

Konrad Krainer

„Innovations in Mathematics and Science Teaching“ (IMST) – TIMSS als Impuls für nachhaltige Entwicklungen in Österreich? ¹

IMST ist ein Forschungs- und Entwicklungsprojekt der Abteilung „Schule und gesellschaftliches Lernen“ des IFF, das vom Bundesministerium für Unterricht und kulturelle Angelegenheiten (BMUK) im September 1998 in Auftrag gegeben wurde, in Reaktion auf das schlechte Abschneiden der österreichischen Schülerinnen und Schüler der Oberstufe bei der Third International Mathematics and Science Study (TIMSS).

Das Projekt IMST beschäftigt sich insbesondere

- mit der fachdidaktischen Analyse der TIMSS-Aufgaben und den Schülerleistungen aus österreichischer Sicht, unter anderem hinsichtlich geschlechtsspezifischer Unterschiede,
- mit pädagogischen und fachdidaktischen Anregungen zur Nutzung der am Internet verfügbaren TIMSS-Aufgaben,
- mit der Ist-Situation des österreichischen Mathematik- und Naturwissenschaftsunterrichts an den österreichischen AHS und BHS,
- mit ausgewählten internationalen Reformansätzen und
- mit möglichen Konsequenzen und Maßnahmen im Bereich der Weiterentwicklung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts.

Insgesamt versteht sich IMST als Beitrag zur professionellen Weiterentwicklung und nachhaltigen Förderung des Mathematik- und Naturwissenschaftsunterrichts in Österreich unter Zusammenarbeit von Schulbehörde, Schulpraxis und Wissenschaft.

Dem Projektteam gehören an: Georg Cholewa, Roland Fischer (Stv. Leiter), Helga Jungwirth, Christa Koenne, Konrad Krainer (Leiter), Manfred Kronfellner (Leitung Mathematik), Helmut Kühnelt (Leitung Naturwissenschaften), Franz Reichel, Hans-Christian Reichel, Helga Stadler und Thomas Stern. Im Rahmen des Projekts gibt es auch eine enge Zusammenarbeit mit den AHS- und BHS-Arge-Leiter/innen für mathematische und naturwissenschaftliche Fächer sowie mit weiteren „kooperierenden Praktiker/innen“. So wurden unter anderem zwei Workshops (je einen für Mathematik bzw. Naturwissenschaften) durchgeführt, in denen die bis dahin vorliegenden Zwischenberichte (IFF 1999) diskutiert, Reflexionen über die Gesamtsituation des österreichischen Mathematik- und Naturwissenschaftsunterrichts angestellt und Vorschläge für Maßnahmen erörtert wurden. Der Endbericht zum Projekt IMST wird im Herbst 1999 fertig gestellt.

Im Folgenden werden einige Hintergründe und Zwischenergebnisse kurz dargestellt, in dem auf einige häufig gestellte Fragen geantwortet wird.

1. Was ist TIMSS?

TIMSS ist die Abkürzung für die Third International Mathematics and Science Study, durchgeführt von der IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement). An TIMSS nahmen über 40 Länder mit insgesamt über einer halben Million

¹ Vortrag am 24.9.99 im Rahmen des Lehrerfortbildungstages der Österreichischen Mathematischen Gesellschaft in Graz.

Schülerinnen und Schülern teil. In der *TIMSS Main Study* wurde mit dem *Achievement Test* das größte Augenmerk auf schriftliche Tests gelegt. An einem der beiden parallel dazu durchgeführten *Performance Assessment Tests* nahmen 21 Länder (ohne Österreich) teil, in welchen komplexere Problemlöseaufgaben im Vordergrund standen. In der Hauptstudie wurden unter anderem auch Schüler-, Lehrer- und Schulleiterfragebogen eingesetzt, um Daten zu Einschätzungen zum Unterricht, zu Zielen, zur Organisation, etc. zu erheben.

Zusätzlich zur Hauptstudie wurden drei weitere TIMSS-Studien durchgeführt, nämlich die *Curriculum Study*, die *Case Study* und die *Video Study*. Letztere beiden zählen – gemeinsam mit den Performance Tests – zu den didaktisch interessantesten Teilen von TIMSS (vgl. Neubrand 1999). Die Case- und die Video-Vergleichsstudie wurden nur in den Ländern Deutschland, Japan und den USA durchgeführt und gewähren interessante Einblicke in das Unterrichtsgeschehen der drei Länder. Die Videos eignen sich hervorragend für Analysen und Diskussionen in der Lehreraus- und Fortbildung.

Die TIMSS-Tests wurden 1995 durchgeführt, die Koordination erfolgte in Österreich seitens des IEA-Zentrums in Salzburg (Ass.-Prof. DDr. Günter Haider). Folgende Schülergruppen wurden getestet:

- 3. und 4. Schulstufe (Volksschule)
- 7. und 8. Schulstufe (HS und AHS-Unterstufe)
- Abschlussklassen in der Sekundarstufe II (BS, BMS/Fachschulen, AHS und BHS)

In der Sekundarstufe II, auf den sich dieser Text primär bezieht, gab es sowohl einen Test zum *Allgemeinwissen* (in Mathematik und Naturwissenschaften) als auch einen zum *Fachwissen* (sogenannte voruniversitäre Mathematik und Physik).

Dabei wurden *drei Aufgaben-/Antwortentypen* verwendet:

- Multiple Choice Items (MC)
- Short Answer Items (SA)
- Extended Response Items (ER)

Ungefähr drei Viertel aller Aufgaben waren MC und erlaubten 4 oder 5 Antwortalternativen. Beim Allgemeinwissen hatten die Schüler/innen dafür 1 Minute, beim Fachwissen 3 Minuten Bearbeitungszeit.

2. Was kann man aus TIMSS (nicht) lernen?

Die Diskussion um die TIMSS-Studie zu den Schülerleistungen ist recht divergent. Sie reicht von der euphorischen Einschätzung, dass man damit Schülerfähigkeiten im internationalen Vergleich objektiv messen, Rückschlüsse auf den Unterricht ziehen und direkte Konsequenzen für Maßnahmen folgern kann, bis hin zur drastischen Skepsis, ob man überhaupt etwas für die Unterrichtsrealität Brauchbares herauslesen kann, da man Unvergleichbares zu vergleichen versucht. Wir nehmen eine mittlere Position ein: Wir gehen davon aus, dass internationale Vergleiche brauchbare Anlässe für Analysen der eigenen nationalen Situation bieten, wenngleich man wegen der unterschiedlichen kulturellen, gesellschaftlichen und ökonomischen Ausgangsbedingungen in den einzelnen Ländern und dem nicht vermeidbaren Auseinanderklaffen der komplexen und heterogenen „Unterrichtswirklichkeiten“ mit der konstruierten „(Test)Wirklichkeit“ zwar einige Aufschlüsse über spezielle Leistungsunterschiede erwarten kann, hingegen nichts über den Unterricht selbst und wenig Anregungen zur Weiterentwicklung desselben. Für Österreich, das nur an den Achievement Tests teilnahm, wären für eine didaktisch anspruchsvollere Analyse auch qualitative Studien (z.B. klinische Interviews zu einzelnen Aufgaben oder

Unterrichtsbeobachtungen) wichtig, um einen entsprechenden Interpretationshintergrund zu schaffen.

