



Im Auftrag des bm: **bwk**

INNOVATIONS IN MATHEMATICS,
SCIENCE AND TECHNOLOGY TEACHING

<http://imst.uni-klu.ac.at>

E-Mail: imst@uni-klu.ac.at

NEWSLETTER

TIMSS- und PISA-Aufgaben als Lernanregung

Thomas Stern, IMST² - S1

„Gute“ Fragestellungen können im Unterricht vielfältig verwendet werden: nicht nur zur Lernerfolgskontrolle am Ende eines Abschnitts, sondern auch als Denkanstoß beim Einstieg in eine neues Thema oder als Lernaufgabe zur Aktualisierung und Vertiefung des Wissens. Man kann Schülerinnen und Schülern beispielsweise Gelegenheit geben, in Gruppen Lösungen zu finden und über Begründungen zu diskutieren oder die Aufgabenqualität zu bewerten und sich über ihre individuellen Lernziele Gedanken zu machen. Darum soll es hier gehen: nicht um Aufgaben neuen Typs, sondern um Ideen, was man mit bestehenden Aufgabensammlungen alles machen kann. Dazu gehören auch Anwendungen für Lehrerteams, die an ihrer Schule qualitative Forschungen durchführen und über Bildungsziele reflektieren.

Selbstevaluation des Unterrichts mit Testaufgaben aus dem Internet

TIMSS (Third International Mathematics and Science Study, IEA, 1994-96, <http://www.timss.com>) und PISA (Programme for International Student Assessment, OECD, 2000-03-06, <http://www.pisa.oecd.org>) sind zwei internationale Vergleichsstudien, in denen die Leistungsfähigkeit der Schulsysteme verschiedener Länder, auch Österreichs, gemessen wurde. Die Aufgaben, mit denen Schulklassen verschiedener Schultypen dabei getestet wurden, sind zum Teil im Internet veröffentlicht und stehen Lehrer/-innen zur Verfügung. Aber

wofür? Eine naheliegende Möglichkeit besteht darin, in Klassen schriftliche Leistungsüberprüfungen durchzuführen, ohne selbst Beispiele erfinden zu müssen. Neben individuellen Rückmeldungen für die Schüler/-innen können die Lehrer/-innen auch statistische Auswertungen für sich selbst daraus gewinnen. Der Vergleich mit den nationalen Durchschnittswerten liefert Rückschlüsse, inwiefern der eigene Unterricht gelungen ist. Wenn sich daran eine Lehrergruppe beteiligt, kann sie das Untersuchungsergebnis als Ausgangspunkt für eine Schulentwicklungsinitiative verwenden. Gute Testergebnisse können als Bestätigung bisheriger Maßnahmen interpretiert werden, und eine genauere Analyse der Schülerantworten kann eine grundsätzliche Diskussion über Lernzielprioritäten, fächerübergreifende Kooperationen und Entwicklungsschwerpunkte an der Schule bereichern. Ein Beispiel dafür ist die Verwendung von TIMSS-Aufgaben für die Evaluation des neu eingerichteten Naturwissenschaftslabors am BRG Wien 18 (IMST²-S2).

Aber man kann Aufgaben nicht nur zum Testen verwenden! Man kann sie selbst zum Gegenstand der Betrachtung machen und gemeinsam mit Schüler/-innen überlegen: Sind die Testfragen überhaupt gut? Was muss man können, um sie zu beantworten? Was wird durch diesen Test überprüft, was nicht? Welche Kenntnisse und welche

Fähigkeiten sollen überhaupt erworben werden und wofür? Wie wichtig sind diese Lernziele für uns? Welche werden über-, welche unterbewertet? Wie wird in den Schulen anderer Länder getestet, und wie wirken sich die Unterschiede aus? Welche anderen Methoden der Lernerfolgsdiagnose gibt es?

Wie und was können Schüler/-innen mit TIMSS-Aufgaben lernen?

„Gute“ Fragestellungen zielen weniger auf die Wiedergabe von Faktenwissen, als vielmehr auf höhere Fähigkeiten wie Verständnis und Anwendung von Wissen. Interessant sind beispielsweise Aufgaben mit mehr als einem Lösungsweg oder Experimentieraufgaben („performance assessment tasks“), bei denen einfache Messungen (z.B. zur Längenausdehnung einer Feder) durchzuführen, auszuwerten und zu deuten sind.

TIMSS- oder PISA-Testaufgaben erfüllen diese Kriterien nur zum Teil. Ihr deklariertes Zweck liegt nicht darin, zu kreativen Problemlösungen und deren Diskussion anzuregen, sondern Schülerleistungen zu messen. Bei Tests, egal ob es um den Effektivitätsvergleich von Schulsystemen wie bei TIMSS oder PISA, oder um Unterrichtsevaluation, Lernerfolgsfeedback oder Aufstiegsberechtigung geht, bleibt die Rolle der Schülerinnen und Schüler immer

eingengt, nämlich auf die Beantwortung vorgegebener Fragen nach bestimmten Richtlinien. Das didaktische Potenzial der Fragestellungen wird dadurch aber nur zum Teil genutzt.

