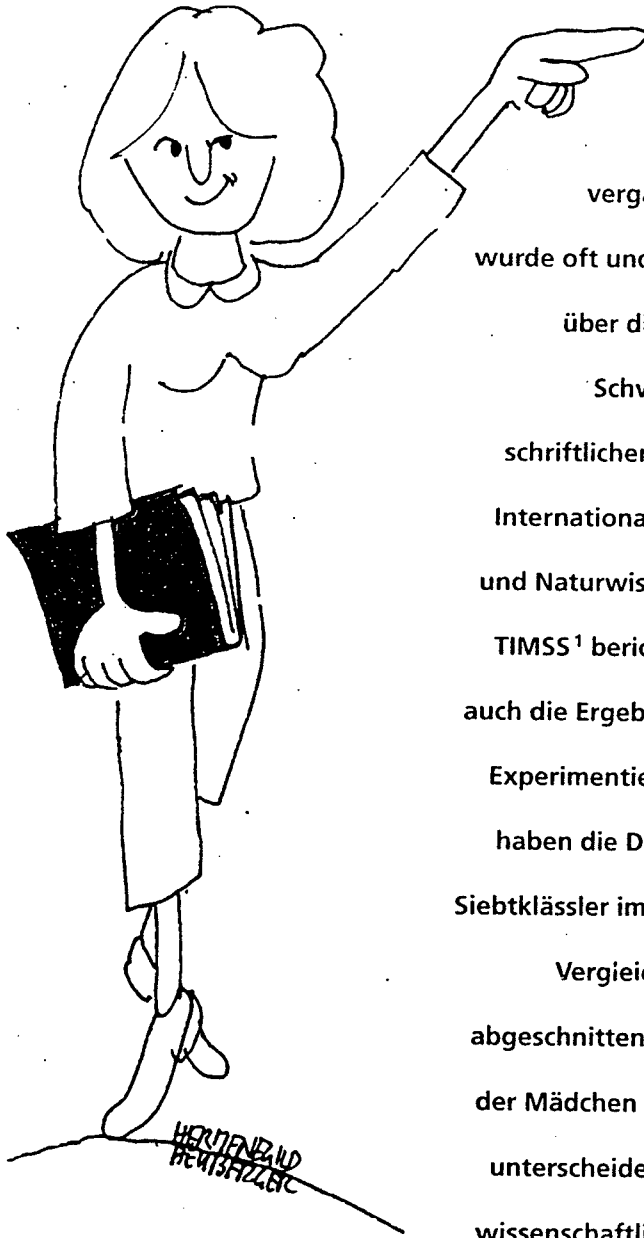


# Spitzenleistungen der Schweizer Siebtklässler



In den vergangenen Wochen wurde oft und widersprüchlich über die Leistungen der Schweizer Schüler im schriftlichen Test der Dritten Internationalen Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie TIMSS<sup>1</sup> berichtet. Nun liegen auch die Ergebnisse des TIMSS-Experimentiertests vor. Darin haben die Deutschschweizer Siebtklässler im internationalen Vergleich hervorragend abgeschnitten. Die Leistungen der Mädchen und der Knaben unterscheiden sich nicht. Die wissenschaftliche Leitung des Experimentiertests haben die Autoren dieses Beitrages inne.<sup>2</sup>

... im TIMSS-Experimentiertest

Rita Stebler, Kurt Reusser und Erich Ramseier

## Was ist TIMSS?

TIMSS ist das Kürzel für Third International Mathematics and Science Study. In dieser, auf der Sekundarstufe I und II<sup>3</sup> durchgeführten Untersuchung wurden weltweit die Mathematik- und Naturwissenschaftsleistungen sowie deren Rahmenbedingungen verglichen. Auf der Sekundarstufe I bestand die TIMSS-Erhebung aus einem schriftlichen Leistungstest, an dem sich 41 Länder beteiligten, und einem Experimentiertest, der in 21 Ländern durchgeführt wurde. Die Auswertung des schriftlichen Leistungstests liegt als Buch vor<sup>4</sup>. Über die Ergebnisse des Experimentiertests wird hier erstmals berichtet.