Der TIMSS-Achievement Test ist der Versuch, einen Vergleich zwischen Bildungssystemen – insbesondere über Schülerleistungen – herzustellen. Dieser Vergleich ist insbesondere in der Sekundarstufe II sehr schwierig, da es vielfältigste Schul-, Klassen- und Kursformen gibt. Zwar wurde durch Lehrplanvergleiche bei der Auswahl des Item-Sets eine Art kleinster gemeinsamer Nenner angestrebt, allerdings bleiben dabei spezifische Lehrplanausprägungen der einzelnen Länder unberücksichtigt. Zudem kann aus Kostengründen und der einfacheren Auswertbarkeit nicht die ganze Bandbreite der Komplexität von Fähigkeiten abgefragt werden kann, wodurch überwiegend MC-Aufgaben abgetestet werden. Auch die Art der vorherrschenden Aufgabekultur eines Landes hat einen wichtigen Einfluss auf Leistungstests. So haben zum Beispiel die (später so gut abschneidenden) Niederlande gezögert, an TIMSS teilzunehmen, weil die in den Niederlanden gestellten Aufgaben sich viel stärker auf begriffliches Denken und Bezüge zur Alltagswelt beziehen als jene bei TIMSS. Bei TIMSS wurden – insbesondere beim Fachwissen – auch ganz unterschiedliche Schülergruppen miteinander verglichen: Während zum Beispiel Russland laut TIMSS-Schätzung beim Fachwissen Mathematik nur 2% der Schüler/innen von Abschlussklassen der Sekundarstufe II in die Testpopulation aufnahm, lag der Wert bei Slowenien bei 75%. Ähnliche Schwankungen gibt es zum Beispiel auch hinsichtlich der Anzahl der Mathematikstunden, welche die Getesteten im letzten Unterrichtsjahr hatten. Ein Faktor, der immer stärker in das Bewusstsein rückt, ist der unterschiedliche Stellenwert, den Mathematik und Naturwissenschaften im Besonderen und Lernen im Allgemeinen in der Schule und der Gesellschaft unterschiedlicher Länder einnehmen. Es wird davon ausgegangen (vgl. Törner, Blum & Wulfstange 1998), dass die guten Ergebnisse der ostasiatischen Länder zu einem beträchtlichen Teil mit einem solchen hohen Stellenwert zusammen hängen.

Mehr Aussagekraft kann man von Vergleichen zwischen Ländern mit einem ähnlichen kulturellen Hintergrund und mit halbwegs vergleichbaren Bildungssystemen erwarten (vgl. Kaiser 1998), zum Beispiel hinsichtlich Deutschland, den Niederlanden, der Schweiz und Österreich.

3. Wie hat Österreich – auf den ersten Blick – abgeschnitten?

Hier muss man zwei Dinge unterscheiden: Einerseits den internationalen Vergleich und andererseits den Blick auf den Anteil an gelösten Aufgaben – unabhängig davon, ob andere Länder besser oder schlechter abschneiden.

Österreich liegt bei den Tests in der dritten und vierten Schulstufe (Volksschule) und in der siebenten und achten Schulstufe (HS und AHS-Unterstufe) signifikant über dem internationalen Schnitt (vgl. Beaton & Robitaille 1999, 90; Beaton et al. 1996, 22).

Die Situation in der Sekundarstufe II ist differenzierter und aufgrund der immer heterogener werdenden Schultypen auch schwieriger. Beim *Allgemeinwissen Mathematik* liegt Österreich – was die gesamte Testpopulation betrifft – im direkten Vergleich wieder signifikant über dem internationalen Durchschnitt (vgl. Mullis et al. 1998, 46). Obwohl Österreich mit 76% aller Schüler/innen von Abschlussklassen der Sekundarstufe II (als mögliche Testpersonen) einen relativ hohen Test Coverage Index hat, sind nur drei Länder signifikant besser, allerdings – mit Ausnahme der Niederlande (78%) – mit niedrigeren TCI-Werten, nämlich Schweden (71%) und Dänemark (58%). Signifikant schlechter schneiden acht Länder ab,

unter anderem Italien, Russland, Ungarn und die USA. Auch bezüglich der TOP 25% (Allgemeinwissen Mathematik und Naturwissenschaften zusammen) liegt Österreich über dem internationalen Durchschnitt und nur signifikant hinter Schweden, den Niederlanden, Norwegen und der Schweiz (vgl. Mullis et al. 1998).

Beim *Fachwissen* nimmt Österreich im direkten Vergleich den letzten Platz von 16 Nationen ein. Dies hat in den Medien – im Gegensatz zu den euphorischen Meldungen zuvor – zu einer Reihe von übertrieben katastrophalen Einschätzungen geführt. Dies hat natürlich mit der schon angesprochenen Unterschiedlichkeit der Schülergruppen zu tun. So gaben zum Beispiel 21% der österreichischen Schüler/innen (AHS, BaKi, HLA, HAK, HTL) an, im letzten Jahr keinen Mathematikunterricht gehabt zu haben, womit Österreich den Spitzenplatz einnimmt. Mit Ausnahme von Kanada (19%) und den USA (8%) liegen die Werte bei allen Nationen unter 3%, häufig bei 0%. Österreich und Slowenien sind die einzigen Länder, die einen Mathematics Test Coverage Index von über 30% haben.

Um einen faireren Vergleich zu ermöglichen, wurden die Mittelwerte der jeweils 5% bzw. 10% besten Schüler/innen miteinander verglichen. Bei den TOP 5% liegt Österreich laut Mullis et al. (1998) beim Fachwissen Mathematik noch immer enttäuschend, nämlich signifikant hinter 8 Ländern (Slowenien, Frankreich, Australien, der Schweiz, Kanada, Dänemark, Schweden und Griechenland), etwa gleich auf mit Deutschland, Zypern, Italien und der Tschechischen Republik, und signifikant nur vor den USA. Der Vergleich hinsichtlich der TOP 10% fällt sogar etwas besser aus (es liegen drei Länder signifikant hinter Österreich), was die Vermutung zu stützen scheint, dass bei TOP-Vergleichen jene Länder (wie z.B. Österreich) benachteiligt werden, die tendenziell geringere Leistungsunterschiede zwischen den Schüler/innen haben (weniger Spitzenleistungen, aber auch weniger ganz schlechte Leistungen), weil Stundenausmaß und Lehrplaninhalte für die Mathematikschüler/innen weniger schwanken als in Ländern mit hoch spezialisierten Klassen und Leistungskursen bzw. Zweigen, die wenig oder gar keine Mathematik vorsehen.