Im Folgenden werden einige alternativen Szenarien vorgestellt, bei denen Aufgabenstellungen nicht zur zusammenfassenden Bewertung von Lernleistungen dienen, sondern als

Lernanlass. Die Schülerinnen und Schüler können sie verwenden, um ihr Verständnis zu überprüfen und weiter zu entwickeln. Evaluation dient so der nochmaligen Reflexion des Gelernten.

Szenario 1: Fragen auswählen (Einzelarbeit, mit Informationsquellen)	
Die Schüler/-innen arbeiten mit den Fragen, informieren sich, suchen nach Lösungen und stellen ihre Ergebnisse vor.	<p>Wähle einige für dich interessante TIMSS-Fragen aus.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Versuche, eine Lösung zu finden und zu begründen, warum deine Lösung richtig ist. Dazu kannst du im Lehrbuch nachschlagen oder im Internet suchen. • Präsentiere dein Ergebnis vor der Klasse. Berichte, welches Hintergrundwissen du dazu gebraucht hast. Argumentiere, warum du diese Frage interessant gefunden hast.
Szenario 2: Präkonzepte aufspüren (in Kleingruppen)	
Aufgaben, die den Rückgriff auf Präkonzepte nahe legen, sind Anstoß für Diskussionen über Wissenschaft	<p>Manche Fragen legen eine falsche Antwort nahe, weil sie vielen Menschen plausibel vorkommt und ihren Vorstellungen entspricht.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sucht in der Aufgabensammlung nach solchen Testfragen und Antworten! • Begründet die richtige Antwort und argumentiert, warum viele Leute die falsche Antwort vorziehen. Welche Vorstellungen stecken dahinter? Was unterscheidet wissenschaftliches Denken davon? • Fällt euch selbst eine Frage ein, auf die oft dieselbe falsche Antwort gegeben wird?
Szenario 3: Über Lernziele nachdenken	
Anhand von TIMSS-Fragen können Lernende individuell darüber nachdenken, welche Themen sie interessieren, und auf welche Fähigkeiten es ankommt.	<ul style="list-style-type: none"> • Blättere die TIMSS-Fragen durch und suche diejenigen aus, die du problemlos sicher richtig beantworten kannst. Überlege, warum dir das gelingt. Was sind deine Stärken? Gutes Gedächtnis? Technische Begabung? Kombinationsfähigkeit? Oder etwas ganz Anderes? • Suche zweitens nach den Testfragen, die du zwar knifflig und interessant findest, die du aber nicht beantworten kannst. Worüber möchtest du noch mehr wissen? Was möchtest du besser können? Warum eigentlich? Was möchtest du mit deinem Wissen und Können erreichen? • Fasse deine Überlegungen schriftlich in deinem Lerntagebuch zusammen. • Mache deinem Lehrer Vorschläge, womit du dich genauer beschäftigen möchtest (z.B. in einem kurzen Brief).
Szenario 4: TIMSS-Fragen verwerfen und bessere entwickeln (zu zweit)	
Eigene Fragen zu entwickeln erfordert eine eingehende Beschäftigung mit dem Thema. Sie zeigen, was einem beim Lernen wichtig erscheint.	<ul style="list-style-type: none"> • Suche eine TIMSS-Frage aus, die für dich besonders ärgerlich ist, z.B. weil du sie unverständlich findest oder uninteressant oder trivial. Begründe deine Wahl. • Denke dir eine neue Frage aus, die für denselben Zweck besser geeignet ist, und schreibe sie auf. • Frage deinen Partner oder deine Partnerin, was sie davon halten. Ist die Frage wirklich besser? Geht es dabei um Verständnis oder um Merkwissen? <p>Stelle das Ergebnis deiner Überlegungen der Klasse vor.</p>
Szenario 5: Aufgabenqualität bewerten (zu zweit)	
Schüler/-innen reagieren meist positiv auf die Herausforderung, ihre Meinung über das zu Lernende mitzuteilen. Mit ihren Argumenten zeigen sie, was sie wissen und wie sie denken.	<p>In einem Stationenbetrieb sind TIMSS-Fragen auf Karton gedruckt. Falls Ihr trotz Diskussion zu zweit nicht sicher seid, ob Ihr die richtige Lösung gefunden habt, könnt Ihr in einer Schachtel beim Lehrertisch auf einem Kontrollblatt nachsehen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Notiert auf einem Bewertungsblatt, wie interessant/anregend; schwierig/anspruchsvoll, klar/gut formuliert, wichtig/relevant jede der Fragestellungen ist (auf einer Skala von 1-6); und warum. • Stellt anschließend der Klasse die Eurer Meinung nach beste (sowie die schlechteste) Fragestellung vor, samt Lösung und Eurer Begründung für diese Wahl. <p>Interessant bzw. mislungen sind für deine Klasse die Testfragen, die am häufigsten positiv (bzw. negativ) genannt werden. Welche Schlüsse ergeben sich daraus für das Lernen und Testen in Eurem Physikunterricht?</p>

