



Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Berlin
Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften, Kiel
Humboldt-Universität, Berlin

TIMSS

Mathematisch-
naturwissenschaftlicher
Unterricht im
internationalen Vergleich

Zusammenfassung
deskriptiver Ergebnisse

Berlin 1997

Inhalt

Vorwort	7
I. Anlage und Durchführung von TIMSS	9
II. Fachleistungen in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern	11
1. Gesamtergebnisse	11
2. Ergebnisse in Mathematik	12
3. Ergebnisse in den Naturwissenschaften	15
III. Fachleistungen in Mathematik und den naturwissenschaftlichen Fächern innerhalb Deutschlands	20
1. Gesamtergebnisse	20
2. Ergebnisse in Mathematik	22
3. Ergebnisse in den Naturwissenschaften	22
IV. Motivation in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern	24
V. Curricula in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern ...	27
VI. Lehrer in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern	29
VII. Mathematikunterricht im Drei-Länder-Vergleich: Deutschland, Japan und USA	31

Vorwort

- ◆ Mit der vorliegenden Zusammenfassung berichten wir in deskriptiver Absicht über Ergebnisse der *Dritten Internationalen Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie – The Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)* –, die unter dem Dach der „International Association for the Evaluation of Educational Achievement“ (IEA) durchgeführt wurde. Der Bericht stellt Befunde für die Bundesrepublik Deutschland im internationalen Vergleich dar. Damit werden seit vielen Jahren zum ersten Mal wieder Daten verfügbar, die für die mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer Auskunft über das in ausgewählten Jahrgangsstufen von deutschen Schülerinnen und Schülern erreichte Wissens- und Fähigkeitsniveau geben.
- ◆ Die dargestellten Befunde zeigen, daß die Leistungen der deutschen Schülerinnen und Schüler sowohl in Mathematik als auch in den Naturwissenschaften in einem breiten internationalen Mittelfeld liegen. Die Erträge sind im großen und ganzen durchschnittlich. Wir zögern, von Mittelmaß zu sprechen, da es nicht Aufgabe der Berichterstatter sein kann, darüber zu befinden, ob Erträge zufriedenstellen oder nicht. Zur Selbstgerechtigkeit geben die Ergebnisse jedoch keinen Anlaß, eher zur Besorgnis darüber, daß sich ein nennenswerter Teil von Schülerinnen und Schülern der 8. Jahrgangsstufe noch auf einem mathematisch-naturwissenschaftlichen Fähigkeitsniveau der Grundschule bewegt. Wenn der Bericht zu einer aufmerksamen und gleichzeitig unterstützenden Beobachtung unseres Bildungswesens und zu einer Öffnung des Blickes über Grenzen hinweg beiträgt, hat er seine Aufgabe erfüllt.
- ◆ Der Bericht ist deskriptiv. Dennoch machen die Befunde zwei Dinge deutlich, die unseres Erachtens für eine angemessene Rezeption in der Bundesrepublik Deutschland wesentlich sind. Einmal sind regionale Leistungsunterschiede innerhalb Deutschlands, über die wir auch berichten werden, im Vergleich zu den Leistungsvorsprüngen, die andere TIMSS-Teilnehmerstaaten erzielen, geringfügig und von nachgeordneter Bedeutung. Zum anderen zeigt der internationale Vergleich, daß die Organisationsstruktur von Schulsystemen und die mathematisch-naturwissenschaftlichen Leistungsergebnisse praktisch unabhängig voneinander variieren. Ob ein Schulsystem zentral oder dezentral verwaltet wird, ob es

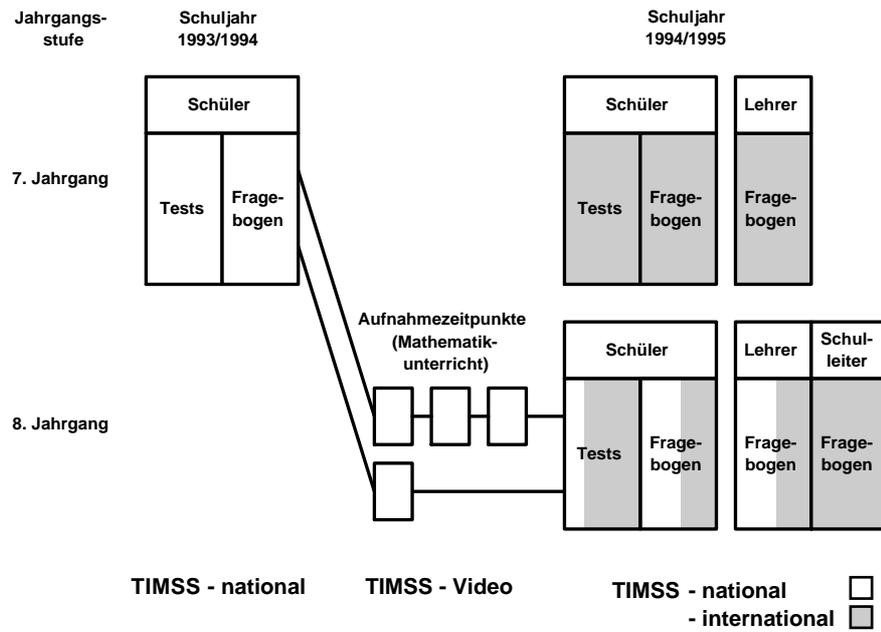
die Ganz- oder Halbtagschule präferiert, ob es gegliedert oder integriert organisiert ist, hat – wie die Befunde von TIMSS zeigen – offenbar für die Ertragslage des Unterrichts in der Mittelstufe keine eigenständige Bedeutung. Die Muster der deskriptiven Ergebnisse sprechen dafür, systematische Erklärungen für Leistungsunterschiede in der die Schule tragenden Kultur – der generellen Wertschätzung schulischen Lernens und der Bereitschaft zu Anstrengung und spezifischen Unterstützungsleistungen – sowie in der Gestaltung des Fachunterrichts selbst zu suchen.

Eine ausführliche Darstellung der Studie und der deskriptiven Ergebnisse findet sich in: Baumert, J. & Lehmann, R. u.a.: *TIMSS – Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich*. Berlin 1997.

I. Anlage und Durchführung von TIMSS

- ◆ TIMSS verbindet quantitative und qualitative Teilstudien zu einem komplexen Gesamtbild. Folgende Teilstudien gehören zu TIMSS:
 - International vergleichende Analysen von Lehrplänen und Lehrbüchern,
 - Schulleistungsuntersuchungen in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern,
 - Videoaufnahmen im Mathematikunterricht in Deutschland, Japan und den USA,
 - Ethnographische Fallstudien in Deutschland, Japan und den USA.
- ◆ TIMSS untersucht drei Altersgruppen, jeweils eine Altersgruppe mit zwei aufeinander folgenden Jahrgängen in der Grundschule, der Sekundarstufe I und der Sekundarstufe II. Die Grundschuljahrgänge wurden in Deutschland nicht untersucht.
- ◆ Die Schülerinnen und Schüler der 7. und 8. Jahrgangsstufen nehmen in Deutschland an einer Längsschnittstudie teil (TIMSS-Deutschland).
- ◆ TIMSS-Deutschland legt zusätzliche Schwerpunkte auf die Untersuchung der motivationalen Entwicklung von Schülern und die verwendeten Unterrichtsmethoden im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht.
- ◆ Die deutsche TIMSS-Stichprobe der 7. und 8. Jahrgänge umfaßt etwa 7.000 Schülerinnen und Schüler aller Schulformen aus 15 Bundesländern.

Abbildung 1: Untersuchungsplan von TIMSS und TIMSS-Video in Deutschland



IEA. Third International Mathematics and Science Study.