Insgesamt ist also Österreich international gesehen beim Fachwissen nicht Schlusslicht, das Ergebnis ist aber dennoch enttäuschend. Dies trifft um so mehr zu, wenn man die konkreten Leistungen der Schüler/innen bei einzelnen Aufgabengruppen untersucht.

Betrachtet man zur Illustration aus der Aufgabengruppe zur Differentialrechnung zum Beispiel das TIMSS-Item K03, in welchem bei gegebenen Vorzeichen von f' und f'' der richtige von fünf Graphen angegeben werden soll, so ist die österreichische Erfolgszahl von 45% – auch wenn der internationale Schnitt nicht viel besser ist – aus didaktischer Sicht bedenklich. Hier ist ein begriffliches Verständnis gefragt, das für die Differentialrechnung grundlegend ist.

4. Wie hat man in Österreich auf die Ergebnisse reagiert?

Das BMUK hat aufgrund der schlechten Ergebnisse in der Oberstufe eine Expertenkommission eingesetzt und zwei Projekte in Auftrag gegeben. Ein Projekt ist das oben skizzierte IMST. Ein weiteres Projekt hat das Ziel, in Ergänzung zu den bereits ins Internet (<http://www.sbg.ac.at/assess/timss3/timss-home.htm>) gestellten Aufgaben und Ergebnistabellen, weitere Informationen und Materialien verfügbar zu machen.

5. Was kann man bei genauerer Betrachtung über die österreichischen Schülerleistungen in der Oberstufe sagen?

Im Folgenden werden einige exemplarische Ergebnisse herausgegriffen, die sich auf unterschiedliche Datenquellen beziehen.

- a) Betrachtet man die internationalen Ergebnisse zum TIMSS-Schülerfragebogen, so zeigt sich unter anderem, dass die österreichischen Schüler/innen im Schnitt mit *weniger kreativen und aktiven Denkleistungen im Mathematikunterricht* gefordert zu werden scheinen. Hinsichtlich eines entsprechenden Fragebündels beim Fachwissen Mathematik – *Wie oft müssen Sie im Mathematikunterricht folgendes tun: Den Gedankengang erklären, der hinter einer Frage steht; Zusammenhänge mit Hilfe von Tabellen, Grafiken und Diagrammen darstellen und analysieren; An Aufgaben oder Problemen arbeiten, für die es keine sofort sichtbare Lösung gibt; Zusammenhänge mit Gleichungen darstellen.* – ist Österreich Vorletzter (Mullis et al. 1998, 165): Nur 17% bzw. 49% unserer Schüler/innen meinen, dass solche kreativen und aktiven Denkleistungen jede Stunde bzw. in den meisten Stunden gefragt wären, Spitzenreiter sind Griechenland (historisches Erbe?!) mit 59% bzw. 37% und Zypern. Dieses Ergebnis sollte genauer reflektiert werden, da es sich hier um eine zentrale Frage der Unterrichtskultur geht.
- b) Vergleicht man die *Testleistungen* der Schüler/innen mit deren Einschätzung hinsichtlich *kreativer und aktiver Denkleistungen* (siehe oben), so zeigt sich: Fast in allen Ländern steigen die Testleistungen bei vermehrt subjektiv erlebter kreativer und aktiver Unterrichtseinbindung, nur in Österreich und Deutschland macht dieser Umstand anscheinend keinen wesentlichen Unterschied. Möglicherweise ist dies dem in diesen beiden Ländern weit verbreiteten fragend-entwickelnden Unterricht zuzuschreiben, bei welchem die Meinungen der Schüler/innen über eine echte aktive Einbindung in den Unterricht mehr divergieren als in anderen Ländern, wo klarer trennbar ist, wann die Schüler/innen selbständig denken und arbeiten oder nicht. Jedenfalls liegen – im Vergleich zu allen Ländern – die Testleistungen der Schüler/innen aus Österreich und Deutschland (und nur noch jene aus den USA), die in sich in allen Unterrichtsstunden zu kreativen und aktiven Denkleistungen aufgefordert fühlen, signifikant unter dem internationalen Durchschnitt. Die Schülereinbindung scheint also weniger effektiv als in anderen Ländern zu erfolgen.
- c) Eine Analyse der Fähigkeiten von Schüler/innen aus Deutschland, den Niederlanden, Österreich und der Schweiz im Bereich Mathematik Allgemeinwissen (Baumert et al. 1998) zeigt, dass österreichische und deutsche Schüler/innen vor allem *im Bereich des Argumentierens hinter den Schüler/innen aus den Niederlanden und der Schweiz* bleiben und häufiger als diese nicht über *alltagsbezogene Schlussfolgerungen* und die *Anwendung einfacher Routinen* hinaus kommen. Diese Schwachstelle beim Argumentieren dürfte mit ein Grund sein, warum beim Fachwissen relativ schlechte Ergebnisse erzielt wurden.
- d) Die ostasiatischen Länder haben bei den Tests zur Sekundarstufe II nicht teilgenommen, aber ihr überragendes Abschneiden bei den Ergebnissen in der siebenten und achten Schulstufe (Singapur, Korea, Japan und Hong Kong sind in beiden Fällen die TOP 4) hat große Diskussionen ausgelöst. Die Analyse der 50 japanischen Unterrichtsstunden im Rahmen der Video-Studie (vgl. Baumert et al. 1997, 215f.; J. Neubrand 1998) zeigt, dass der japanische Mathematikunterricht ein Problemlöseunterricht ist, in welchem sich die japanischen Schüler/innen oftmals mit offenen Aufgabenstellungen auseinandersetzen. Die stofflichen Inhalte sind in etwa die selben, sie werden aber variationsreicher und mathematisch anspruchsvoller behandelt. Unterschiede zum deutschen und amerikanischen Unterricht gibt es vor allem auch in der methodischen Grundstruktur und in den Sozialformen. Der japanische Unterricht ist primär auf das selbständige Lernen der

