

TIMSS in der Mittelstufe

Helmut Kühnelt

In diesem ersten einer Reihe von Beiträgen zu TIMSS und die Folgen soll auf die Anlage der TIMSS-Studie und ihre Aussagen über den naturwissenschaftlichen Unterricht in Österreich mit dem Schwerpunkt Mittelstufe eingegangen werden.

Die dritte internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie war die erste, an der Österreich teilgenommen hat. Ziel solcher Studien ist gewissermaßen ein Vergleich der Effizienz verschiedener Bildungssysteme gemessen an einheitlichen Testaufgaben. Die Studie "soll Entscheidungsträger, Bildungsbeauftragte, Forscher und Lehrer über Leistungen des Bildungssystems und über Rahmenbedingungen des Lernens informieren"[1, S.1].

Durchgeführt wurde sie von der IEA, International Association for the Evaluation of Educational Achievement, deren österreichischer Partner, DDr. Günther Haider, Erziehungswissenschaftler an der Universität Salzburg ist. DDr. Haider war mit Unterstützung durch das BMUKA für die Durchführung und Datenauswertung verantwortlich. Als nächste Studie folgt PISA im Frühling 2000. Mit zunehmender Abgabe von Verantwortung durch die Zentralstellen - Schlagwort Autonomisierung der Schulen - steigt das Interesse derselben Stellen zu erfahren, was in den Schulen geschieht und wie Standards eingehalten werden.

An TIMSS beteiligten sich 45 Länder. Im Herbst 1994 und im Mai-Juni 1995 wurden an ca. 15000 Schulen über 500000 Schüler getestet. Die umfangreichste Studie betraf die Klassenstufen 7 und 8, in Österreich wurden in diesen Klassen etwa 3700 Schülerinnen und Schüler erfaßt.

Vorangegangen war dem Test eine Erhebung über die Schullandschaft und die Lehrpläne der einzelnen Länder, so daß ein inhaltlich für alle beteiligten Länder akzeptabler Katalog von Testfragen entwickelt werden konnte. Gefordert waren dabei Relevanz für die jeweiligen Lehrpläne und Validität der Aufgaben (sie sollen verlässlichen Aufschluß liefern). Während zwar die Überdeckung des nationalen Lehrplans überprüft wird, sind die gestellten Aufgaben doch ein Spiegelbild der anglo-amerikanischen "Testkultur".

Nicht nur von der Zahl der betroffenen Schüler war TIMSS der komplexeste Test der letzten Zeit, durch die parallele Durchführung von 8 Untersuchungen lieferte er umfangreiches Datenmaterial, dessen beschreibende Auswertung leichter als die schlüssige Interpretation der Ergebnisse ist.

Durchgeführt wurden

- in Population I, Schulstufe 3 und 4, Tests zu Mathematik und Naturkunde
- in Population II, Schulstufe 7 und 8: Tests zu Mathematik, zu Naturwissenschaft (Physik, Chemie, Biologie, Erdwissenschaften, Umweltfragen); ein Experimentiertest und praktische Arbeit in Mathematik; eine Videostudie zum mathematischen Unterricht in der BRD, USA und Japan.
- in Population III, am Ende der sekundären Ausbildung: Tests zum mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundwissen; Tests zum Fachwissen aus Mathematik und Physik

Zusätzlich wurden mittels Fragebögen von Schülern, Lehrern und Direktoren Informationen über Einstellungen der Schüler, Ausbildung, Alter und Ansichten zum naturwissenschaftlichen Unterricht der Lehrer und einiges mehr erhoben.

Was wurde getestet?

Die Testbeispiele können einem zweidimensionalen Schema entnommen gedacht werden. Eine Dimension spannt sich von der Kenntnis von Einzelfakten ("Understandig simple information"), über Zusammenhangswissen zur Anwendung von Begriffen und der Lösung von Aufgaben, schließlich zur Planung eigener Untersuchungen (wissenschaftliches Arbeiten). Die andere Dimension bilden die Fähigkeiten, die von der Anwendung lebenspraktischen Wissens, der Anwendung alltagsbezogener naturwissenschaftlicher Konzepte zur Kenntnis fachlicher Inhalte auf Schulniveau und zum Verständnis der Begriffe der Schulphysik reichen.