II. Fachleistungen in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern

1. Gesamtergebnisse

- ◆ Die TIMSS-Leistungstests sind in Deutschland, wie auch in den meisten Teilnehmerstaaten, weitgehend lehrplan- und unterrichtsvalide. Zwischen 90 und 95 Prozent der mathematischen und naturwissenschaftlichen Testaufgaben sind Stoffgebieten entnommen, die nach den Lehrplänen der Länder bis zum Ende des 8. Jahrgangs im Unterricht behandelt werden sollen. Im Durchschnitt wurden etwa 80 Prozent dieser Stoffgebiete nach den Angaben der Fachlehrer auch tatsächlich bis zum Abschluß der 8. Klasse unterrichtet.
- ◆ Die Leistungen der deutschen Schülerinnen und Schüler in Mathematik liegen am Ende der 7. und 8. Jahrgangsstufe in einem breiten internationalen Mittelfeld. Auch in den naturwissenschaftlichen Fächern befindet sich Deutschland im mittleren Bereich. Die Leistungen fallen jedoch insgesamt günstiger als in Mathematik aus.
- ◆ Die deutschen Schülerinnen und Schüler erreichen das Leistungsniveau der internationalen Mittelgruppe in einem im Durchschnitt um sechs bis zwölf Monate höheren Lebensalter als die Schülerinnen und Schüler aller anderen Länder dieser Gruppe.
- ◆ Die für Deutschland angemessene Vergleichsgruppe sind in erster Linie die angelsächsischen Länder. Die Schülerinnen und Schüler der Mehrzahl der nord-, ost- und westeuropäischen Staaten – ganz zu schweigen von den meisten asiatischen Ländern – verfügen in Mathematik und den Naturwissenschaften über einen Leistungsvorsprung von mehr als einem Schuljahr.
- ◆ Die Heterogenität der mathematischen und naturwissenschaftlichen Fähigkeiten ist in der 7. und 8. Jahrgangsstufe groß. Die Fachleistungen der Schülerinnen und Schüler der 8. Klasse spiegeln das gesamte Leistungsspektrum der Sekundarstufe I von der 5. bis zur 10. Jahrgangsstufe wider. Selbst innerhalb derselben

Schulform entspricht die Leistungsstreuung den Lernfortschritten von zwei bis zweieinhalb Schuljahren.

- ◆ Der Anteil jener Schüler des 8. Jahrgangs, deren mathematische und naturwissenschaftliche Fähigkeiten im wesentlichen auf einem erweiterten Grundschulniveau liegen, ist mit etwa 20 Prozent auch im internationalen Vergleich hoch.
- ◆ Es besteht eine Diskrepanz zwischen den Kompetenzen, die im Rahmen einer mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundbildung angezielt werden, und dem am Ende der 8. Jahrgangsstufe erreichten mittleren Fähigkeitsniveau. Defizite liegen insbesondere im Bereich konzeptuellen Verständnisses und im Verständnis naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen.
- ◆ Die Leistungsfortschritte vom Ende der 7. bis zum Ende der 8. Jahrgangsstufe sind in Deutschland in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern im internationalen Vergleich eher gering.

2. Ergebnisse in Mathematik

- ◆ Die Mathematikleistungen liegen am Ende der 8. Jahrgangsstufe in Deutschland nahe am internationalen Mittelwert. Dies entspricht einem Fähigkeitsniveau, auf dem mathematische Routineverfahren, die Unterrichtsstoff der 6. bis 8. Jahrgangsstufe sind, einigermaßen sicher ausgeführt werden können. Auf demselben Leistungsniveau liegen 11 weitere TIMSS-Teilnehmerländer, die eine breite Mittelgruppe bilden.
- ◆ Äquivalente Leistungen erreichen vornehmlich die angelsächsischen Länder. Die deutschen Leistungsergebnisse für das Fach Mathematik unterscheiden sich zum Beispiel über das gesamte Leistungsspektrum nicht von denen der USA. Die deutschen Schülerinnen und Schüler erreichen dieses Leistungsniveau allerdings in einem höheren Lebensalter als die Schülerinnen und Schüler der übrigen Länder der Mittelgruppe.
- ◆ Die Schülerinnen und Schüler der Mehrzahl der nord-, ost- und westeuropäischen TIMSS-Teilnehmerstaaten gehören im Fach Mathematik einer leistungsfähigeren Gruppe an, deren Testwerte im Durchschnitt etwa eine halbe Standardabweichung über den mittleren Mathematikleistungen der deutschen Schülerinnen und Schüler liegen. Diese Differenz entspricht dem Leistungsfortschritt von gut einem Schuljahr.

Tabelle 1: Nationen und Schulformen innerhalb Deutschlands nach mittlerer Fachleistung Mathematik*

Nation	Mathematikleistung Mittelwert (Standardfehler)	Standard- abweichung	Jahrgangs- stufe	Mittleres Alter
Singapur	643 (4.9)	88	8	14.5
Korea	607 (2.4)	109	8	14.2
Japan	605 (1.9)	102	8	14.4
Schweiz (deutschsprachig) ^{1, 3}	590 (3.2)	.	8	15.1
Hongkong	588 (6.5)	101	8	14.2
<i>Deutschland (Gymnasium)¹</i>	573 (3.9)	74	8	14.7
Belgien (Fl) ²	565 (5.7)	92	8	14.1
Tschechische Republik	564 (4.9)	94	8	14.4
Schweden ¹	554 (4.4)	.	8	14.9
Slowakische Republik	547 (3.3)	92	8	14.3
Schweiz (insgesamt) ³	545 (2.8)	88	7 oder 8	14.2
Dänemark ¹	542 (2.9)	.	8	14.9
Niederlande ³	541 (6.7)	89	8	14.3
Slowenien	541 (3.1)	88	8	14.8
Bulgarien ³	540 (6.3)	110	8	14.0
Österreich ³	539 (3.0)	92	8	14.3
Frankreich	538 (2.9)	76	8	14.3
Ungarn	537 (3.2)	93	8	14.3
Russische Föderation	535 (5.3)	92	7 oder 8	14.0
Australien ³	530 (4.0)	98	8 oder 9	14.2
Irland	527 (5.1)	93	8	14.4
Kanada	527 (2.4)	86	8	14.1
Belgien (Fr) ³	526 (3.4)	86	8	14.3
Thailand ³	522 (5.7)	86	8	14.3
Israel ³	522 (6.2)	92	8	14.1
Deutschland^{1, 2}	509 (4.5)	90	8	14.8
Neuseeland	508 (4.5)	90	8.5–9.5	14.0
England ³	506 (2.6)	93	9	14.0
<i>Deutschland (Realschule)</i>	504 (5.9)	73	8	14.7
USA ²	500 (4.6)	91	8	14.2
Schottland ³	498 (5.5)	87	9	13.7
Lettland (LSS) ³	493 (3.1)	82	8	14.3
Spanien	487 (2.0)	76	8	14.3
Island	487 (4.5)	73	8	13.6
Griechenland ³	484 (3.1)	88	8	13.6
Rumänien ³	482 (4.0)	89	8	14.6
Litauen ³	477 (3.5)	80	8	14.3
Zypern ³	474 (1.9)	88	8	13.7
Portugal	454 (2.5)	64	8	14.5
<i>Deutschland (Hauptschule)^{1, 2}</i>	446 (4.0)	73	8	15.0
Iran, Islamische Republik	428 (2.2)	59	8	14.6
Kuwait ³	392 (2.5)	58	9	15.3
Kolumbien ¹	385 (3.4)	64	8	15.7
Südafrika ¹	354 (4.4)	65	8	15.4

* In der Schweiz und der Russischen Föderation wurde je nach Landesteil der 7. oder 8. Jahrgang, in England, Schottland und Kuwait der 9. Jahrgang und in Australien sowie Neuseeland der 8. oder 9. Jahrgang untersucht.