Schüler/innen ausgerichtet. Er enthält zwar auch kurze Phasen von Frontalunterricht, großteils erarbeiten aber Schüler/innen in Einzelarbeit und in Teams selbstständig Lösungswege und präsentieren diese der gesamten Klasse. Die Lehrpersonen hören den Argumenten der Schüler/innen aktiv zu, auch „falsche“ Lösungsansätze werden gewürdigt. Im Gegensatz zum deutschen und amerikanischen Unterricht zeichnet sich der japanische durch einen häufigeren Wechsel von Arbeitsformen aus. Dies sind Aspekte, die für den österreichischen Unterricht interessant sind. Japan hat jedoch ganz andere kulturelle und schulische Rahmenbedingungen, wie zum Beispiel eine ausgeprägte Leistungsgesellschaft, eine hohe Identifikation des Einzelnen mit Schule, Firma, Familie und Staat oder ein einzigartiges Aufnahmsprüfungs- und Nachhilfesystem (insbesondere hinsichtlich der Aufnahme in renommierte Kindergärten, Schulen und Universitäten, die eine erfolgreiche Schul- und Berufskarriere versprechen). Daher kann es keinesfalls darum gehen, ein ganzes Bildungssystem eines Landes zu kopieren, sondern viel mehr darum, interessante Ansätze, die für das eigene Land passend erscheinen, hinsichtlich einer modifizierten Übernahme zu prüfen.

6. Gibt es geschlechtsspezifische Unterschiede?

Die Test-Leistungen der Schüler/innen beim Allgemeinwissen Mathematik und beim Fachwissen Mathematik zeigen große Unterschiede (vgl. Jungwirth in IFF 1999, 29-35; Krainer, Jungwirth & Stadler 1999). Schon beim *Allgemeinwissen* schneiden die Mädchen schlechter ab, aber aus der vorgenommenen Ergebnisanalyse werden nur sehr wenig mögliche Gründe dafür deutlich. Was sich sagen lässt ist, dass die BMS insgesamt aus geschlechtsspezifischer Sicht am problematischsten ist (hier erreichen die Mädchen nur 80% der Leistungen der Buben). In dem Zusammenhang wäre der Frage nachzugehen, welchen Stellenwert der Mathematikunterricht in den verschiedenen Schulformen dort hat. Vermutlich besuchen Mädchen eher mathematikferne und Burschen eher mathematiknahe Formen. Was die BHS angeht, gibt es ebenfalls Indizien dafür, dass die Leistungsunterschiede mit der unterschiedlichen Verteilung der Geschlechter auf die Schulformen zu tun haben. Auch wenn die Inhalte des abgetesteten Allgemeinwissens bereits in der Sekundarstufe behandelt werden, dürfte es doch einen Unterschied machen, ob daran anschließend – und damit zum Testzeitpunkt – eine intensive Auseinandersetzung mit Mathematik erfolgt oder nicht. Es lässt sich kein Stoffgebiet ausmachen, in dem die Leistungsunterschiede zugunsten der Burschen viel größer wären als in den anderen, und es gibt auch keinen Leistungsbereich, in dem die Mädchen insgesamt viel weiter als in den anderen zurückliegen würden. Dass auf der Ebene der Aufgaben kein Muster erkennbar ist, zeigt auch die Betrachtung derjenigen Aufgaben, in denen die Differenzen in den Prozent-Korrekt-Werten besonders groß sind (15% oder mehr) – sie sind sehr heterogen. Aufschluss über spezifische Schwierigkeiten könnten fachdidaktische Fehleranalysen bringen. So widerspricht jedenfalls nichts der Vermutung, dass doch auch das Testformat seinen Anteil an dem Zustandekommen der Leistungsdifferenzen der Geschlechter hat.

Beim *Fachwissen* schneiden die Mädchen noch klar schlechter ab, insbesondere in der BHS, wo die Mädchen nur 60% der Leistungen der Buben erreichen. Im Vergleich zum Allgemeinwissen hat sich also die Schere vergrößert. Auch hier werden sehr wenig mögliche Gründe für die Differenzen im Lösungsverhalten deutlich. Mit Blick auf die Stoffgebiete fallen die Mädchen in der Infinitesimalrechnung besonders ab; sehr augenfällig ist dies in der AHS. Die Betrachtung der Items mit den größten Unterschieden (mehr als zwanzig Prozentpunkte) zeigt, dass es eher etwas umfangreichere, aber durchaus übliche Aufgaben sind, die so viel schlechter gelöst werden. Von den Leistungsbereichen ist es der Bereich

„Investigating and problem solving“ (größtenteils eingekleidete Textaufgaben), in welchem die Differenz am größten ist. Allerdings ist der Unterschied zu den anderen Bereichen gering. Dies schon und dann auch die Heterogenität der Aufgaben, deren Lösung den Mädchen im Vergleich zu den Burschen besondere Probleme bereitet, lässt aber nicht den Schluss zu, dass Mädchen am kognitiven Niveau scheitern würden. Aufschluss über Gründe könnten vielleicht Fehleranalysen bringen. Möglicherweise ist es auch der Zeitdruck, der den Mädchen zu schaffen macht; der diesbezüglichen, in der Testanalyse geäußerten Vermutung wird jedenfalls durch die Ergebnisanalyse nicht widersprochen. Zur Erklärung der BHS-Ergebnisse kann auch angenommen werden, dass die Differenzen im Ausmaß des Mathematikunterrichts in den verschiedenen Formen dieser Schulsparte dazu beitragen. Möglicherweise gilt dies, in abgeschwächter Form, auch für die AHS, die ja auch mathematisch verschieden hoch dotierte Formen umfasst. Eine Aufschlüsselung des Lösungsverhaltens nach den einzelnen Schulformen stößt allerdings insofern rasch an Grenzen, als dann die Stichprobenumfänge für einzelne Items sehr klein werden.

7. Warum haben die Niederlande und die Schweiz besser abgeschnitten als Deutschland und Österreich?

Es wurde schon weiter oben skizziert, dass eine Analyse der Fähigkeiten von Schüler/innen zeigt, dass österreichische und deutsche Schüler/innen vor allem im Bereich des Argumentierens hinter den Schüler/innen aus den Niederlanden und der Schweiz zurück bleiben.

Die Gründe für das gute Abschneiden der *Niederlande und der Schweiz* sehen sind sicherlich komplexer Natur. Das Studium von Literatur und Materialien sowie mündliche und schriftliche Rückmeldungen von Expert/innen aus diesen Ländern weisen jedoch darauf hin, dass in diesen Ländern

- in den letzten Jahrzehnten tiefgreifende Veränderungen in der Unterrichtskultur (z. B. selbstständiges Lernen der Schüler/innen, realitätsnahe Problemstellungen) stattgefunden haben,
- die Schulbehörde gut funktionierende Unterstützungssysteme für die Schulpraxis aufbauen konnte und
- es in beiden Ländern eine enge Zusammenarbeit zwischen den universitären Institutionen und der Schulpraxis gibt.