## Der TIMSS-Experimentiertest

Experimentiertest ist die freie Übersetzung des englischen Fachbegriffs «Performance Assessment». Er wurde in TIMSS für jenen Testteil verwendet, bei dem die Schülerinnen und Schüler durch praktisches Handeln, Beobachten und Nachdenken mathematische und naturwissenschaftliche Probleme lösen mussten. Der Test bestand aus 12 anspruchsvollen und interessanten Anwendungsaufgaben (Beispiele; vgl. Kasten) mit insgesamt 68 Teilfragen. Er wurde als Werkstatt bzw. Circuit durchgeführt. Die Schülerinnen und Schüler mussten an den jeweiligen Posten kleine Experimente planen und durchführen, Ergebnisse protokollieren, Trends aus den Daten herauslesen und Schlussfolgerungen ziehen. Sie wurden mit schriftlichen Anweisungen und Fragen durch die

Schweizer Lehrerinnen- und Lehrerzeitung SLZ, 10/97, S. 18-21

Experimente geleitet. Weil Experimentiertests sehr aufwendig und teuer sind, wurde pro Land nur eine Teilmenge jener Schülerinnen und Schüler einbezogen, die am schriftlichen TIMSS-Leistungstest teilgenommen hatten. In der Deutschschweiz waren es 396 Jugendliche aus 44 Klassen des siebten Schuljahres.

### Eine verstehensorientierte Form der Leistungsmessung

Im Zuge von TIMSS wurden in unseren Schulen erstmals in grösserem Stil Experimentieraufgaben zur Leistungsmessung eingesetzt. Dieses aktuelle, verstehensorientierte Prüfungsformat stammt aus den USA. Dort besteht gegenwärtig ein reges öffentliches und wissenschaftliches Interesse an neuen Formen der Leistungsmessung.

Es entspringt einem tiefen Unbehagen gegenüber der eigenen, langjährigen Testpraxis. In den USA unterziehen sich jedes Jahr viele Schülerinnen und Schüler obligatorischen Schulleistungstests. Dabei werden hauptsächlich Aufgaben mit Auswahl- (multiple choice) oder Kurzantworten eingesetzt. Mit solchen Aufgaben können Schulleistungen zwar ökonomisch erfasst werden. Es besteht jedoch die Gefahr, dass sie vorwiegend jene Inhalte abdecken, die sich leicht in solche Testfragen umformen, unter Zeitdruck abrufen und zweifelsfrei beurteilen lassen. Lange Zeit wurde nicht erkannt, dass solche Prüfungsaufgaben unerwünschte Wirkungen auf die schulischen Lehr-Lern-Kulturen haben können.

Um bei den staatlichen Leistungsvergleichen gut abzuschneiden und Lohneinbussen zu vermeiden, richten viele Lehrpersonen ihren Unterricht inhaltlich und didaktisch auf die dort eingesetzten Prüfungsaufgaben aus. Sie vermitteln ihren Schülerinnen und Schülern ein umfassendes Faktenwissen, das sich im Schulleistungstest zwar auszahlt, in Alltag und Beruf aber wenig taugt. Gründliches Verstehen, vernetztes Denken, kreatives Problemlösen und kompetente Selbststeuerung bleiben in testorientierten Lehr-Lern-Kulturen häufig auf der Strecke. Damit sind grundlegende Bildungsziele gefährdet. Durch den

Einbezug weiterer Aufgabentypen, wie beispielsweise Experimentieraufgaben, in die Schulleistungstests, will man in den USA versuchen, die Unterrichtsgestaltung und die Lern- und Denkprozesse der Schülerinnen und Schüler stärker in Richtung gründliches Verstehen zu lenken.

Experimentieraufgaben sind auch im Hinblick auf eine verlässlichere Leistungsbeurteilung von Interesse. Es ist seit längerem bekannt, dass man mit schriftlichen Aufgaben allein nicht umfassend beurteilen kann, wie gut mathematische und naturwissenschaftliche Sachzusammenhänge verstanden werden. Manche Schülerinnen und Schüler, darunter nicht zuletzt jene, die über eine gute praktische Intelligenz verfügen, können beim Lösen von Anwendungsaufgaben oftmals besser zeigen, wie gut sie mathematische und naturwissenschaftliche Grundbegriffe verarbeitet haben. Der bei TIMSS eingesetzte Experimentiertest soll die Aussagekraft der Untersuchungsergebnisse erhöhen.

### Spitzenergebnisse

Wie die Tabelle zeigt, haben die Deutschschweizer Siebtklässler im TIMSS-Experimentiertest sowohl in der Mathematik als auch in den Naturwissenschaften ausgezeichnet abgeschnitten. Deutlich höhere Testwerte erzielten nur die Achtklässler aus Singapur. Die Leistungen der Knaben und der Mädchen unterschieden sich nicht.