Die meisten Aufgaben waren im Multiple-choice-Format, etwa 25% erforderten eine verbale Beantwortung. Die 135 naturwissenschaftlichen Testfragen wurden so auf acht unterschiedliche Testhefte verteilt, daß ein gemeinsamer Kern von allen Probanden bearbeitet werden sollte, die weiteren Aufgaben waren so breit gestreut, daß ein Überblick über Schülerleistungen möglich werden sollte. Für die Bearbeitung des Naturwissenschaftstests wie auch des Mathematiktests von jeweils etwa 35 Aufgaben standen je 45 Minuten zur Verfügung.

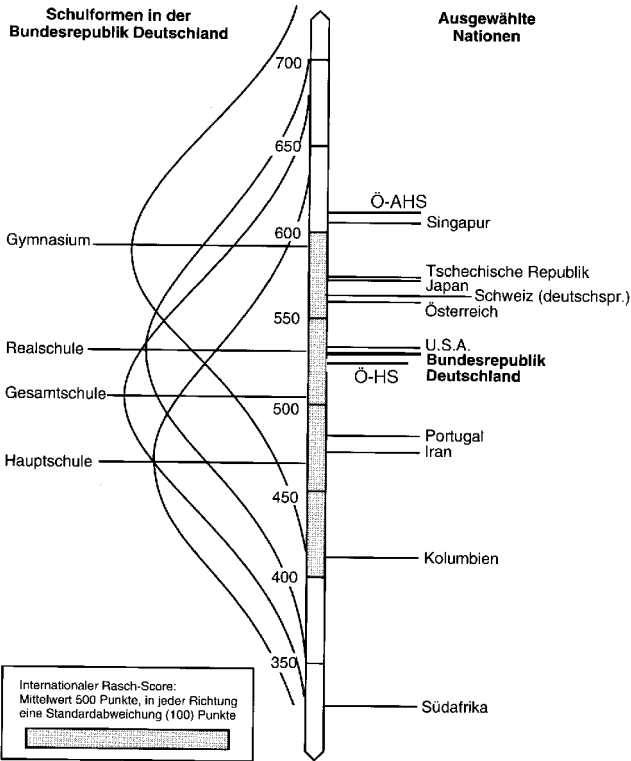
Die erreichten Punkte wurden so umskaliert, daß über alle Probanden einer Population und aller Länder gemittelt die mittlere Leistung 500 Punkte beträgt mit einer Streuung von 100 Punkten - eine Gauß-Verteilung wird hier angenommen.

Testerfolg

Selbst wenn immer wieder - auch von IEA - auf die Sinnlosigkeit einer Länderreihung hingewiesen wird, sie wird von IEA publiziert und Länderunterschiede werden eingehend diskutiert. Sowohl im Mathematiktest, als auch im Naturwissenschaftstest der Population II schnitten die österreichischen Schüler gut ab und fanden sich unter den ersten zehn von 41 Ländern mit Singapur als Spitzenreiter.

Im Detailergebnis fällt auf, daß die AHS-Unterstufe ein signifikant besseres Ergebnis bringt als die Hauptschule, doch auch deren mittlere Leistung entspricht dem internationalen Mittelwert. Weiters fällt das etwas schlechtere Abschneiden der Mädchen auf, das in verschieden starkem Ausmaß in allen beteiligten Ländern zu beobachten ist. Ein Vergleich von Schultypen oder Bundesländern ist nach DDr. Haider nicht möglich, doch liegen die Leistungen in den Großstädten unter dem Durchschnitt.

Wegen des guten Abschneidens im internationalen Vergleich (Zitat Kronenzeitung: "Unsere Schüler gehören zu den Besten") gab es in Österreich keine besonderen Reaktionen auf



IEA. Third International Mathematics and Science Study.

