEN GRUNDBILDUNG

A12. Diese beiden Anzeigen sind in einer Zeitung in einem Land erschienen, in dem die Währungseinheit zeds ist.

GEBÄUDE A
Büroräume zu vermieten
85-95 Quadratmeter
475 zeds pro Monat
100-120 Quadratmeter
800 zeds pro Monat

GEBÄUDE B
Büroräume zu vermieten
35-260 Quadratmeter
90 zeds pro Quadratmeter
pro Jahr

Eine Firma ist daran interessiert, ein 110 Quadratmeter großes Büro in diesem Land für ein Jahr zu mieten. In welchem Bürogebäude, A oder B, sollte sie das Büro mieten, um den niedrigeren Preis zu bekommen? Wie rechnen Sie?

IEA, Third International Mathematics and Science Study. ©TIMSS/III-Germany

Folge der differenzierten Oberstufe werden durch TIMSS widerlegt.

Als Gewinner der Oberstufe sieht man die Fächer Englisch, Deutsch, Mathematik und Biologie, die am häufigsten als Leistungskurse gewählt werden; auf nur sieben Fächer entfallen laut TIMSS 65 Prozent aller Leistungskombinationen. Kaum ein anderes europäisches Land, so betonen die Wissenschaftler, könne eine solche Standardisierung vorweisen.

Der internationale Vergleich zeigt weiterhin, dass die schulische Organisationsstruktur und die mathematisch-naturwissenschaftlichen Leistungsergebnisse praktisch nicht korrelieren. Ob ein Schulsystem zentral oder dezentral verwaltet wird, ob es sich um eine Ganz- oder um eine Halbtagsschule handelt, ob es gegliedert oder integriert organisiert ist, hat offenbar für seine Erträge keine Bedeutung. Klieme dazu: „Wir wissen heute allgemein aus

DIE STICHPROBE

In Deutschland wurden im Rahmen von TIMSS/111 5345 Schüler getestet. Sie verteilen sich auf zwei Gruppen:

„ GRUPPE 1 untersucht die mathematisch-naturwissenschaftliche Grundbildung aller Personen, die sich am Ende der Pflichtschulzeit befinden. Es sind dies die Schülerinnen und Schüler sowohl der gymnasialen Oberstufe als auch der beruflichen Schulen am Ende ihrer schulischen oder beruflichen Erstausbildung.

„ GRUPPE 2 untersucht die Fachleistungen im voruniversitären Mathematik- und Physikunterricht. In Deutschland sind dies die Teilnehmer der Grund- und Leistungskurse in Physik und Mathematik am Ende der gymnasialen Oberstufe. In beiden Fällen handelt es sich also nicht um eine definierte Altersgruppe. Die Untersuchungsgruppe ist vielmehr institutionell gesetzt.

der Schulwirkungsforschung, dass nicht die Schulstruktur oder das Schulklima entscheidend sind, wenn es um Resultate und Leistung geht. Es ist vielmehr der Unterricht selbst; die Qualifikation der Lehrer, die Art, wie sie Unterricht machen, die Nutzung der Lernzeit.“

Politik bemüht sich um besseren Unterricht

Schulleistungsstudien wie TIMSS haben den Anspruch, ein Monitoring des Bildungssystems zu betreiben, indem die Erträge schulischer Bildung ohne ein vorgegebenes

Modell zu ihrer Optimierung empirisch untersucht werden. Der Optimierungsprozess muss vielmehr eine Konsequenz der Schulleistungsstudien sein, sofern diese spezifische Defizite aufzeigen. TIMSS hat in der Tat einen solchen Optimierungsprozess eingeleitet. Auf politischer Ebene hat man bereits begonnen, sich für Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung in der Schule einzusetzen. Die Bund-Länder-Kommission hat ein Forschungsprogramm zur Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts auf den Weg gebracht, die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) ein neues Schwerpunktprogramm zur Steigerung der Qualität von Schule und Unterricht eingerichtet.

Auch bei der Aus- und Weiterbildung von Lehrern haben die Fragestellungen und Ergebnisse von TIMSS starken Widerhall gefunden. „Viele unserer Befunde sind den Fachdidaktikern bekannt“, sagt Baumert. Und an didaktischen Modellen fehle es nicht. „Es gibt aber eine erhebliche Diskrepanz zwischen fachdidaktischem Wissen und der Integration in das Wissen und Handeln von Lehrern, die es in Zukunft zu bewältigen gilt.“

BEISPIEL EINER AUFGABE ZUR NATURWISSENSCHAFTLICHEN GRUNDBILDUNG

A6. Wird eine Tier- oder Pflanzenart in ein Gebiet eingeführt, wo sie vorher nie gelebt hat, verursacht dies oft Probleme, indem ihre Vermehrung außer Kontrolle gerät und bestehende Arten verdrängt. Eine Möglichkeit die eingeführte Art zu bekämpfen, ist sie zu vergiften. Dies ist möglicherweise aber nicht praktikabel, kann sehr hohe Kosten verursachen oder schwerwiegende Gefahren in sich bergen. Eine andere Methode, *biologische Kontrolle* genannt, schließt den Einsatz lebender Organismen (mit Ausnahme der Menschen) ein, um die wuchernde Art unter Kontrolle zu bringen.

- Nennen Sie ein aktuelles Beispiel einer biologischen Kontrolle.
- Beschreiben Sie ein schwerwiegendes Problem, welches als Folge der Durchführung einer biologischen Kontrolle auftreten könnte.

EA. Third International Mathematics and Science Study.
©TIMSS/III-Germany