In den *Niederlanden* wird seit etwa 30 Jahren viel in mathematikdidaktische Forschungs- und Entwicklungsarbeit investiert, heute ist das Freudenthal Institut ein renommiertes fachdidaktisches Zentrum, mit großer nationaler und internationaler Ausstrahlung und mit „Realistic Mathematics Education“ (RME) als viel beachtetem Aushängeschild. Hinzu zu fügen ist auch, dass man sich im Rahmen der RME auch intensiv mit alternativen Formen der Leistungsbeurteilung auseinander gesetzt hat (vgl. Van den Heuvel-Panhuizen 1996). Eine aktuelle Initiative des Freudenthal Instituts ist zum Beispiel die Dutch Mathematics Alympiad (Adresse am Internet: <http://www.fi.ruu.nl/Alympiade/en/Welcome.html>). Mit dem Freudenthal Institut (Forschung und Entwicklung), dem SLO (Lehrplanentwicklung) und dem CITO (Evaluation) haben die Niederlande drei größere Institutionen, in denen allein für die Weiterentwicklung des Mathematikunterrichts etwa 20 Personen beschäftigt sind. Ein großes Augenmerk wird in den Niederlanden auf die Lehrerbildung gelegt. Diese ist auf eine enge Verbindung von Theorie und Praxis ausgelegt, wobei praktischen Aktivitäten der Studierenden und gemeinsamen Reflexionen eine wichtige Rolle zukommt. In diese Richtung geht zum Beispiel das niederländische Projekt MILE (Multimedial Interactive Learning Environment), das auf dem Ansatz der Realistic Mathematics Education aufbaut. Im

Mittelpunkt steht eine Software, die in der Lehrerbildung verwendet werden kann. Die MILE Software enthält durchschnittlich ein- bis zweiminütige Videoaufzeichnungen von realem Mathematikunterricht inklusive Transkripten, in denen eine Volltextsuche möglich ist. So kann zum Beispiel ein Lehrerstudententeam im Rahmen einer Lehrveranstaltung eine Untersuchung starten, in der das Team Unterrichtssequenzen verschiedener Lehrpersonen, die mit „Bruchrechnung“ zu tun haben (Stichwortsuche nach „Brüche“ o.ä.), auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede analysiert, also gewissermaßen eine kleine Forschungsarbeit betreibt. Damit setzen sich die Studierenden nicht nur mit der Unterrichtswirklichkeit auseinander, sondern können – verschiedene Zugänge unterschiedlicher Lehrpersonen vergleichend – diese Praxis erforschen und ihre Erkenntnisse mit anderen Studierenden und den Lehrveranstaltungsleiter/innen austauschen. Die MILE-Idee entspricht dem RME-Ansatz, dass Lernende ihr Wissen vor allem aus praktischen Situationen erwerben sollen. Dazu ist es wichtig, dass die Lernenden eine Forschungshaltung entwickeln und theoretisches Know-How (Begriffe, Instrumente und Methoden) kennenlernen, um die Praxis besser beobachten, analysieren und beschreiben zu können. Im MILE Projekt wird Begleitforschung vor allem dadurch betrieben, indem Fallstudien über Studierende geschrieben werden, die Untersuchungen im Rahmen von MILE unternehmen. Die Forscherteams analysieren und dokumentieren, wie sich das praktische Wissen der Studierenden weiterentwickelt. Am Beispiel der Studentinnen Dieneke und Hayet (vgl. Goffree & Oonk 1999) wird deutlich, dass ihr Lernen auf unterschiedlichen Ebenen stattfindet, sowohl was die Mathematik, die Mathematikdidaktik, die Pädagogik und das eigene Denken betrifft.

Die Schweiz besticht vor allem durch hohe Bildungsausgaben, eine Vielzahl an Forschungsprojekten (auch im Bereich der Mathematikdidaktik) und einem dichten und professionellen Netz zur Weiterbildung der Lehrkräfte, die in der Schweiz ein hohes Ausmaß an Verantwortung und Autonomie haben. Die Schweiz ist auch ein Land, das immer wieder bekannte Psychologen und Erziehungswissenschaftler hatte, man denke allein an Jean Piaget und Hans Aebli, die das Lernen des Kindes in den Vordergrund stellten. Ab der Mitte der achtziger Jahre entstanden zum Beispiel an der ETH Zürich Initiativen, die auf eine Förderung alternativer Unterrichtsformen abzielten. Insbesondere der Pädagoge Karl Frey (vgl. Kirchgraber 1998, 291) kritisierte den traditionellen Unterrichtsstil, der u.a. nur zu einer aktiven Beteiligung von etwa 30% der Schüler/innen führt. Weltweit gab es ähnliche Kritiken von Wissenschaftler/innen und Praktiker/innen, aber bei weitem nicht überall erfolgte eine Umsetzung in konkrete Maßnahmen und in eine Kooperation mit der Schulpraxis und mit Vertreter/innen der Fachwissenschaft (z. B. Mathematik). Umsetzung und Kooperation scheinen im Falle der ETH Zürich gut gelungen zu sein. Frey propagierte u.a. Methoden wie „Puzzles“, „Werkstattunterricht“, „Lernaufgaben“, „Fallstudien“ und „Leitprogramme“, denen gemeinsam war, dass die Aktivitäten der Lernenden beträchtlich erhöht wurden und sie veranlasste, (mehr) Verantwortung für ihr Lernen zu übernehmen. Konkretisierungen der Ideen findet man zum Beispiel bei den ETH-Fallstudien von Gächter (1991) am Internet, wo unter <http://educeth.ethz.ch/mathematik/leitprog/> vier entwickelte Leitprogramme zur Mathematik verfügbar sind. Produkt einer weiteren ETH-Initiative ist auch das Buch „Geometrie von Fall zu Fall“ (Schneebeli 1991), in welchem Unterrichtsprojekte für die Sekundarstufe II behandelt werden.