TIMSS-Leistungen Naturwissenschaften für die 8. Schulstufe im internationalen Vergleich (adaptiert aus Baumert J. u.a.: TIMSS - Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich, Opladen 1997)

die Pop II-Ergebnisse. Entsprechend sind in Österreich weder die Resultate noch die Aufgaben und die in sie geflossenen Überlegungen einigermaßen bekannt.

Hingegen war in der BRD Feuer am Dache, da die mittleren Leistungen Journalisten und Politiker enttäuschten und die Analysen der Ergebnisse von einem Rückstand deutscher Schüler gegenüber ihren Nachbarn von einem Schuljahr sprachen. Als Reaktion darauf wurde ein Bund-Länder-Modellversuch zur Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts gestartet, auf den weiter unten noch eingegangen werden soll.

Konstruktion der Testaufgaben

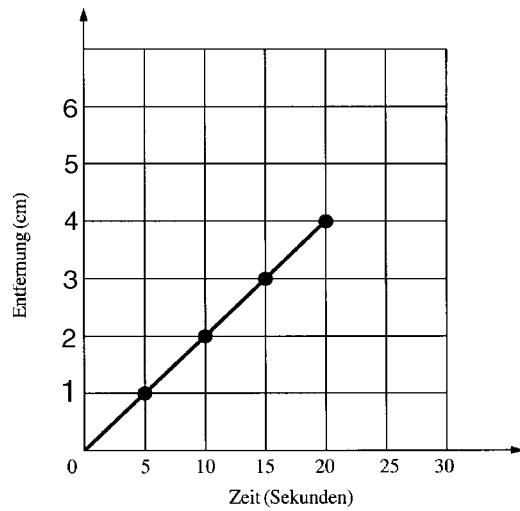
Einen einheitlichen Test zu konstruieren, der für alle beteiligten Länder den Lehrstoff zu über 90% abdeckt (für Schulstufe 7 natürlich weniger), kulturell neutral ist und die verschiedenen Stufen der Stoffbeherrschung und der Fähigkeiten testet, ist keine kleine Aufgabe.

Es ist daher interessant zu sehen, wie der international gesehene gemeinsame Nenner naturwissenschaftlicher Grundbildung aussieht, wie solche Tests gestaltet sind und welche Fähigkeiten sie tatsächlich abtesten, schließlich, wo Stärken und Schwächen der österreichischen Schüler liegen - auch wenn schon wieder fünf Jahre vergangen sind und schon die zweite Lehrplanreform erfolgte.

Exemplarisch sollen fünf Physikaufgaben mit steigender Schwierigkeit besprochen werden, die Leistungen der Schulstufen 7 und 8 im internationalen Schnitt, in Österreich, BRD und Schweiz sind in der Tabelle zusammengefaßt.

P1. Weg-Zeit-Diagramm

Das Schaubild zeigt die Fortbewegung einer Ameise, die sich entlang einer geraden Linie bewegt. Welche Strecke wird die Ameise nach Ablauf von 30 Sekunden zurückgelegt haben, wenn sie sich weiterhin mit der gleichen Geschwindigkeit fortbewegt?

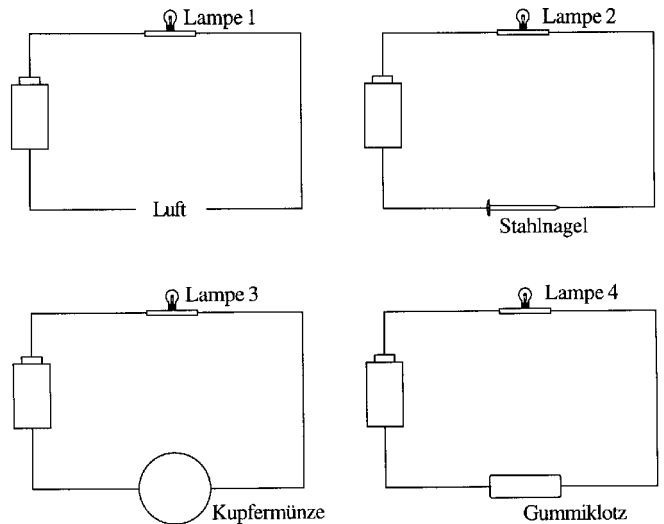


A: 5 cm, B: 6 cm, C: 20 cm, D: 30 cm.