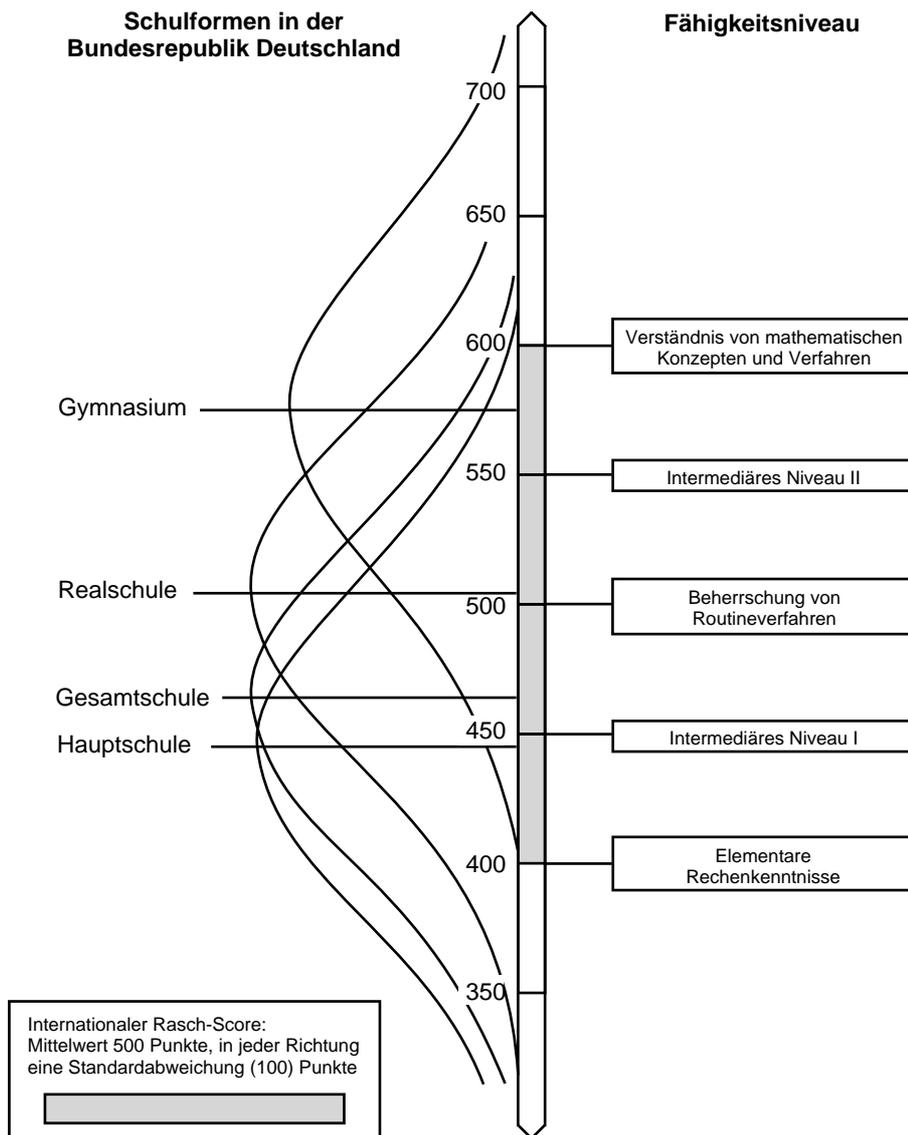
¹ Die 8. Jahrgangsstufe entspricht aufgrund des höheren Alters nicht den internationalen Stichprobenvorgaben.

² Internationale Stichprobenvorgaben nur durch Ziehung von Ersatzschulen erreicht.

³ Internationale Stichprobenvorgaben nicht erreicht (Technische Einzelheiten s. Martin & Kelly, 1996).

IEA. Third International Mathematics and Science Study.

Abbildung 2: Leistungsverteilung innerhalb der Schulformen in Mathematik am Ende der 8. Jahrgangsstufe (Mittelwerte, Leistungsverteilungen der Schulformen und Fähigkeitsniveaus)



IEA. Third International Mathematics and Science Study.

- ◆ Die Mathematikleistungen der internationalen Spitzengruppe, die von asiatischen Ländern gebildet wird, liegen für deutsche Schülerinnen und Schüler in unerreichbarer Höhe. Die Schülerleistungen in diesen Ländern stehen für ein qualitativ anderes Niveau mathematischen Verständnisses.
- ◆ Im Bereich der mathematischen Spitzenleistungen sind die deutschen Schülerinnen und Schüler im internationalen Vergleich in bedenklicher Weise unterrepräsentiert. Dies schließt Spitzenleistungen einzelner Personen in Leistungswettbewerben nicht aus. Der Kreis dieser Personen ist jedoch sehr klein.
- ◆ Die relativen Leistungsstärken der deutschen Schülerinnen und Schüler der 8. Jahrgangsstufe liegen in der Arithmetik, im Umgang mit Maßeinheiten und in der deskriptiven Statistik. Die relativen Schwächen liegen in den mathematischen Kernbereichen Algebra und Geometrie.

3. *Ergebnisse in den Naturwissenschaften*

- ◆ Auch in den naturwissenschaftlichen Fächern gehören die deutschen Schülerinnen und Schüler der 7. und 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich einer breiten Mittelgruppe an. Insgesamt fallen die naturwissenschaftlichen Leistungen im transnationalen Vergleich jedoch günstiger aus. Das in dieser mittleren Leistungsgruppe verfügbare Wissensrepertoire läßt sich als naturwissenschaftliches Alltagswissen beschreiben, das noch kaum aus spezifischen Erwerbskontexten gelöst werden kann.
- ◆ Die adäquate Referenzgruppe bilden auch in den naturwissenschaftlichen Fächern die angelsächsischen Länder, die ähnliche Leistungsverteilungen aufweisen.
- ◆ Die Leistungsheterogenität ist in den naturwissenschaftlichen Fächern in Deutschland im internationalen Vergleich ungewöhnlich groß. Auch *innerhalb* der Schulformen ist die Leistungsstreuung in den naturwissenschaftlichen Fächern weitaus größer als in Mathematik.
- ◆ Die Schülerinnen und Schüler der Länder der oberen Leistungsgruppe, zu denen auch die deutschsprachigen Nachbarstaaten Österreich und die Schweiz gehören, erreichen ein Fähigkeitsniveau, das sich als Generalisierung von naturwissen-

schaftlichem Alltagswissen bei beginnendem Verständnis von naturwissenschaftlichen Konzepten und Verfahren beschreiben läßt. Der Abstand der Fachleistungen in dieser Gruppe vom mittleren Leistungsniveau der deutschen Schülerinnen und Schüler entspricht etwa dem Leistungsfortschritt eines Schuljahres.

- ◆ Im Bereich der naturwissenschaftlichen Höchstleistungen sind die deutschen Schülerinnen und Schüler durchschnittlich vertreten.
- ◆ Die relativen Leistungsstärken der deutschen Schülerinnen und Schüler liegen im Fach Biologie.

Tabelle 2: Nationen und Schulformen innerhalb Deutschlands nach mittlerer Fachleistung Naturwissenschaften*

Nation	Leistung in Naturwissenschaften Mittelwert (Standardfehler)	Standardabweichung	Jahrgangsstufe	Mittleres Alter
Singapur	607 (5.5)	95	8	14.5
Deutschland (Gymnasium) ^{1, 2}	589 (3.4)	87	8	14.7
Tschechische Republik	574 (4.3)	87	8	14.4
Japan	571 (1.6)	90	8	14.4
Schweden ¹	570 (4.1)	.	8	14.9
Korea	565 (1.9)	94	8	14.2
Schweiz (deutschsprachig) ^{1, 3}	565 (3.1)	.	8	15.1
Bulgarien ³	565 (5.3)	111	8	14.0
Niederlande ³	560 (5.0)	85	8	14.3
Slowenien	560 (2.5)	88	8	14.8
Österreich ³	558 (3.7)	98	8	14.3
Ungarn	554 (2.8)	90	8	14.3
England ³	552 (3.3)	106	9	14.0
Belgien (Fl) ²	550 (4.2)	81	8	14.1
Australien ³	545 (3.9)	106	8 oder 9	14.2
Slowakische Republik	544 (3.2)	92	8	14.3
Russische Föderation	538 (4.0)	95	7 oder 8	14.0
Irland	538 (4.5)	96	8	14.4
USA ²	534 (4.7)	106	8	14.2
Deutschland (Realschule) ^{1, 2}	532 (6.2)	87	8	
Kanada	531 (2.6)	93	8	14.1
Deutschland^{1, 2}	531 (4.8)	101	8	14.8
Thailand ³	525 (3.7)	72	8	14.3
Neuseeland	525 (4.4)	100	8.5–9.5	14.0
Israel ³	524 (5.7)	104	8	14.1
Dänemark ¹	523 (3.3)	.	8	14.9
Hongkong	522 (4.7)	89	8	14.2
Schweiz (insges.) ³	522 (2.5)	91	7 oder 8	14.2
Schottland ³	517 (5.1)	100	9	13.7
Spanien	517 (1.7)	78	8	14.3
Frankreich	498 (2.5)	77	8	14.3
Griechenland ³	497 (2.2)	85	8	13.6
Island	494 (4.0)	79	8	13.6
Rumänien ³	486 (4.7)	102	8	14.6
Lettland (LSS) ³	485 (2.7)	81	8	14.3
Portugal	480 (2.3)	74	8	14.5
Litauen ³	476 (3.4)	81	8	14.3
Belgien (Fr) ³	471 (2.8)	86	8	14.3
Iran, Islamische Republik	470 (2.4)	73	8	14.6
Zypern ³	463 (1.9)	89	8	13.7
Deutschland (Hauptschule) ^{1, 2}	463 (6.2)	93	8	15.0
Kuwait ³	430 (3.7)	74	9	15.3
Kolumbien ¹	411 (4.1)	76	8	15.7
Südafrika ¹	326 (6.6)	99	8	15.4