Auch bei der *„Didaktik der Kernideen“* von Gallin & Ruf (1990) spielen die Aktivitäten der Lernenden eine große Rolle. Im Gegensatz zu den in der Literatur verwendeten Termini wie zum Beispiel „fundamentale Ideen der Mathematik“, die sich primär auf den Stoff beziehen, charakterisieren ihre „Kernideen“ vor allem begriffliche Vorstellungen von Schüler/innen von mathematischen Sachverhalten. „Kernideen“ enthalten als wichtiges Merkmal auch den Antrieb des Lernenden, Fragen zu formulieren, und stellt insofern eine Brücke zwischen dem Lernenden und dem Stoff dar. Mit „Kernidee“ können daher nicht nur Dinge gemeint sein, die

das Wesentliche einer fachlichen Idee betreffen, sondern auch Ideen, die sich am Rande eines Themas oder sogar von ihr wegbegeben, oder möglicherweise – zumindest in der Rückschau von Expert/innen – sogar “falsch” sind (was auch in der Geschichte der Mathematik häufig vorgekommen ist, man denke etwa an die beharrliche Vorstellung der Pythagoräer, alle messbaren Erscheinungen mittels Verhältnissen ganzer Zahlen auszudrücken). So ist zum Beispiel die Kernidee “Der Sinus ist die Höhe meiner Fingerspitzen über der Tischplatte” aus der Beobachtung eines Schülers entstanden, der die Auf- und Ab-Bewegung der Hand seines Lehrers (der seinen Ellebogen am Tisch aufgelegt lässt) verfolgt. Der Kernidee-Ansatz erfordert von den Lehrenden nicht nur, dass sie die Antworten kennen, die für ein Fachgebiet wichtig sind, sondern auch die Fragen, die zu den Antworten geführt haben. Sie sollten auch Wege und Irrwege, denen diese Antworten zu verdanken sind, aus eigenen Erfahrungen kennen.

Über die eingangs angeführten gemeinsamen Stärken der Niederlande und der Schweiz hinaus, liegen den Mathematikunterricht fördernde Besonderheiten der Niederlande darin, dass sie mathematikdidaktische Forschungs- und Entwicklungszentren besitzen, die für eine Vielzahl an Projekten verantwortlich sind, mit nachhaltigen Auswirkungen auf die Unterrichtspraxis. Bei der Schweiz kommen allgemein hohe Bildungsausgaben hinzu, die ebenfalls zu zahlreichen innovativen Projekten führen. Ebenso hervor zu heben ist die große Autonomie und Verantwortung sowie das hohe Ansehen der Lehrer/innen, die von einer professionellen Lehrerweiterbildung unterstützt werden. Beiden Ländern sind also beträchtliche Investitionen in die Weiterentwicklung des Mathematikunterrichts, in fachdidaktische Forschung und in Initiativen zur Lehreraus- und Weiterbildung gemeinsam. Diesen Unterschied erkennt man zum Beispiel auch, wenn man die Teilnahme an wichtigen internationalen Tagungen zur Didaktik der Mathematik betrachtet. So nahmen am achten International Congress of Mathematical Education (ICME 8) 1996 in Sevilla nur 7 Personen aus Österreich teil, wohl aber 43 bzw. 14 Personen aus den Niederlanden bzw. der Schweiz. Auch Deutschland war mit 42 Personen eher spärlich vertreten, während die nordeuropäischen Länder eine recht hohe Teilnehmerate aufwiesen (Dänemark 18, Finnland 25, Norwegen 23 und Schweden 57). Die eher zurückhaltende Beteiligung der deutschen und österreichischen Mathematikdidaktik am internationalen Diskurs hat zur Folge, dass Verknüpfungen mit neuen Forschungs- und Entwicklungsthemen, zum Beispiel im Bereich der Lehrerbildungsforschung, manchmal zu wenig ausgeprägt sind.

Eine förderliche Rahmenbedingung für den Mathematikunterricht der Sekundarstufe, die in Deutschland, den Niederlanden, der Schweiz und vielen anderen Ländern gegeben ist, betrifft die zahlreichen Impulse aus der Didaktik der Primarstufe. Diese sind in Österreich wenig bis nicht gegeben. Ein Beispiel: Im März 1998 fand in München die 32. Tagung für Didaktik der Mathematik statt (vgl. M. Neubrand 1998). An dieser größten, jährlich stattfindenden mathematikdidaktischen Tagung im deutschsprachigen Raum nahmen über 400 Personen, vorwiegend aus Deutschland, Österreich und der Schweiz teil. Von den 15 Vorträgen österreichischer Referent/innen auf der Tagung gab es keinen einzigen aus dem Bereich der Volksschule. Nur zwei Vorträge wiesen einen Bezug zur Unterstufe auf, jedoch wurden beide Vorträge von Vertretern einer Universität gehalten. Die meisten Vorträge betrafen den Computereinsatz in der Oberstufe. Dies hängt teilweise mit den vergleichsweise bescheidenen fachdidaktischen Ressourcen in Österreich sowie der Trennung von Universitäts- und PÄDAK-Fachdidaktik zusammen, wobei letztere – bis auf wenige Ausnahmen – vor allem aufgrund fehlender Forschung auf nationaler und internationaler Ebene eine untergeordnete Rolle spielt.

8. Wie sieht die Ist-Situation des Mathematikunterrichts in Österreich aus?

Um die Ist-Situation zu erheben, wurde im Rahmen von Workshops mit Arge-Leiter/innen und von Lehrerfortbildungsseminaren sowie durch Rückmeldungen zu Fragebogen das Meinungsbild von verschiedensten Personengruppen aus den Bereichen Schulpraxis, Schulaufsicht und Wissenschaft eingeholt. Hier liegt noch keine endgültige Auswertung vor.

Im Folgenden werden einige Tendenzen skizziert, die sich aus einem ersten Überblick über die Daten ergeben haben.

Als *Stärken* des österreichischen Mathematikunterrichts werden häufig genannt: Die gute fachliche Ausbildung der Lehrkräfte, das Behandeln von Anwendungen, die durch den Lehrplan gegebenen Freiräume, die Autonomie und Verantwortung der Lehrpersonen in der Auswahl der Unterrichts- und Prüfungsmethoden, aber auch „statische“ Fähigkeiten wie Durchhaltevermögen, Genauigkeit und Disziplin.

Als *Schwächen* des österreichischen Mathematikunterrichts werden häufig genannt: Zeitmangel (zu wenig Stunden, zu viel Stoff, zu hohe Schülerzahlen), zu hohe Klassengrößen für innovative Unterrichtsformen, wenig Interesse, Kreativität und Selbstständigkeit der Schüler/innen, antiquierte Unterrichtsformen mit der Tendenz zu(m) Auswendiglernen, Nachvollzug, Rezepten, Training, Drill, Fertigkeiten, Algorithmen und Formalismen, aber wenig Argumentation, Reflexion, Vernetzung und Verständnis, sowie der mangelnde Computereinsatz (der bei HAKs und HLAs häufig beim fehlenden Zugang zu Geräten liegt; bei den HTLs wird der Computereinsatz hingegen manchmal als Stärke angeführt).