Besonders erfreulich ist, dass die Deutschschweizer Jugendlichen dieses Spitzenresultat erreichten, obschon sie zum Testzeitpunkt ein Schuljahr weniger hinter sich hatten als Gleichaltrige anderer Länder. Es ist sehr wichtig zu beachten, dass in Experimentiertests weltweit die 14-Jährigen (und nicht die Siebtklässler) getestet wurden. Wegen des vergleichsweise späten Einschulungstermins sind Jugendliche dieses Alters in der Deutschschweiz und in Skandinavien im siebten Schuljahr, in allen anderen Ländern im achten oder neunten.

Bei vertiefenden Auswertungen wurden ausgewählte Teilaufgaben nach den erforderlichen Denkleistungen gruppiert. In Mathematik wurde zwischen Routineverfahren (12 Teilaufgaben) und Problemlösen (7 Teilauf-

gaben) unterschieden. Alle Länder einschliesslich der Deutschschweiz erzielten bei den Routineverfahren höhere Testwerte als beim Problemlösen. Der Unterschied zwischen den Schülern aus Singapur und der Deutschschweiz ist bei den Routineverfahren (80% vs. 76% richtig) etwas grösser als beim Problemlösen (62% vs. 60% richtig).

In den Naturwissenschaften wurden drei Teilbereiche unterschieden: Erfor-



suchen (16 Teilaufgaben), Routineverfahren (7 Teilaufgaben) sowie Problemlösen und Fachwissen anwenden (12 Items). Die höchsten Werte hatten die Deutschschweizer Siebtklässler beim Erforschen, die zweithöchsten bei den Routineverfahren und die tiefsten beim Problemlösen und Fachwissen anwenden. Auch hier ist der Unterschied zu den Achtklässlern aus Singapur bei den Routineverfahren am grössten (75% vs. 63% richtig). Beim Erforschen (74% vs. 70% richtig) und beim Problemlösen und Fachwissen anwenden (59% vs. 55% richtig) sind die Testergebnisse der beiden Schülergruppen ähnlicher.

Aus diesen Ergebnissen lässt sich vorsichtig schliessen, dass die Achtklässler aus Singapur die Deutschschweizer Siebtklässler im Experimentiertest unter anderem deshalb überrundet haben, weil sie ein Schuljahr länger Zeit hatten, sich Routineverfahren anzueignen. Umgekehrt kann man sagen, dass die Deutschschweizer Siebtklässler beim Problemlösen und beim Erforschen trotz des fehlenden Schuljahres gut mithalten können.

Bei den naturwissenschaftlichen Fachbegriffen haben unsere Siebtklässler u. a. darum niedrigere Testwerte erzielt als beim Erforschen und bei den Routineverfahren, weil nur wenige wussten,

## TIMSS-Experimentiertest:

## Prozentsatz der richtigen Lösungen in Mathematik und Naturwissenschaften

Land	Schuljahr	Alter	Mathematik	Naturwissenschaften
Singapur	8	14,5	70	72
Schweiz	7	14,1	66	65
Schweden	7	13,9	65	63
Schottland	9	13,7	61	64
Norwegen	7	13,9	65	58
Tschechien	8	14,4	62	60
Kanada	8	14,1	62	59
Neuseeland	8,5-9,5	14,0	62	58
Spanien	8	14,7	52	56
Iran	8	14,6	54	50
Portugal	8	14,6	48	47
Zypern	8	13,8	44	49
Australien	8 oder 9	14,3	66	63
England	9	14,0	64	71
Niederlande	8	14,3	62	58
USA	8	14,2	54	55
Kolumbien	8	15,8	37	42
Rumänien	8	14,6	66	57
Slowenien	8	14,7	64	58
<b>Internationaler Durchschnitt</b>			<b>59</b>	<b>58</b>

Anmerkungen. Quelle: IEA Third International Mathematics and Science Study (TIMSS), 1994-95. Die Standardfehler wurden weggelassen. Die Länder unter dem Doppelstrich haben bei der Auswahl der Schüler die Vorgaben von TIMSS nicht erfüllt. Ihre Stichprobe ist kein genaues Abbild der Schülerschaft des Landes. Hongkong und Israel wurden wegen ungeeigneter Stichproben aus dem internationalen Vergleich ausgeschieden.

- dass der Puls bei körperlicher Anstrengung deshalb steigt, weil die Muskeln mehr Sauerstoff brauchen und diese Zufuhr durch die Erhöhung des Herzminutenvolumens erreicht wird (27% richtig) (siehe auch Kasten Seite 21),
- dass Tabletten sich in heissem Wasser schneller auflösen, weil hier die Molekularbewegungen «heftiger» sind als in kaltem Wasser (11% richtig),
- dass der Plus- und der Minuspol der Batterien in einer Taschenlampe verbunden sein müssen, weil der Stromkreis dann geschlossen ist (41% richtig).