* In der Schweiz und der Russischen Föderation wurde je nach Landesteil der 7. oder 8. Jahrgang, in England, Schottland und Kuwait der 9. Jahrgang und in Australien sowie Neuseeland der 8. oder 9. Jahrgang untersucht.

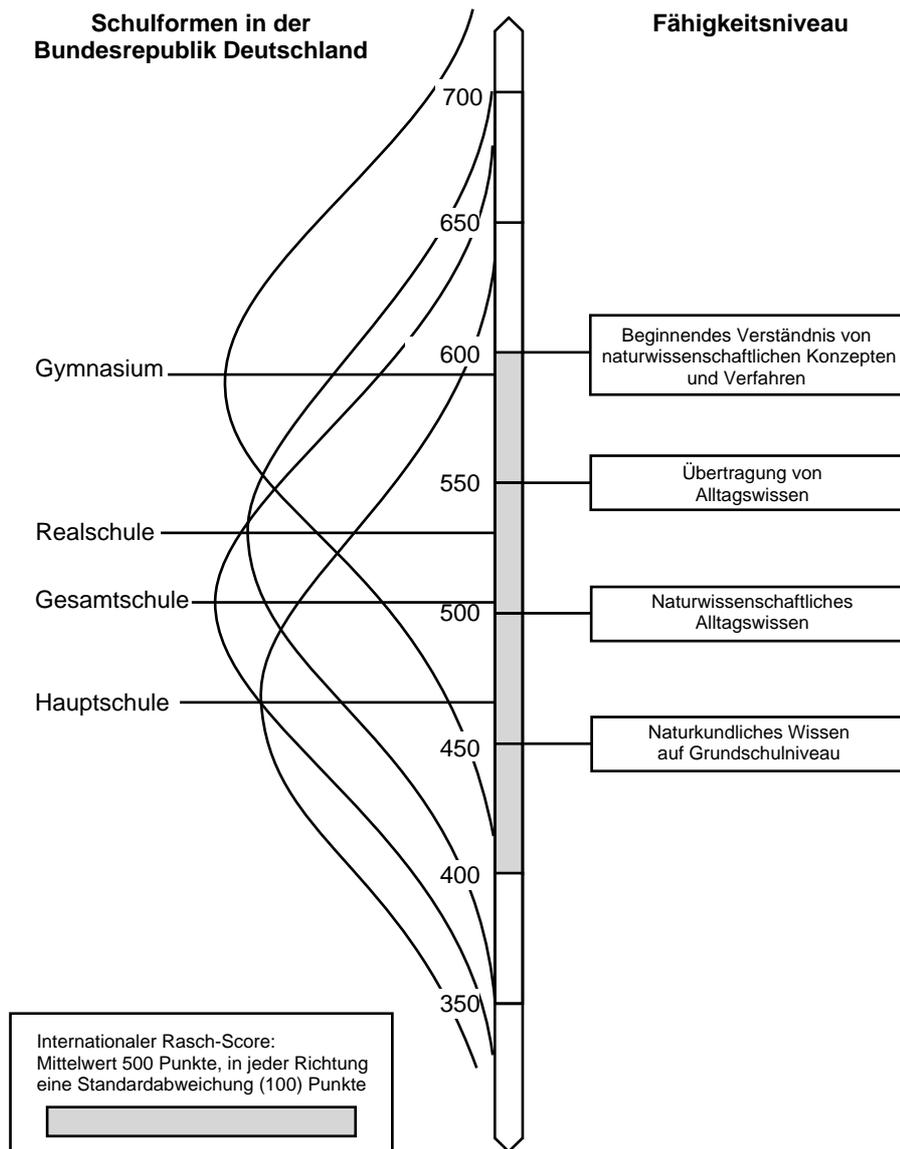
¹ Die 8. Jahrgangsstufe entspricht aufgrund des höheren Alters nicht den internationalen Stichprobenvorgaben.

² Internationale Stichprobenvorgaben nur durch Ziehung von Ersatzschulen erreicht.

³ Internationale Stichprobenvorgaben nicht erreicht (Technische Einzelheiten s. Martin & Kelly, 1996).

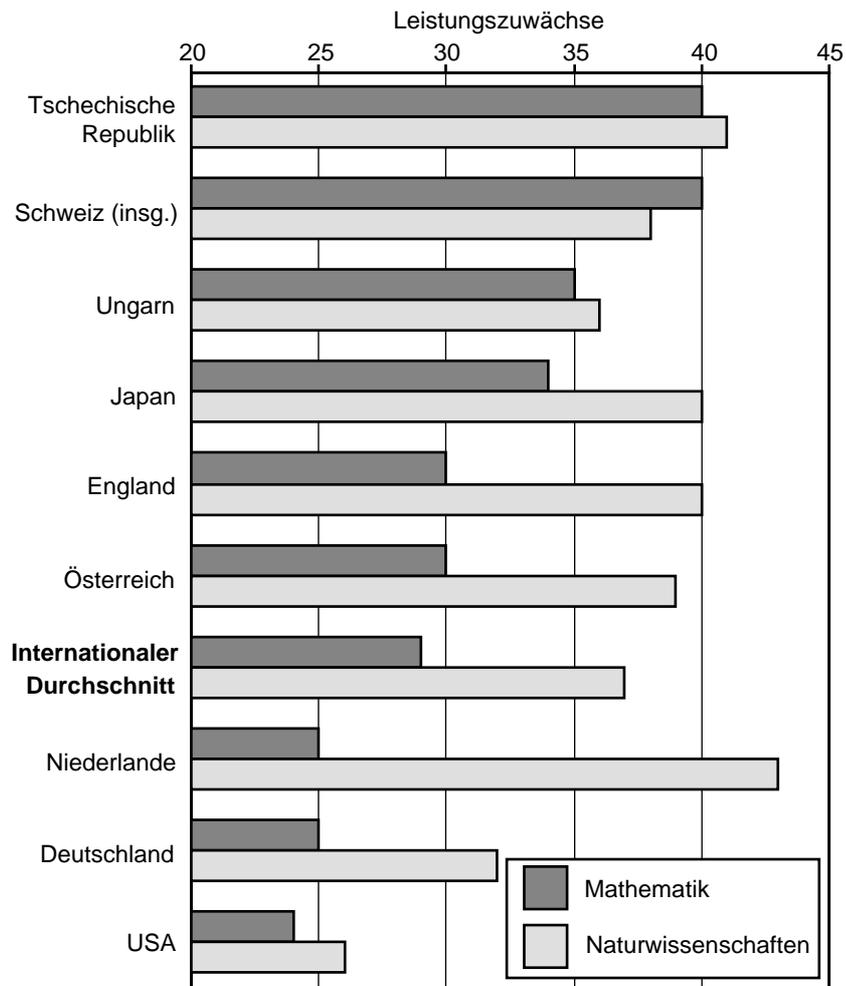
IEA. Third International Mathematics and Science Study.