In den Diskussionen und schriftlichen Rückmeldungen wurden *Vorschläge für Maßnahmen* auf verschiedenen Ebenen (Lehrplan, Unterricht, Lehreraus- und Fortbildung, Forschung, Lehrmittel, Schulverwaltung, Sonstiges) erbeten. Hier ergibt sich tendenziell folgendes Bild:

Lehrplan: Auseinandersetzung (Diskussion, Reflexion) mit dem Lehrplan, insbesondere zur Frage des Kern- und Erweiterungswissens (u.a. „Ehrlichkeit zum Machbaren“); Erhöhung der Stundenzahl (nur von HAK und HLA genannt).

Unterricht: Mehr Zusammenarbeit unter den Lehrerinnen und Lehrern; stärkere Methodenvielfalt (mehr Reflexion, Argumentieren und Begründen).

Lehrerbildung: Mehr Praxisorientierung; mehr innovative Unterrichtsmethoden; mehr Fachdidaktik.

Lehrerfortbildung: Mehr Erfahrungsaustausch; mehr Praxisorientierung; mehr innovative Unterrichtsmethoden.

Forschung: Mehr anwendungsorientiert; Kontakte Schule-Universität intensivieren; mehr fachdidaktische Forschung; besserer Zugang.

Lehrmittel: Bessere Computer-Ausstattung (inkl. Software) und erleichterter Zugang (HAK und HLA); Hilfe bei neuen Unterrichtstechnologien (Internet).

Schulverwaltung: Bessere Kommunikation unter den Lehrkräften unterstützen; Stellenwert der Mathematik heben; Mathematik- und Naturwissenschaftsoffensive einleiten.

Sonstiges: Aufwertung von Mathematik, Lehrer/innen, Schule und Bildung in der Gesellschaft und den Medien (Bewusstseinsbildung, Öffentlichkeitsarbeit).

9. Was könnte getan werden, um eine nachhaltige Weiterentwicklung des österreichischen Mathematikunterrichts zu fördern?

Ich möchte den bisherigen Diskussionstand des IMST Projekts kurz so zusammenfassen:

Wir bräuchten in Österreich:

- Mehr Innovationen in Richtung einer neuen Aufgaben-, Unterrichts- und Prüfungskultur
- Mehr und breiter angelegte Diskussionen zum Kern- und Erweiterungswissen
- Mehr Argumentation, Begründen, Reflexion, Verstehen seitens der Lernenden
- Mehr Formen des intelligenten Computereinsatzes im Unterricht
- Mehr Erfahrungsaustausch unter den Mathematiklehrenden (Schule und Universität)
- Mehr gemeinsame und reflektierte Auseinandersetzung mit der Qualität von Mathematikunterricht
- Mehr dokumentierte Beispiele von gutem Mathematikunterricht
- Mehr und tiefere Erklärungen für das schlechtere Abschneiden der Mädchen
- Mehr mathematische Schwerpunkte und Projekte an unseren Schulen
- Mehr Förderung und bessere Rahmenbedingungen hinsichtlich innovativer Unterrichtsformen (oberöstr. HTLs haben z.B. zumindest für 1 Wochenstunde Klassenteilungen)
- Mehr Wettbewerbe an den Schulen, an den Universitäten, im Internet, etc.
- Mehr innovative Formen der Lehreraus- und Fortbildung
- Mehr Kooperation zwischen Universität und Schule
- Mehr Öffentlichkeitsarbeit für die Bedeutung und den Nutzen der Mathematik
- Mehr fachdidaktische Forschungs- und Entwicklungsprojekte
- Eine von möglichst von vielen Seiten getragene Mathematik- und Naturwissenschaftsoffensive (unter besonderer Berücksichtigung der neuen Technologien)

Eine zentrale Rolle bei der Weiterentwicklung des Mathematikunterrichts spielt das *Bild der Mathematik* in der Gesellschaft. Alle Reformmaßnahmen werden nur dann richtig wirksam werden können, wenn auf verschiedensten Ebenen Nachdenkprozesse über die Bedeutung und den Nutzen der Mathematik initiiert werden.

10. Wie könnte das „Bild“ von Mathematik verbessert werden?

Mit dem gegenwärtigen Bild von der Mathematik in der Gesellschaft kann man nicht zufrieden sein. Wenn es – wie in Österreich und Deutschland – für einen Erwachsenen fast schon zum guten Ton zählt, dass er oder sie in der Schule schlecht in Mathematik war, es aber trotzdem zu etwas gebracht hat, so bleibt das eben nicht ohne Konsequenzen für den Unterricht.

Dazu ein plastisches Beispiel für ein Schülerbild von Mathematik. Im Rahmen einer schulinternen Lehrerfortbildung mit einer Mathematiklehrergruppe an einer österreichischen AHS (vgl. Krainer 1999) wurden Schüler/innen unter anderem gebeten, ihr individuelles Bild von Mathematik in einer Zeichnung auszudrücken und diese mit einem kurzen Text zu erläutern. Ein Mädchen einer siebenten Klasse entwarf ein farbiges A4-Bild mit dem Untertitel „Wo ist der Schlüssel?“. Das Bild zeigt ein mit zwei Bogenschlössern versperrtes und zusätzlich versiegeltes Buch mit dem Titel „Das große Buch der Mathematik“. Die Schülerin beschrieb ihr Bild mit folgendem Text: *„Das versiegelte, verschlossene Buch ist nicht für jeden zugänglich. Nur mit dem Schlüssel ist es möglich, das Buch zu öffnen. Aber selbst wenn das Buch aufgeschlagen ist, muss man den Inhalt nicht verstehen. Entweder man hat das Verständnis oder nicht!!! Um das Buch verstehen zu können, muss man es von vorn bis hinten durchlesen.“*

Hier gilt es also anzusetzen, und zwar auf verschiedensten Ebenen. Zum Beispiel in der Lehrerfortbildung, wo man – wie im obigen Fall – Interviews mit Schüler/innen durchführen kann, um mehr über deren Denken (und implizit auch über den Unterricht) zu erfahren und

daraus Konsequenzen für den Unterricht zu ziehen. Es gilt aber auch, die Mathematik an den Schulen sichtbarer zu machen, zum Beispiel durch Ausstellungen zu mathematischen und fachübergreifenden Projekten, der Darstellung guter Facharbeiten, der Präsentation von neuen Lernbehelfen in Schaukästen, durch Wettbewerbe, durch Verschriftlichung von Erfahrungen mit innovativen Unterrichtsexperimenten oder Fortbildungsveranstaltungen, etc. Gespräche mit Nicht-Mathematiklehrer/innen zeigen, dass deren Bild von Mathematikunterricht tendenziell noch immer geprägt ist von den Tafelzeichnungen in den Klassen, die sie noch an jenen Unterricht erinnern, den sie selbst erlebt haben. Gerade in einer Zeit, in der autonome Studententafeln diskutiert werden, ist es wichtig, mathematische und naturwissenschaftliche Schwerpunktsetzungen entsprechend gut im Lehrkörper vertreten zu können.