Bewertungsblatt für Testaufgaben				<i>Nicht der Test bewertet Euch, sondern Ihr den Test!</i>
Wählt zu zweit 4-6 Aufgabenstellungen aus. Einigt Euch auf gemeinsame Bewertungen und tragt sie in die Tabelle ein (in den mittleren Spalten mit einer Skala von 1=sehr bis 6=gar nicht):				
Aufgabenstellung	interessant/ anregend?	schwierig/ anspruchsvoll?	klar / gut formuliert?	Warum? (Begründung) Sonstige Bemerkungen?

Selbstverständlich können außer TIMSS- und PISA- Aufgaben auch andere verwendet werden. Im Schwerpunktprogramm S1 Grundbildung werden Aufgaben

gesammelt bzw. konstruiert, die zum Begründen, Argumentieren und Reflektieren herausfordern. Das S1-Team sucht auch Lehrerteams, die Erfahrungen mit dem

Einsatz von Aufgaben beim selbstständigen Lernen machen oder machen wollen. E-Mails bitte an thomas.stern@univie.ac.at.

TIMSS-TESTAUFGABEN (Population 3, 17-18-jährige) <http://www.systemmonitoring.at>

**A3: Allgemeinwissen Mathematik
„Prozentrechnung“**

Fachleute sagen, dass 25% aller schwerwiegenden Fahrradunfälle mit Kopfverletzungen verbunden sind, und dass 80% aller Kopfverletzungen tödlich sind. Wieviel Prozent aller schwerwiegenden Fahrradunfälle sind mit tödlichen Kopfverletzungen verbunden?
A: 16%, B: 20%, C: 55%, D: 105%.

(Die richtige Antwort B kreuzten im internationalen Schnitt 64% aller befragten Schüler/-innen an, in Österreich 63%.)

**D4: Allgemeinwissen Physik
„Elektrische Energie beim Betrieb einer Lampe“**

Ist die Menge der entstandenen Lichtenergie
__ größer
__ kleiner (kreuzen Sie an)
__ gleich
der Menge der verwendeten elektrischen Energie?

Geben Sie einen Grund an, er für Ihre Antwort spricht!

(Die richtige Antwort „kleiner“ wurde von 31% im internationalen Schnitt angekreuzt, das ist weniger als die Ratewahrscheinlichkeit, in Österreich immerhin 41%. Eine richtige Begründung „teilweise Umwandlung in Wärme“ gaben 21% an.)

**D3: Allgemeinwissen Biologie
„Krankheiten“**

Josef hat sich eine Grippe geholt. Schreiben Sie eine Möglichkeit auf, wie er sie bekommen haben könnte.

(Antworten zählen als richtig, wenn die „Übertragung von Keimen“ erwähnt wird. Das gelang im internationalen Schnitt 68% aller Schüler/innen, in Österreich 77%.)

**A2: Allgemeinwissen Chemie
„Warum auf FCKW verzichten?“**

FCKW (Fluorkohlenwasserstoffe) haben vor 30 Jahren die Privat- und Industrielwelt völlig verändert. Sie wurden als Kühlmittel in Kühlschränken, sowie als Treibgas in Sprühdosen, Druckpatronen und in Feuerlöschern verwendet. Heute gibt es starke internationale Bestrebungen, diese Stoffe nicht mehr zu verwenden, da sie ...

- A. chemisch schwer abbaubar sind.
- B. zum Treibhauseffekt beitragen.
- C. für Menschen giftig sind.
- D. die Ozonschicht zerstören.

(Als richtig zählt die Antwort D, von 77% angekreuzt, in Österreich von 73%.)

**G2: Fachwissen Physik
„Vergleich zwischen Wasser und Dampf“**

Wenn ein kleines Volumen Wasser zum Kochen gebracht wird, entsteht ein großes Volumen Wasserdampf. Warum ist das so?

- A. Die Moleküle haben im Wasserdampf einen größeren Abstand als im Wasser.
- B. Wassermoleküle dehnen sich bei Erwärmung aus.
- C. Die Änderung von Wasser zu Dampf läßt die Anzahl der Moleküle zunehmen.
- D. Der Atmosphärendruck wirkt stärker auf Wasser moleküle als auf Dampf moleküle.
- E. Wassermoleküle stoßen einander ab, wenn sie erwärmt werden

(Die richtige Antwort A kreuzten im internationalen Schnitt 65% an, die falsche Antwort B 15%. in Österreich 49% bzw. 30%. D.h. das Präkonzept, wonach Molekülen dieselben Eigenschaften zugeschrieben werden wie den Makroobjekten, ist in Österreich besonders weit verbreitet. Warum?)