K13. Lampe im Stromkreis

Die folgenden Abbildungen zeigen jeweils eine Taschenlampenbatterie und eine Glühlampe, die über Drähte mit verschiedenen Stoffen verbunden sind.

Welche Glühlampen werden aufleuchten?



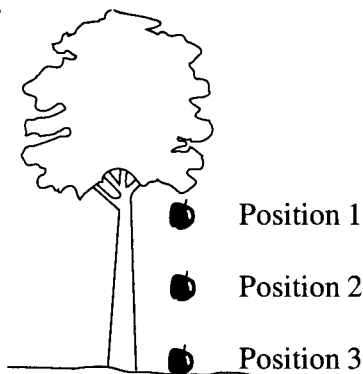
L7. Schallausbreitung im Weltraum

Die Besatzungen zweier Schiffe am Meer können sich durch lautes Rufen verständigen. Weshalb ist dies den Besatzungen zweier Raumschiffe bei gleichem Abstand voneinander im Weltraum nicht möglich?

- A. Der Schall wird im Weltraum stärker reflektiert.
- B. Der Druck im Inneren der Raumschiffe ist zu groß.
- C. Die Raumschiffe bewegen sich schneller als der Schall.
- D. Es gibt keine Luft im Weltraum, in der sich der Schall fortbewegen kann.

K17. Fallender Apfel

Das Bild zeigt einen zu Boden fallenden Apfel. In welcher/welchen Position/en wirkt Schwerkraft auf den Apfel?



L4. Effizienz von Maschinen

Die Maschinen A und B reinigen Bodenflächen. Die Tabelle zeigt, welche Fläche in 1 Stunde gereinigt wird und wieviel Benzin dabei verbraucht wird.

	In 1 Stunde gereinigte Fläche	In 1 Stunde verbrauchtes Benzin
Maschine A	2 Hektar	$\frac{3}{4}$ Liter
Maschine B	1 Hektar	$\frac{1}{2}$ Liter

Welche Maschine nutzt die im Benzin enthaltene Energie am besten aus? Erläutere Deine Antwort.

P2. Taschenlampe beleuchtet die Wand

Eine Taschenlampe nahe vor einer Wand beleuchtet einen kleinen Lichtkreis verglichen mit dem Lichtkreis, den sie erzeugt, wenn sie weit von der Wand entfernt ist. Erreicht mehr Licht die Wand, wenn die Taschenlampe weiter weggehalten wird?

JA/NEIN

Begründe Deine Antwort.

Aufgabe	Schwierigkeit	Schulstufe	Internat.	A	D	CH
P1	358	7	78%	78%	79%	83%
		8	83%	87%	84%	90%
K13	429	7	69%	84%	78%	67%
		8	78%	91%	83%	77%
L7	473	7	67%	76%	78%	77%
		8	70%	80%	74%	76%
K17	571	7	49%	51%	46%	42%
		8	55%	61%	55%	53%
L4	688	7	29%	54%	37%	33%
		8	36%	62%	42%	50%
P2	770	7	18%	9%	16%	11%
		8	23%	11%	22%	11%

Der Schwierigkeitsindex leitet sich aus der Gaußverteilung ab.

Kurzkommentar

Ohne Kenntnis der häufigsten Fehler kann kaum auf die Güte der richtigen Antwort geschlossen werden. Die Schwierigkeit, sinnvolle Alternativen in Multiple Choice-Fragen zu formulieren, ist in P1 evident, doch scheint sich im Ergebnis ein relativ sicherer Umgang mit einfachen Diagrammen zu zeigen. Das überdurchschnittliche Ergebnis zur Effizienz von Maschinen ist wohl eher dem Mathematikunterricht gut zu schreiben, während die geometrische Optik (P2) ein Stiefkind des Unterrichts zu sein scheint. Ob in L7 wirklich getestet wird, daß Schallausbreitung eines Mediums bedarf?