Abbildung 3: Leistungsverteilung innerhalb der Schulformen in den Naturwissenschaften am Ende der 8. Jahrgangsstufe (Mittelwerte, Leistungsverteilungen der Schulformen und Fähigkeitsniveaus)



IEA. Third International Mathematics and Science Study.

Abbildung 4: Ausgewählte Nationen nach Leistungszuwächsen vom Ende der 7. bis zum Ende der 8. Jahrgangsstufe in Mathematik und in den Naturwissenschaften



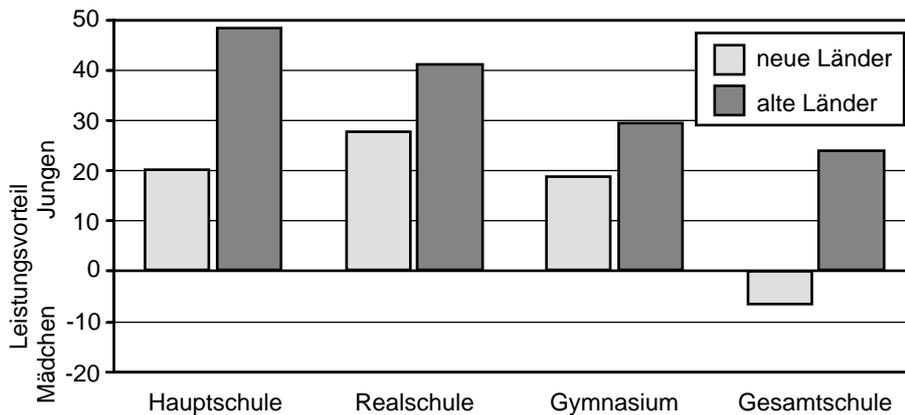
IEA. Third International Mathematics and Science Study.

III. Fachleistungen in Mathematik und den naturwissenschaftlichen Fächern innerhalb Deutschlands

1. Gesamtergebnisse

- ◆ Schülerinnen und Schüler aus den neuen Ländern erreichen in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern in der Tendenz bessere Leistungsergebnisse. Die Unterschiede haben jedoch geringe praktische Bedeutung. Die tendenziell besseren Leistungen sind sowohl auf eine höhere gymnasiale Bildungsbeteiligung von Mädchen als auch auf Förderungserfolge bei leistungsschwächeren Schülerinnen und Schülern zurückzuführen.
- ◆ Die Schülerschaft der einzelnen Schulformen unterscheidet sich erwartungsgemäß deutlich in den kognitiven Grundfähigkeiten. Bemerkenswert ist jedoch die breite Überlappung der Fähigkeitsverteilungen. 30 Prozent der Realschüler und 25 Prozent der Gesamtschüler liegen in ihren kognitiven Grundfähigkeiten oberhalb des durchschnittlichen Niveaus der Gymnasiasten.
- ◆ Infolge unterschiedlicher regionaler Schulentwicklungen ist das gegliederte Schulsystem vielfältiger geworden. Je nach Region kann die Schülerschaft derselben Schulform über unterschiedliche kognitive Leistungsvoraussetzungen verfügen. Infolgedessen ist auch mit regional unterschiedlichen Leistungsergebnissen zu rechnen. Trotz unterschiedlicher Expansionsraten erweist sich das Gymnasium als leistungsmäßig weitgehend stabile Institution. Große Variabilität ist in der Realschule anzutreffen.
- ◆ Die Leistungsfortschritte, die in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern von der 7. bis zur 8. Jahrgangsstufe in Deutschland erzielt werden, sind im internationalen Vergleich eher gering.
- ◆ Die Leistungsentwicklung in den einzelnen Schulformen unterscheidet sich. Allerdings sind die Differenzen wider Erwarten klein. Der relativ langsame und über die Schulformen hinweg weitgehend homogene Leistungsanstieg spricht für eine geringe fachinterne Kohärenz der Unterrichtsstoffe. Der Wissenserwerb verläuft wenig kumulativ.

Abbildung 5: Leistungsunterschiede zwischen Jungen und Mädchen in Physik am Ende der 8. Jahrgangsstufe nach Schulform und alten/neuen Ländern (Differenzen der Mittelwerte)¹



¹ Signifikante Interaktion Geschlecht X Länder sowie Schulform X Länder; signifikanter Haupteffekt Geschlecht unter Kontrolle von Schulform und Ländern (2 X 4 X 2 ANOVA).

IEA. Third International Mathematics and Science Study.

- ◆ Mädchen erreichen in Mathematik und Physik in allen Schulformen schwächere Leistungen als Jungen. Die Leistungsunterschiede sind in beiden Fächern, vor allem aber in Physik beträchtlich. Im Fach Physik sind die Leistungsunterschiede zwischen Jungen und Mädchen in allen Schulformen der neuen Länder kleiner als in den alten Ländern, jedoch nicht aufgehoben.
- ◆ Bei der Betrachtung der Leistungsbilanz von Jungen und Mädchen auf der Ebene des gesamten Altersjahrgangs treten im Fach Mathematik keine und im Fach Physik kleinere Leistungsunterschiede zwischen den Geschlechtern auf als in den einzelnen Schulformen. Dies ist ausschließlich eine Folge der höheren gymnasialen Bildungsbeteiligung von Mädchen, insbesondere in den neuen Ländern.
- ◆ Im Fach Biologie lassen sich keine über Schulformen und Regionen hinweg konsistenten Leistungsunterschiede zwischen Jungen und Mädchen zeigen. Je nach Schulform und Region treffen Jungen und Mädchen auf unterschiedlich förderliche Schulumgebungen.

2. Ergebnisse in Mathematik

- ◆ In den Mathematikleistungen unterscheidet sich das Gymnasium zum Ende der 7. und 8. Jahrgangsstufe beträchtlich von den drei übrigen Schulformen, deren mittlere Leistungen näher beieinanderliegen. Dennoch sind die Überlappungen der Leistungsverteilungen groß. Gut 40 Prozent der Realschüler und 25 Prozent der Gesamtschüler erreichen den Kernbereich gymnasialer Mathematikleistungen.
- ◆ Das durchschnittliche Leistungsniveau von Gymnasiasten im Fach Mathematik liegt etwas unterhalb jenes Fähigkeitsniveaus, das ein hinreichend sicheres Verständnis mathematischer Konzepte und Verfahren erwarten läßt. Allerdings ist die Leistungsstreuung im Gymnasium groß, so daß nennenswerte Anteile der Gymnasiasten dieses Fähigkeitsniveau über- oder unterschreiten.
- ◆ Die durchschnittlichen Leistungen an Realschulen definieren mit der Beherrschung von Routineverfahren ein Grundniveau mathematischer Bildung. Infolge der großen Leistungsstreuung auch in dieser Schulform reicht das Fähigkeitsniveau von elementaren Rechenkenntnissen bis zum Verständnis mathematischer Konzepte und Verfahren. Nach den Befunden von TIMSS erreichen die Gesamtschulen im Mittel nicht ganz dieses Grundniveau.
- ◆ Das durchschnittliche Leistungsniveau der Hauptschüler liegt auf der Ebene eines erweiterten Repertoires elementarer Rechenfertigkeiten. Die Leistungsstreuung ist groß, und zwar auch in Regionen mit relativ geringem Hauptschulanteil.

3. Ergebnisse in den Naturwissenschaften

- ◆ Die Leistungsverteilungen in den naturwissenschaftlichen Fächern ähneln in der Grundstruktur der Verteilung der Mathematikleistungen. Unterschiede zwischen den Leistungsverteilungen der einzelnen naturwissenschaftlichen Fächer sind praktisch bedeutungslos.
- ◆ Die Schulformen liegen in ihren naturwissenschaftlichen Leistungsergebnissen näher beieinander als im Fach Mathematik. Entsprechend größer sind die Überlappungen der Leistungsverteilungen. 60 Prozent der Real- und 45 Prozent der Gesamtschüler erreichen den Kernbereich der gymnasialen Naturwissenschaftsleistungen.