**I5: Fachwissen Mathematik
„Mittelwert und Standardabweichung“**

Der Mittelwert einer Population beträgt 5 und seine Standardabweichung 1. Falls zu jedem Element der Population 10 addiert wird, beträgt der neue Mittelwert M und die neue Standardabweichung S:

- (A) $M = 15, S = 1$, (B) $M = 15, S = 5$, (C) $M = 15, S = 11$, (D) $M = 10, S = 1$, (E) $M = 10, S = 5$.

(Die richtige Antwort A wurde von 37% angekreuzt, in Österreich von 38%.)

TIMSS-EXPERIMENTIERAUFGABE „Schatten“ (Population 2, 14-15-jährige) <http://isc.bc.edu/timss1995i/PAreport.html>

Für diese Station brauchst du:

- Taschenlampe auf einem Stativ (wir werden sie auch einfach "Licht" nennen)
- Stück Karton (5cm mal 5cm) großes auf einem Stativ
- Wand / Schirm, wo ein Schatten entsteht
- 3 m - Maßstab
- 30 cm – Lineal

Lies alle Anleitungen sorgfältig!

Wenn sich der Karton zwischen Licht und Wand befindet, macht der Karton einen Schatten an der Wand.

Deine Aufgabe: Finde heraus, wie sich die Größe des Schattens verändert, wenn du den Karton und das Licht verschiebst.

Das sollst du tun:

1. Lasse den Karton stehen und verschiebe das Licht näher zum Karton.
Was passiert mit der Größe des Schattens, wenn du das Licht näher an den Karton heran schiebst?
2. Lasse den Karton stehen und verschiebe das Licht weg vom Karton.
Was passiert mit der Größe des Schattens, wenn du das Licht weiter weg vom Karton schiebst?
3. Stelle den Karton 5 cm von der Wand entfernt auf. Stelle das Licht 10 cm hinter dem Karton auf. Wie breit ist der Schatten?

4. Stelle den Karton 10 cm von der Wand entfernt auf. Verschiebe das Licht, bis der Schatten zweimal so breit ist wie der Karton. Miss die Entfernung vom Licht zum Karton. Stelle das Licht 10 cm hinter dem Karton auf. Wie breit ist der Schatten? Schreibe dein Messergebnis in die Tabelle unten.

5. Finde drei weitere Stellungen für das Licht und den Karton, wo der Schatten doppelt so groß wie der Karton ist. Mache für jede Stellung dieselbe Messung wie vorhin und schreibe sie auch in die Tabelle. Gib auch die Einheiten für jedes Messergebnis an.

6. Warum ist der Schatten immer größer als der Karton? Du kannst auch eine Zeichnung machen als Teil deiner Antwort.

7. Finde eine Regel, die aussagt, wann der Schatten IMMER doppelt so breit ist wie der Karton.

Entfernung zwischen Karton und Wand/Schirm	Entfernung vom Licht zum Karton
10 cm	

PISA-2000-Aufgabe: „Geschwindigkeit eines Rennwagens“ <http://www.men.lu/edu/fre/rubriques/pisa>

Dieser Graph zeigt, wie die Geschwindigkeit eines Rennwagens während seiner zweiten Runde auf einer drei Kilometer langen ebenen Rennstrecke variiert.

Frage [i]: Wie groß ist die ungefähre Entfernung von der Startlinie bis zum Beginn des längsten geradlinigen Abschnitts der Rennstrecke?

- A 0,5 km
- B 1,5 km
- C 2,3 km
- D 2,6 km

Frage [ii]: Wo wurde während der zweiten Runde die geringste Geschwindigkeit gemessen?

- A an der Startlinie
- B bei etwa 0,8 km
- C bei etwa 1,3 km
- D nach der halben Runde

Frage [iii]: Was kannst du über die Geschwindigkeit des Wagens zwischen den Markierungen 2,6 km und 2,8 km sagen?

- A Die Geschwindigkeit des Wagens bleibt konstant.
- B Die Geschwindigkeit des Wagens nimmt zu.
- C Die Geschwindigkeit des Wagens nimmt ab.
- D Die Geschwindigkeit des Wagens kann anhand des Graphen nicht bestimmt werden.

Frage [iv]: Hier siehst du Abbildungen von fünf Rennstrecken: Auf welcher dieser Rennstrecken fuhr der Wagen so, dass der am Anfang gezeigte Geschwindigkeitsgraph entstand?