Dazu sind eigene Anstrengungen an den Schulen, aber auch an den Lehrerbildungsstätten, in den Schulbehörden, in den Familien, und insgesamt in der Gesellschaft erforderlich. Wir leben in einer Gesellschaft, in der primär jenen Dingen und Themen ein besonderer Wert zugeschrieben wird, die öffentlich (und kontroversiell) diskutiert werden. In diesem Sinne läge eine der wichtigsten Aufgaben einer dringend erforderlichen Mathematik- und Naturwissenschaftsinitiative in Österreich darin, eine möglichst breit angelegte Diskussion über die Bedeutung mathematisch-naturwissenschaftlichen Denkens einzuleiten, im Sinne eines Zusammenspiels von Schule und gesellschaftlichem Lernen.

Literatur

- Baumert, J., Lehmann, R. u.a.: TIMSS – Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Deskriptive Befunde. Leske + Budrich: Opladen 1997.
- Baumert, J., Klieme E. & Watermann, R.: Jenseits von Gesamttest- und Untertestwerten: Analyse differentieller Itemfunktionen am Beispiel des mathematischen Grundbildungstests der Dritten Internationalen Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie der IEA (TIMSS). In: Herber, H.-J., Hoffmann, F. (Hrsg.): Schulpädagogik und Lehrerbildung, 301-324. Österreichischer StudienVerlag: Innsbruck-Wien 1998.
- Beaton, A. & Robitaille, D.: An Overview of the Third International Mathematics and Science Study. In: Kaiser, G., Luna, E. & Huntley, I. (Eds.): International Comparisons in Mathematics Education, 30-47. Falmer Press: London 1999.
- Beaton, A., Mullis, I., Martin, M., Gonzalez, E., Kelly, D. & Smith, T.: Mathematics Achievement in the Middle School Years: IEA's Third International Mathematics and Science Study (TIMSS). Boston College: Chestnut Hill (MA) 1996.
- Gallin, P. & Ruf, U.: Sprache und Mathematik in der Schule. Auf eigenen Wegen zur Fachkompetenz. Illustriert mit sechzehn Szenen aus der Biographie von Lernenden. Verlag Lehrerinnen und Lehrer Schweiz: Zürich 1990.
- Gächter, A.: Form und Zahl. Brennpunkt Schulhaus. ETH-Fallstudien (hrsg. von K. Frey). ETH: Zürich 1991.
- Goffree, F. & Oonk, W.: A digital representation of „full practice“ in teacher education: The MILE project. In: Krainer, K. & Goffree, F. (Eds): On research in mathematics teacher education. From a study of teaching practices to issues in teacher education. Forschungsinstitut für Mathematikdidaktik: Osnabrück 1999. Am Internet unter: <http://www.find.uni-osnabrueck.de/cbooks/crme/ccrme1-proceedings/ccrme1-group3.pdf>
- Götz, S. & Reichel, H.-Chr.: TIMSS – eine Herausforderung für die Mathematik(didaktik)? Wo besteht Handlungsbedarf? In: IMN 179 (Dezember 1998), 6-15.

- IFF: Zwischenberichte zum Projekt IMST – Innovations in Mathematics and Science Teaching. Im Auftrag des Bundesministeriums für Unterricht und kulturelle Angelegenheiten (BMUK). IFF: Klagenfurt 1999.
- Kaiser, G.: TIMSS – woher und wohin? In: *Mathematik lehren* 90, Oktober 1998, 4-8.
- Kirchgraber, U.: On some aspects in the teaching of mathematics at secondary schools in Switzerland. In: Alsina, C. et al. (Eds.): 8th International Congress on Mathematical Education. Selected lectures. S.A.E.M. Thales: Sevilla, Spain, 1998, 291-301.
- Krainer, K.: Learning from Gisela – or: Finding a bridge between classroom development, school development, and the development of educational systems. In: F.-L. Lin (Ed.), *Proceedings of the International Conference on Mathematics Teacher Education*, 76-95. National Taiwan Normal University: Taipei 1999.
- Krainer, K., Jungwirth, H. & Stadler, H.: Innovations in Mathematics and Science Teaching Study in Austria. Unv. Ms. IFF: Klagenfurt 1999. Erschient in: *Education at a Glance 2000* (OECD).
- Mullis, I., Martin, M., Beaton, A., Gonzalez, E., Kelly, D. & Smith, D. (Eds.): *Mathematics and Science Achievement in the Final Year of Secondary School: IEA's Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)*. Boston College: Chestnut Hill (MA) 1998.
- Neubrand, M. (Hrsg.): *Beiträge zum Mathematikunterricht 1998*. Franzbecker: Hildesheim-Berlin 1998.
- Neubrand, J.: Japanischer Unterricht aus mathematikdidaktischer Sicht. In: *mathematik lehren* 90, Oktober 1998, 52-55.
- Neubrand, J. & Neubrand, M.: Special Aspects of TIMSS related to Mathematics Education. Introduction. Erscheint in: *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 31, 1999, H. 6.
- Schneebeil, H.R.: *Geometrie von Fall zu Fall. Praktische Anwendungen der Geometrie*. Ehrenwirth: München 1991. [Rezension im *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 24, 1992, H. 6., 205-207]
- Törner, G., Blum, W. & Wulftange, J.: Wieder schlechte Noten für den Mathematikunterricht in Deutschland: Anlass und Chance für einen Aufbruch. Erklärung der Fachverbände DMV, GDM, MNU zu den Ergebnissen der internationalen Mathematikstudie TIMSS-3. In: Neubrand, M.: *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, Nr. 66, Mai 1998, 41-44.
- Van den Heuvel-Panhuizen, M.: *Assessment and realistic mathematics education*. CD-β: Utrecht 1996.

Kontaktadresse zu IMST:

IFF / Projekt IMST
 z.H. Margit Bader-Bachmann
 Sterneckstraße 15
 9020 Klagenfurt
 Tel. 0463/2700/740
 Fax: 0463/2700/759
 e-mail: imst@uni-klu.ac.at

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

(Hier finden Sie weitere Informationen über IMST, u.a. unter „Aktuelles“ einen Aufsatz zum Thema „Anregungen für die Schulpraxis: Elemente einer förderlichen Unterrichts- und Prüfungskultur – unter besonderer Berücksichtigung des Mathematik- und Naturwissenschaftsunterrichts“.)