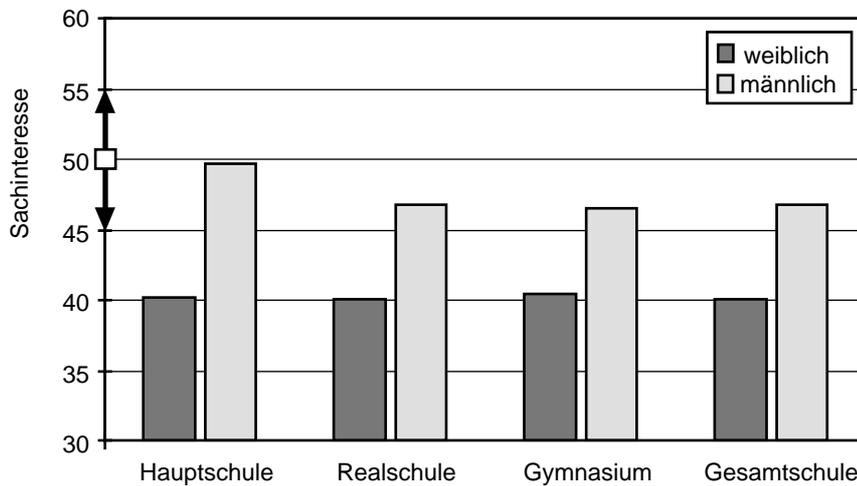
- ◆ Die Leistungsstreuung innerhalb der Schulformen ist in den naturwissenschaftlichen Fächern ungewöhnlich groß. Dies weist auf Abstimmungsmängel über Schulformen und Länder hinweg.
- ◆ Im Mittel erreichen die Gymnasiasten in den naturwissenschaftlichen Fächern ein Fähigkeitsniveau, mit dem der Schritt zu einem beginnenden konzeptuellen Verständnis vollzogen wurde. Das gymnasiale Leistungsspektrum reicht jedoch von elementarem naturkundlichem Alltagswissen bis zum Verstehen naturwissenschaftlicher Konstrukte und Verfahren.
- ◆ Realschüler und Gesamtschüler verfügen im Mittel über ein naturwissenschaftliches Wissensrepertoire, das der Struktur nach erfahrungsnahes Alltagswissen darstellt, aber schon zu ersten Abstraktionen vom unmittelbaren Erwerbskontext befähigt. Die Leistungsstreuung ist in beiden Schulformen groß.
- ◆ Das durchschnittliche Leistungsniveau der Hauptschüler entspricht erfahrungsnahem Alltagswissen, das oftmals das Grundschulniveau nicht überschreitet. Die Leistungsstreuung ist in dieser Schulform allerdings am größten.

IV. Motivation in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern

- ◆ Vorstellungen vom Jugendalter als einer stürmischen Lebensphase, in der das Leistungsvertrauen sinkt und die Jugendlichen sich von der Schule und ihren Leistungserwartungen abwenden, sind nicht haltbar. TIMSS stützt Befunde der Jugendforschung, nach denen die Adoleszenz eine Periode allmählicher, je nach Entwicklungsaufgabe zeitlich versetzter und interindividuell variierender Veränderungen darstellt. Im Prozeß der Identitätsfindung ist der schulische Bereich ein eher stabilisierender Faktor.
- ◆ Die allgemeine Schulunlust bleibt vom Ende der 7. bis zum Ende der 8. Klasse unverändert auf mittlerem Niveau – und zwar unabhängig von Geschlecht und Schulform.
- ◆ Das Vertrauen in die eigenen allgemeinen schulischen und fachlichen Fähigkeiten ist auf relativ hohem Niveau stabil. Die mittlere Prüfungsangst ist niedrig und nimmt nur in Mathematik und Physik leicht zu. Der Biologieunterricht bietet eine besonders persönlichkeitschützende Lernwelt.
- ◆ Das Interesse an mathematisch-naturwissenschaftlichen Gegenständen und Fächern nimmt im Untersuchungszeitraum ab. Dies ist jedoch kein Spezifikum der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer. Der Interessenabfall ist – wie aus anderen Untersuchungen bekannt ist – in allen akademischen Fächern in ähnlicher Weise feststellbar. Dies dürfte auf eine Verbreiterung des Interessenspektrums von Jugendlichen und die Fokussierung individueller Interessen zurückzuführen sein. Anlaß zur Besorgnis gibt das niedrige Interesse an Gegenständen der Physik.
- ◆ Im 8. Schuljahr sinkt das Selbstwertgefühl von Jugendlichen bei gleichzeitiger Stabilität des Vertrauens in die eigenen schulischen Fähigkeiten. Verstärkte Selbstzweifel treten im Prozeß der Identitätsfindung gerade außerhalb des schulischen Leistungsbereichs auf.
- ◆ Mädchen und Jungen befinden sich in unterschiedlicher motivationaler Lage. Mädchen sind verstärkt Selbstzweifeln und Leistungsängsten ausgesetzt und

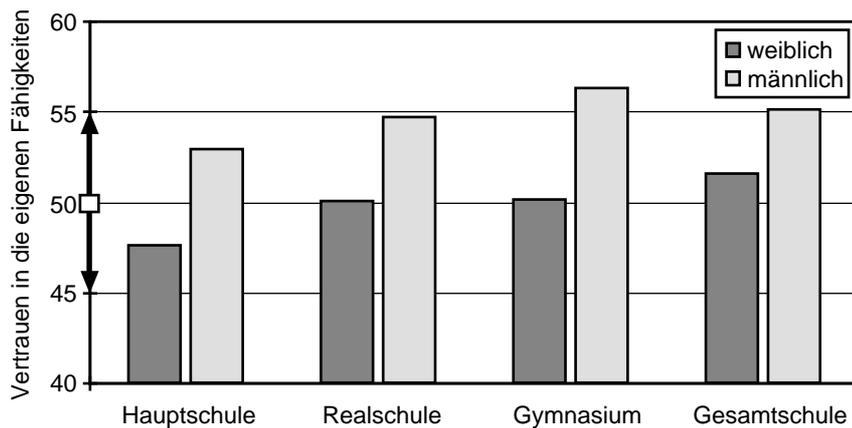
vertrauen weniger auf die eigenen allgemeinen schulischen Fähigkeiten. In den Fächern Mathematik und Physik sind die Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen hinsichtlich Interessen und Selbstkonzept auch im internationalen Vergleich groß. Diese Differenzen sind nicht, oder nicht allein, durch Leistungsunterschiede zu erklären. Praktisch bedeutsame Geschlechtsunterschiede treten im Fach Biologie nicht auf.

Abbildung 6: Sachinteresse Physik am Ende der 8. Jahrgangsstufe nach Schulform und Geschlecht (Mittelwerte)



IEA. Third International Mathematics and Science Study.

Abbildung 7: Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten im Fach Physik am Ende der 8. Jahrgangsstufe nach Schulform und Geschlecht (Mittelwerte)



IEA. Third International Mathematics and Science Study.