Bei den Routineverfahren haben unsere Schüler vor allem bei den grafischen Darstellungen (Tabelle, Balkendiagramm) Punkte verloren.

### Experimentiertests UND schriftliche Leistungstests

In der Mathematik stimmen die Ergebnisse des Experimentiertests

gut mit jenen des schriftlichen Leistungstests überein. In den Naturwissenschaften gibt es zwei wesentliche Unterschiede: (1) Unsere Siebtklässler haben im Experimentiertest besser abgeschnitten als im schriftlichen Leistungstest. (2) Im Experimentiertest zeigen sich zudem keine geschlechtsspezifischen Leistungsunterschiede. Diese Aussagen wollen wir im folgenden erläutern.

### Warum im Experimentiertest bessere Leistungen?

Wir erklären diesen Unterschied hauptsächlich damit, dass der Experimentiertest in verschiedener Hinsicht besser auf die Lehr-Lern-Kultur in unseren Schulen abgestimmt war als Teile des schriftlichen Leistungstests. Im naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe I sind das Erforschen, Verstehen und Beschreiben von Phänomenen aus der Lebenswelt der Jugendlichen zentrale Anliegen geworden. Dieser

Erfahrungs-, Anwendungs- und Handlungsbezug zeigt sich in den neueren Lehrmitteln und den ihnen zugrundeliegenden Lehrplänen.

«Die Schülerinnen und Schüler kennen ihre natürliche Umwelt aus unmittelbarem Erleben und Beobachten. Sie sammeln und ordnen Objekte und Fakten aus Natur, Experimenten und anderen Quellen. ... Aufgrund der Auseinandersetzung mit der Natur und der vom Menschen veränderten Umwelt sind sie in der Lage, wesentliche Erscheinungen mit klaren Begriffen zu benennen. Dieses grundlegende Orientierungswissen hilft ihnen, an der Diskussion über aktuelle Probleme teilzunehmen. Zudem ermöglicht es ihnen den Einstieg in wissenschaftliches Denken.»

Lehrplan für die Volksschule des Kantons Zürich, 1991, S. 29.

Der Erwerb abstrakter Konzepte und Fachausdrücke wird bei uns auf dieser Schulstufe noch nicht als so wichtig erachtet. Diese Vorgabe der Lehrpläne wurde den Schweizer Jugendlichen im schriftlichen Test offenbar «zum Verhängnis». Sie verloren vor allem bei jenen Aufgaben Punkte, die Fachbegriffe oder Fachausdrücke verlangten. Wir wollen das an einigen Beispielen aufzeigen. Um die Funktion des Chlorophylls zu beschreiben, muss man das Fremdwort kennen. Aus den Wörtern Zelle, Molekül und Atom kann man nur dann einen sinnvollen Satz bilden, wenn man das ihnen zugrundeliegende Beziehungsnetz durchschaut. Warum die Besatzungen aus zwei Raumschiffen sich nicht durch Rufen verständigen können, wird erst klar, wenn man weiss, dass Schallwellen sich nur in einem Medium ausbreiten und dieses im Weltraum fehlt. Im schriftlichen Test mussten wiederholt solche Fachbegriffe erklärt werden. Im Experimentiertest war der Zugang ein anderer. Hier führte der Weg vom Erkunden des Phänomens über das Verstehen des Sachzusammenhangs zum Begriff, der notfalls auch umgangssprachlich gefasst werden konnte. Wenn beispielsweise ein Schüler im Experimentiertest aus seinen Daten den Schluss zieht, dass der grüne Farbstoff in den Zellen

eines Blattes die Sonnenenergie bindet, erreicht er auch ohne den Fachausdruck Chlorophyll die volle Punktzahl. Diese Herangehensweise an naturwissenschaftliche Problemstellungen ist den Schülerinnen und Schülern aus dem Unterricht vertraut. Entsprechend gut sind ihre Leistungen im Experimentiertest.

### Warum keine geschlechtsspezifischen Leistungsunterschiede?

Im schriftlichen TIMSS-Test waren die Knaben wesentlich besser als die Mädchen. Diese geschlechtsspezifischen Leistungsunterschiede zeigten sich bei den Physik- und den Chemieaufgaben, nicht aber bei den Geographie-, Biologie- und Umweltaufgaben. Im Experimentiertest erbrachten die Mädchen und die Knaben in den Naturwissenschaften gleich gute Leistungen. Vermutlich hat dies etwas mit den Testaufgaben zu tun. Vor allem aus dem Bereich der Mathematik ist bekannt, dass bereits geringfügige Variationen der sprachlichen Oberfläche oder des beschriebenen Sachverhaltes zu geschlechtsspezifischen Leistungsunterschieden führen können. Um diese Vermutung zu prüfen, werden wir die Physik-

und Chemieaufgaben des schriftlichen Tests mit jenen des Experimentiertests vergleichen.