Es soll nicht verschwiegen werden, daß sich auch physikalisch problematische Aufgaben finden. Etwa die folgende: "Einige Schüler haben die Stromstärke im Stromkreis gemessen. Die

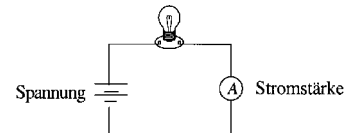


Tabelle gibt einige Ergebnisse wieder. Vervollständige die Tabelle.

Spannung (Volt)	Stromstärke (mA)
1,5	10
3	20
6	

Diese Aufgabe wurde neben anderen von Hagemester [2] zu recht heftig kritisiert, da die Gültigkeit des Ohmschen fälschlicherweise postuliert wird. Es wird eher die Extrapolation einer linearen Funktion als ein physikalischer Zusammenhang getestet.

Kommentare zu weiteren Aufgaben finden sich im Artikel von R. Duit [3] im Themenheft TIMSS von Unterricht Physik.

Chemietest

Auch hier schnitten österreichische Schüler überdurchschnittlich gut ab. Sie kennen die Wirkungsweise von CO₂-Feuerlöschern und den Begriff Ion überdurchschnittlich gut, versagen aber bei der Aufgabe, im Lückentext ("... bestehen aus, die aus zusammengesetzt sind.") die vorgegebenen Wörter Moleküle, Atome, Zellen passend einzusetzen.

Experimentiertest

Der Experimentiertest wurde in Mitteleuropa nur in der Schweiz durchgeführt. Da in ihm wesentlich mehr Fähigkeiten angesprochen werden und er dadurch als Beispiel abgestufter Leistungsbewertung dienen kann, sei ein Beispiel daraus kurz vorgestellt. Weitere Beispiele hat Labudde [4] diskutiert.

Versuch Schatten (gekürzte Formulierung):

Material: Leuchte, quadratische Karteikarte (5 cm), Schirm, Metermaß, Lineal.

Aufgabe: Änderung der Schattengröße bei Bewegung der Karte bestimmen.

A. Halte die Karte fest und entferne/nähere die Leuchte.

- (1) Wie ändert sich die Schattengröße?
- (2) Warum ist der Schatten stets größer als die Karte?

(3) Finde anschließend wenigstens 3 Positionen von Leuchte und Karte, so daß der Schatten doppelt so breit ist wie die Karte.

B. Führe eine systematische Untersuchung durch, um schließlich eine Regel aufzustellen.

(4) Beschreibe Deine Untersuchung.

(5) Stelle Deine Ergebnisse möglichst klar vor.

(6) Welche allgemeinen Schlüsse kannst Du aus dem Ergebnis ziehen. Versuche eine Regel zu formulieren, die angibt, wann der Schatten doppelt so breit ist wie die Karte.

Während Teilaufgabe (1) noch von 75% gelöst wurde, erwies sich bereits (2) als schwierig (33%) und die Formulierung einer Regel gelang nur 21%.

Im Experimentiertest zeigten sich keine Leistungsunterschiede zwischen Mädchen und Buben.

BLK-Modellversuch

Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts ist das Ziel der in der BRD durch TIMSS ausgelösten Initiative. Unterstützt von Fachdidaktik und Erziehungswissenschaft werden an insgesamt 180 Schulen Materialien zu 11 Modulen erarbeitet und erprobt [5]:

1. Weiterentwicklung der Aufgabekultur. Erweiterte Aufgabenstellungen und Ermutigung zu alternativen Lösungsweisen
2. Naturwissenschaftliches Arbeiten: Weiterentwicklung des Schülerexperiments, weniger enge Führung und mehr eigene Denkleistung
3. Aus Fehlern lernen: Fehler sollen als Lerngelegenheit verstanden werden statt als unwillkommene Störung
4. Sicherung von Basiswissen - Verständnisvolles Lernen auf unterschiedlichen Niveaus: Vorwissen berücksichtigen, Lösungen auf unterschiedlichem Niveau.
5. Zuwachs an Kompetenz erfahren: Vernetzung des Stoffes soll betont werden, Wiederholungsaufgaben stärker in Neuerwerbenaufgaben einbetten
6. Fächergrenzen erfahrbar machen: fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten
7. Förderung von Mädchen und Jungen
8. Entwicklung von Aufgaben für die Kooperation von Schülern: Teamfähigkeit fördern
9. Verantwortung für das eigene Lernen stärken
10. Prüfen: Erfassen und Rückmelden von Kompetenzzuwachs. Prüfungen müssen mit den gewandelten Arbeits- und Unterrichtsweisen entsprechen.
11. Qualitätssicherung innerhalb der Schule und Entwicklung schulübergreifender Standards

Schlußbemerkung

Im TIMSS-Test Naturwissenschaft für die 13- bis 14-Jährigen wird dem Unterricht an Österreichs Schulen ein relativ gutes Zeugnis ausgestellt. (Warum wird trotzdem der Zustand des naturwissenschaftlichen Unterrichts als nicht befriedigend empfunden?)

Prinzipiell geben Tests dieser Art nur Zustandsbilder, keine Erklärungen. Diese müßten in wesentlich aufwendigerer

Weise durch Interviews, Unterrichtsbeobachtungen, etc. gewonnen werden. Trotzdem sei eine vorsichtige Deutung gewagt. Die Aufgaben bewegten sich auf einem qualitativen Niveau, wobei viel Alltagswissen angesprochen wurde. Im Vergleich zur BRD bewährt sich der frühere Beginn von Physik (wobei der Wunsch, diesen in die 1. Klasse zu verlegen, durchaus begründet werden könnte). Auch chemisches Fachwissen (zB CO₂-Löcher) scheint in der 4. Klasse Interesse zu finden. Stärker gefördert sollte das selbständige Formulieren von Ergebnissen und Erkenntnissen werden. Vielfältigere Arbeitsmethoden wie im Experimentiertest sollten verstärkt verwendet werden.

Die Intentionen der Module des BLK-Modellversuchs wurden vor Jahren in der "Neuen Lernkultur" bereits propagiert, der Lehrplan 99 ist diesen Zielen verpflichtet. Zu seiner Umsetzung wird es im naturwissenschaftlichen Bereich Phantasie und Einsatz bedürfen, wobei gelegentliche Blicke über die Grenzen hilfreich sein werden.

Weitere Informationen zu TIMSS sind am Internet zu finden unter

<http://www.sbg.ac.at/assess/timss/materialien> (die Homepage des österreichischen IEA-Partners)

<http://www.mpib-berlin.mpg.de/EuB/EuB-haus.htm> (die Homepage des Max-Planck-Instituts für Bildungsforschung, wo Sie die freigegebenen Aufgaben in deutscher Sprache finden)

<http://didaktik.physik.uni-wuerzburg.de/~pkrahmer/home/timss.html> (Peter Krahmers reiche Fundgrube an Kommentaren zu TIMSS)

Literatur

- [1] Beaton A.E., et al.: *Science Achievement in the Middle School Years: IEA's Third Mathematics and Science Study (TIMSS)*, Boston College 1996. (Download: <http://timss.bc.edu>)
- [2] Hagemeyer V.: *Was wurde bei TIMSS erhoben?* In: *Die Deutsche Schule* 91 (1999), 160-177; Entgegnung von Baumert J. u.a. (s. <http://www.mpib-berlin.mpg.de>)
- [3] Duit R.: *TIMSS-Items für die Klassenstufen 7 und 8.* In: *Unterricht Physik* 6/99, 10-16
- [4] Labudde P.: *Lern- und Prüfungsaufgaben für den Physikunterricht. Erträge für den Physikunterricht.* In: *Unterricht Physik* 6/99, 23-31.
- [5] Materialien zu den Modulen sind am Server des Projekts unter <http://blk.mat.uni-bayreuth.de/blk> zu finden.