V. Curricula in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern

- ◆ Hinsichtlich der Organisation curricularer Entscheidungen unterscheiden sich die TIMSS-Teilnehmerländer beträchtlich. Insgesamt zeigt sich ein Übergewicht zentralstaatlicher Regelungsformen.
- ◆ Trotz der national unterschiedlichen Entscheidungsverfahren läßt sich ein internationales mathematisches und naturwissenschaftliches Kerncurriculum identifizieren. Dieses Kerncurriculum hat in Mathematik festere Konturen als in den Naturwissenschaften.
- ◆ Die TIMSS-Leistungstests bieten insgesamt eine solide Grundlage für einen internationalen Vergleich. Mit Ausnahme von wenigen Fällen im naturwissenschaftlichen Bereich können Leistungsunterschiede zwischen den Teilnehmerstaaten nicht durch differentielle curriculare Validität der Leistungstests erklärt werden.
- ◆ Aufgrund der Beurteilung der Testaufgaben durch Lehrplanexperten können die TIMSS-Fachleistungstests in Deutschland für die 8. Jahrgangsstufe als lehrplan-

Tabelle 3: Internationales Kerncurriculum: Mathematische Stoffgebiete nach dem Zeitraum ihrer Behandlung im Unterricht (Übereinstimmung von mindestens 70 Prozent der TIMSS-Teilnehmerstaaten)

Stoffgebiete	Jahrgangsstufe												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Natürliche Zahlen, Verständnis und Operationen	•	•	•	•	•	•							
Gewöhnliche Brüche, Dezimalbrüche				•	•	•	•						
Prozentrechnung						•	•						
Rationale Zahlen, Zahlssysteme							•	•	•				
Exponenten, Wurzeln							•	•	•	•			
Messen, Schätzen	•	•	•	•	•	•	•	•					
Elementare ebene Geometrie				•	•	•	•	•	•				
Symmetrie, Ähnlichkeit, Kongruenz								•	•				
Proportionalität						•	•	•					
Funktionen, Relationen, Gleichungen							•	•	•	•	•	•	•
Darstellung von Daten, Wahrscheinlichkeitsrechnung					•	•		•	•			•	

IEA. Third International Mathematics and Science Study (Schmidt u.a., 1996a).

valide gelten. 95 Prozent der Mathematikaufgaben und 88 Prozent der naturwissenschaftlichen Aufgabenstellungen repräsentieren Lehrplanstoff, der bis zum Ende der 8. Jahrgangsstufe in den Schulen der Bundesrepublik durchgenommen worden sein sollte.

- ◆ Für das Fach Mathematik gilt dies in ähnlicher Weise für die meisten TIMSS-Teilnehmerstaaten. Im ungünstigsten Fall sinkt die Validitätsrate für die 8. Jahrgangsstufe auf 75 Prozent der Testaufgaben. Für die Naturwissenschaften ergibt sich ein vielfältigeres Bild. In den Naturwissenschaften ist die internationale Standardisierung des Bildungsprogramms weniger weit fortgeschritten als im Fach Mathematik.
- ◆ In einem intensivierten Drei-Länder-Vergleich zwischen Deutschland, Japan und den USA kann am Beispiel des Mathematikunterrichts gezeigt werden, daß die unterrichtliche Konkretisierung der Curricula systematisch zwischen Ländern variiert:
 - Mathematische Themen werden im japanischen Unterricht im allgemeinen früher als in Deutschland und den USA eingeführt.
 - Japanische Mathematiklehrer behandeln neueingeführte Stoffgebiete zunächst mit hoher Intensität und nehmen diese später systematisch, aber mit deutlich reduziertem Zeitaufwand wieder auf.
 - In Japan besteht ein professioneller Konsens über die Rhythmik der Behandlung mathematischer Stoffgebiete. Die Analyse der Lerngelegenheiten belegt Homogenität auf hohem Niveau über einzelne Schulen hinweg.
 - Die Stoffbehandlung in Deutschland nimmt eine Position zwischen der frühen, anspruchsvollen und intensiven Vermittlung in Japan und der späten Einführung und relativ einfachen Themenwahl in den USA ein.
- ◆ In Japan werden bei gleichem Stundenaufkommen für den Mathematikunterricht weitaus höhere Leistungen als in Deutschland erzielt. In den USA scheinen fehlende curriculare Schwerpunktsetzungen und Schwächen in der Kohärenz und im Anspruchsniveau der Unterrichtsplanung durch ein höheres Stundenaufkommen für Mathematik kompensiert zu werden, so daß dasselbe Leistungsniveau wie in Deutschland erreicht wird.

VI. Lehrer in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern

- ◆ Lehrkräfte, die in Deutschland in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern unterrichten, haben im Vergleich zu allen 40 TIMSS-Teilnehmerstaaten das höchste Durchschnittsalter. Über die Hälfte der Lehrkräfte gehören der Altersgruppe der über 50jährigen an.
- ◆ Im Vergleich zu Lehrkräften in Japan und den USA sind Lehrer in Deutschland beruflich eher weniger belastet.
- ◆ Lehrkräfte in Deutschland fühlen sich von der Gesellschaft nicht akzeptiert, wohl aber von ihren Schülern.
- ◆ Mathematik- und Naturwissenschaftslehrerinnen und -lehrer in Deutschland glauben – wie der überwiegende Teil der Lehrkräfte in anderen Ländern auch – an natürliche Begabungen für Mathematik und die Naturwissenschaften.
- ◆ Als größte Beeinträchtigung ihrer Arbeit sehen Lehrkräfte in Deutschland Begabungsunterschiede, Desinteresse von Schülern und Unterrichtsstörungen an.
- ◆ Im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht zeichnet sich eine Diskrepanz zwischen professionell geteilten Vorstellungen über einen anspruchsvollen Unterricht und adäquaten Maßnahmen zur Realisierung ab. Diese Diskrepanz ist in Deutschland und den USA größer als in Japan.
- ◆ Disziplinprobleme haben in Deutschland eine ähnliche Struktur wie in den USA, treten aber insgesamt weniger häufig auf. Über Japan liegen keine entsprechenden Informationen vor.

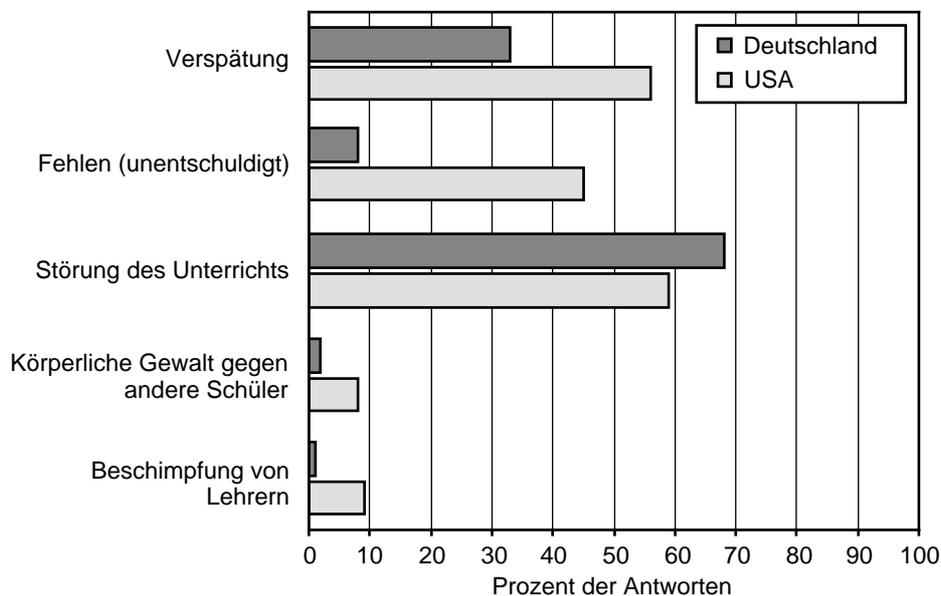
Tabelle 4: Beruferschwernisse aus Lehrersicht nach Ländern (in Prozent der Antworten „ziemlich stark“/„sehr stark“)

Beruferschwernisse	Land		
	Deutschland	Japan	USA
Begabungsunterschiede	55	63	44
Uninteressierte Schüler	43	37	52
Schüler, die den Unterricht stören ¹	40	–	38
Einmischende Eltern	1	4	12
Uninteressierte Eltern ¹	19	–	30
Ausstattungsängel ¹	19	–	12
Hohe Klassenfrequenz	38	42	29
Schlechtes Klima im Kollegium ¹	3	–	11
Schlechtes Klima unter Schülern ¹	15	–	28
Gewalt in der Schule ¹	8	–	7

¹ Keine Erhebung in Japan.

IEA. Third International Mathematics and Science Study.