### Erste Schlussfolgerungen

1. Die Ergebnisse des Experimentiertests sollten uns darin bestärken, dass es wichtig ist, bei schulischen Leistungsmessungen mehr als eine Testmethode einzusetzen und die Prüfungsfragen gut auf die Lernziele abzustimmen. Nur so können Fachleistungen umfassend beurteilt und verlässliche Aussagen über die Qualität der naturwissenschaftlichen und mathematischen Allgemeinbildung gemacht werden.
2. Die ausgezeichneten Leistungen der Deutschschweizer Siebtklässler im Experimentiertest zeigen, dass wichtige Ziele der Lehrpläne erreicht werden. Viele Schülerinnen und Schüler verfügen über ein solides, flexibel anwendbares Sach- und Problemlösewissen. Zudem beherrschen sie die vermittelten Routineverfahren.
3. Der im Rahmen von TIMSS erstmals in einem internationalen Schulleistungstest eingesetzte Typ von anspruchsvollen Beobachtungs- und Experimentieraufga-

ben kann den Unterricht bereichern. Zudem leistet er einen wertvollen Beitrag zu einer umfassenden und anwendungsbezogenen Leistungsmessung. Die Entwicklung, der Einsatz und das Sammeln von Erfahrungen mit solchen Aufgaben in Lern- und Prüfungssituationen ist deshalb zu befürworten.

Wissenschaftliche und schulpraktische Veröffentlichungen zum Experimentiertest, einschliesslich der verwendeten Aufgaben, sind in Vorbereitung.

RITA STEBLER ist wissenschaftliche Mitarbeiterin im Nationalfondsprojekt «Schule, Leistung und Persönlichkeit» und Assistentin am Pädagogischen Institut der Universität Zürich

KURT REUSSER ist Professor für Pädagogik an der Universität Zürich

ERICH RAMSEIER ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Amt für Bildungsforschung des Kantons Bern

<sup>1</sup> Vgl. LCH aktuell Nr. 14/97

<sup>2</sup> Die vorliegende Untersuchung ist eingebettet in das Forschungsprojekt «Schule, Leistung und Persönlichkeit» und gehört zum Nationalen Forschungsprogramm 33. Sie wurde unterstützt vom Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung und von der Stiftung für wissenschaftliche Forschung an der Universität Zürich. An der Durchführung und Auswertung der Studie war neben dem Autorenteam auch Susanne Leibundgut massgeblich beteiligt. Studierende der Pädagogik an den Universitäten Zürich und Bern halfen bei der Erhebung, Kodierung und Eingabe der Daten. Diesen Personen, aber auch den Lehrkräften sowie den Schülerinnen und Schülern, die am Experimentiertest teilgenommen haben, möchten wir an dieser Stelle herzlich danken.

<sup>3</sup> Die Veröffentlichung dieser Daten steht noch aus.

<sup>4</sup> Moser, U., Ramseier, E., Keller, C., und Huber, M. (1997). Schule auf dem Prüfstand. Chur: Rüegger.

## Beispiele von Experimentieraufgaben

### Puls

Finde heraus, wie sich Dein Puls verändert, wenn Du 5 Minuten lang die Stufe auf- und absteigst.

Die Schülerinnen und Schüler müssen ihren Puls in regelmässigen Abständen messen, die Daten in Form einer Tabelle darstellen, die Ergebnisse beschreiben und anhand des Begriffs «Sauerstofftransport des Blutes» erklären.

### Tabletten

Untersuche, wie schnell sich Tabletten bei unterschiedlicher Wassertemperatur auflösen.

Die Schülerinnen und Schüler erhalten kaltes und heisses Wasser, mehrere Becher, Brausetabletten, ein Thermometer und eine Uhr mit Sekundenzeiger. Sie müssen ein Experiment planen, Messungen durchführen, die Daten in Form einer Tabelle darstellen, die Ergebnisse beschreiben und anhand des Begriffs «Molekularbewegungen» erklären.

### Verpackungen

Entwirf verschiedene Schachteln, in die genau 4 Tischtennisbälle passen. Die Schülerinnen und Schüler müssen drei Schachteln von verschiedener Form zeichnen, die je vier Tischtennisbälle enthalten. Dann müssen sie ihre räumlichen Skizzen in Faltpläne umsetzen. Schliesslich müssen sie einen dieser Faltpläne massstabgetreu herstellen.