Abbildung 8: Disziplinprobleme aus Lehrersicht nach Ländern (Prozent der Antworten „täglich“)

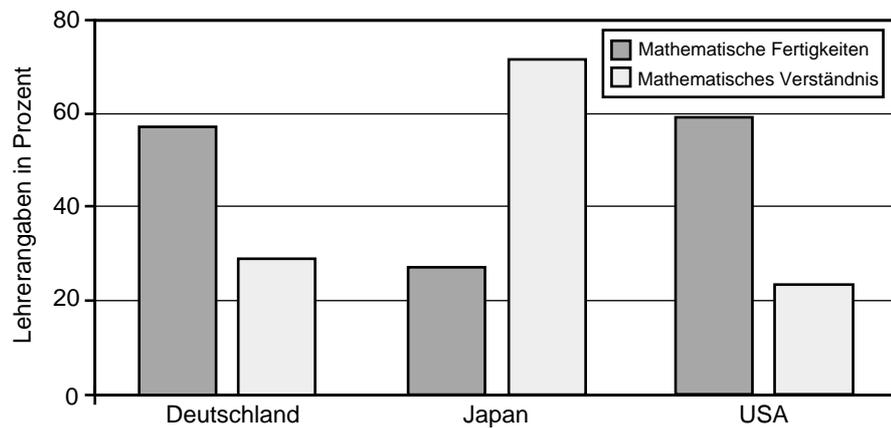


IEA. Third International Mathematics and Science Study.

VII. Mathematikunterricht im Drei-Länder-Vergleich: Deutschland, Japan und USA

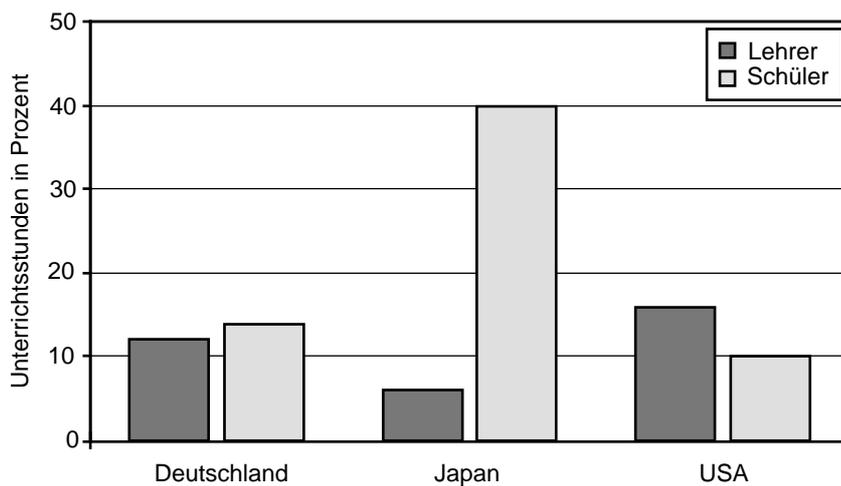
- ◆ TIMSS kann nur wenig zur Analyse der kulturellen Einbettung von Schule und Unterricht in den verschiedenen Ländern beitragen. TIMSS-Video erlaubt jedoch zum ersten Mal einen systematischen transkulturellen Vergleich von Unterrichtsprozessen im Fach Mathematik.
- ◆ Japans Schüler nehmen nicht anderen oder mehr mathematischen Stoff durch, sondern denselben Stoff variationsreicher und mathematisch anspruchsvoller. Im Vergleich zu Mathematikstunden in den USA und Deutschland sind japanische Mathematikstunden komplexer und zugleich in sich kohärenter aufgebaut.
- ◆ Japanischer Mathematikunterricht ist Problemlöseunterricht. Er schult mathematisches Verständnis und mathematisches Denken. Mathematikunterricht in Deutschland und den USA ist eher Wissenserwerbsunterricht, der auf Beherrschung von Verfahren zielt. In Deutschland werden mathematische Konzepte im Unterrichtsgespräch, das auf eine einzige Lösung hinführt, entwickelt, in den USA vom Lehrer vorgestellt und von den Schülern angewandt.
- ◆ Japanischer Mathematikunterricht zeichnet sich durch intelligente Formen des Anwendens und Übens aus. Die von Schülern erarbeiteten Konzepte werden in variierenden Situationen angewandt und damit verfügbar gemacht. Übungen sind oft abwechslungsreicher und kognitiv anspruchsvoller.
- ◆ Die oftmals offenen Aufgabenstellungen im japanischen Mathematikunterricht lassen Lösungen unterschiedlicher Güte zu. Dies scheint eine Form impliziter Individualisierung innerhalb der leistungsheterogenen Jahrgangsguppe zu sein.
- ◆ Die Lehrerin oder der Lehrer bestimmt auch in Japan – nicht anders als in Deutschland und den USA – das Unterrichtsgeschehen. Aber das Interaktions-tempo ist im japanischen Unterricht langsamer und läßt Schülern etwas mehr Zeit zur Entfaltung. Sozialformen wechseln häufiger. In Schülerarbeitsphasen ist Gruppen- oder Partnerarbeit öfter als in Deutschland anzutreffen.

Abbildung 9: Hauptsächliche Unterrichtsziele der videographierten Mathematikstunden (Lehrerangaben in Prozent)



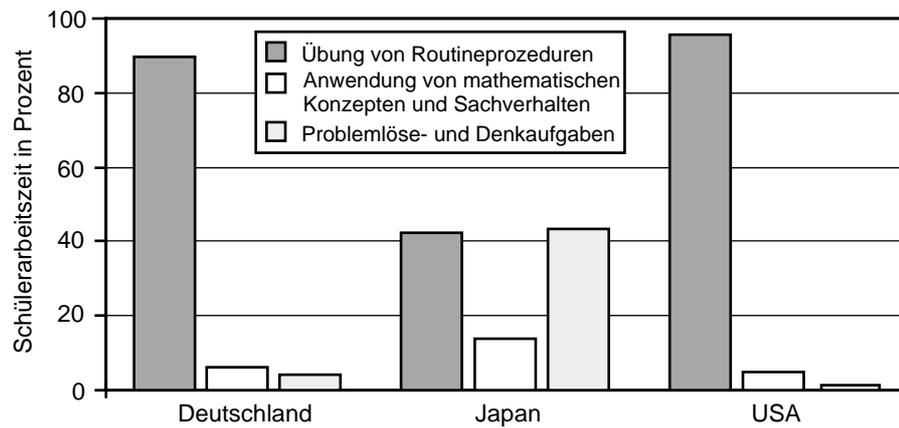
IEA. Third International Mathematics and Science Study (Stigler u.a., 1996).

Abbildung 10: Unterrichtsstunden, in denen Lehrer oder Schüler alternative Lösungswege entwickeln (in Prozent)



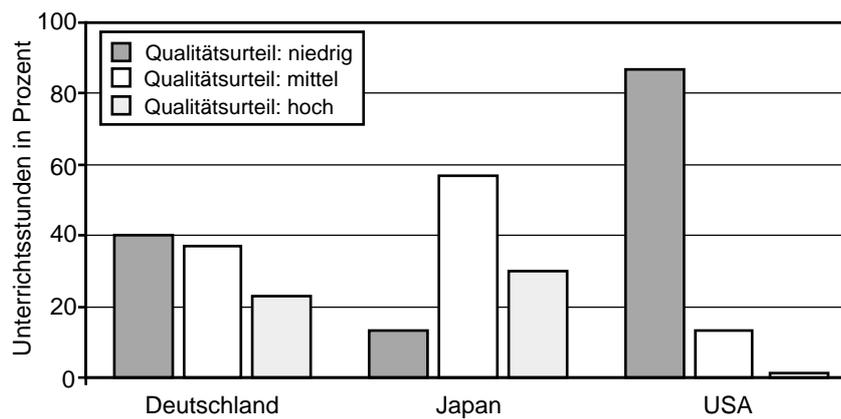
IEA. Third International Mathematics and Science Study (Stigler u.a., 1996).

Abbildung 11: Aufgabenstellungen in Schülerarbeitsphasen nach Aufgabentyp (in Prozent der Schülerarbeitszeit)



IEA. Third International Mathematics and Science Study (Stigler u.a., 1996).

Abbildung 12: Unterrichtsstunden nach mathematischer Qualität (Blindbewertung durch Mathematiker) (in Prozent)



IEA. Third International Mathematics and Science Study (Stigler u.a., 1996).

