

PISA 2003
Untersuchungen zur Kompetenzentwicklung
im Verlauf eines Schuljahres

Manfred Prenzel, Jürgen Baumert, Werner Blum,
Rainer Lehmann, Detlev Leutner, Michael Neubrand,
Reinhard Pekrun, Jürgen Rost und Ulrich Schiefele (Hrsg.)

PISA-Konsortium Deutschland

PISA 2003

Untersuchungen zur Kompetenzentwicklung
im Verlauf eines Schuljahres



Waxmann
Münster/New York
München/Berlin

Bibliografische Informationen Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN 13 978-3-8309-1700-7

ISBN 10 3-8309-1700-7

© 2006 Waxmann Verlag GmbH

Postfach 8603, 48046 Münster

Waxmann Publishing Co.

P.O. Box 1318, New York, NY 10028, USA

www.waxmann.com

info@waxmann.com

Buchumschlag: Christian Averbeck, Münster

Satz: Stoddart Satz- und Layoutservice, Münster

Druck: Hubert & Co., Göttingen

Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier DIN 6738

Alle Rechte vorbehalten. Printed in Germany.

Inhalt

Vorwort	13
1. Untersuchungen zur Kompetenzentwicklung im Verlauf eines Schuljahres: Die Ergebnisse von PISA-I-Plus im Überblick	15
<i>Manfred Prenzel</i>	
1.1 Fragestellungen: Vom Beschreiben zum Erklären	16
1.2 Die Anlage der Untersuchung	17
1.3 Die Entwicklung mathematischer Kompetenz im Verlauf eines Schuljahres	18
1.4 Die Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenz im Verlauf eines Schuljahres	20
1.5 Problemlösen als Prädiktor für zukünftige mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenz	21
1.6 Einfluss der Computernutzung auf mathematische Kompetenz	22
1.7 Der Mathematikunterricht: Bedingungen, Lehr-Lernprozesse und Wirksamkeit	23
1.8 Im Blickpunkt: Merkmale der Schülerinnen und Schüler	24
1.9 Soziale Herkunft und mathematische Kompetenz	25
1.10 Kompetenzentwicklung bei Jugendlichen mit Migrationshintergrund	26
1.11 Die Bedeutung schulischer Faktoren für die Kompetenzentwicklung	27
2. Die Anlage des Längsschnitts bei PISA 2003	29
<i>Manfred Prenzel, Claus H. Carstensen, Katrin Schöps und Carsten Maurischat</i>	
2.1 Der Kontext von PISA-I-Plus	30
2.1.1 Das Anliegen von PISA	31
2.1.2 PISA 2003: Die internationale Studie	32
2.1.3 PISA 2003: Ergänzungen und Erweiterungen in Deutschland	34
2.2 PISA-I-Plus: Fragestellungen	37
2.3 Möglichkeiten und Grenzen der Messwiederholungsstudie PISA-I-Plus	41
2.3.1 Die Erhebung von Veränderungen	41
2.3.2 Modellierung von Veränderungen	43
2.3.3 Messfehler und latente Populationsmodelle	44
2.4 Die Anlage der Messwiederholungsstudie	46
2.4.1 Populationen und Stichproben für den Längsschnitt	47
2.4.2 Erreichte Stichproben	48
2.4.3 Datenerhebung	50
2.4.4 Erhebungsinstrumente 2004	51
2.4.5 Auswertung	52
2.5 Deskription der Stichproben des Längsschnitts	54
2.5.1 Längsschnittpopulation	54
2.5.2 Hauptschulen in der Messwiederholung	56
2.6 PISA – Ein kooperatives Unternehmen	58
Literatur	60

3.	Wie verändert sich die mathematische Kompetenz von der neunten zur zehnten Klassenstufe?.....	63
	<i>Timo Ehmke, Werner Blum, Michael Neubrand, Alexander Jordan und Frauke Ulfig</i>	
3.1	Mathematische Kompetenz aus einer Grundbildungs- und einer Curriculums-Perspektive	63
3.2	Aufbau und Testkonzeptionen in der PISA-Messwiederholung	68
3.2.1	Zwei Testkonzeptionen	68
3.2.2	Skalierung der Testinstrumente	70
3.2.3	Beispielaufgaben	70
3.3	Kompetenzentwicklung in der Mathematik	72
3.3.1	Kompetenzzuwächse auf Individualebene	72
3.3.2	Kompetenzzuwächse auf Klassenebene	76
3.3.3	Kompetenzzuwächse auf Schulebene	77
3.4	Zuwächse in der mathematischen Kompetenz für Teilpopulationen	79
3.5	Zusammenfassung und Diskussion	81
	Literatur	83
4.	Die Entwicklung der naturwissenschaftlichen Kompetenz von der neunten zur zehnten Klassenstufe: Deskriptive Befunde.....	87
	<i>Oliver Walter, Martin Senkbeil, Jürgen Rost, Claus H. Carstensen und Manfred Prenzel</i>	
4.1	Befunde nationaler und internationaler Schulleistungsstudien zur naturwissenschaftlichen Kompetenz von Jugendlichen	88
4.2	Der Naturwissenschaftstest in der Messwiederholungsstudie	93
4.2.1	Das Konzept der naturwissenschaftlichen Grundbildung in PISA	93
4.2.2	Testkonzeption und Testdesign in der Messwiederholungsstudie	94
4.2.3	Psychometrische Kennwerte des Naturwissenschaftstests	96
4.3	Einschätzung der Lehrplanexperten zur curricularen Validität des Naturwissenschaftstests	98
4.4	Entwicklung der naturwissenschaftlichen Grundbildung	100
4.4.1	Die Entwicklung der naturwissenschaftlichen Kompetenz auf Individualebene	101
4.4.2	Die Entwicklung der naturwissenschaftlichen Kompetenz auf Klassenebene	103
4.4.3	Kompetenzzuwächse auf Schulebene	105
4.5	Entwicklung der naturwissenschaftlichen Kompetenz in Subpopulationen	106
4.5.1	Die Entwicklung der naturwissenschaftlichen Kompetenz bei Jungen und Mädchen	106
4.5.2	Die Entwicklung der naturwissenschaftlichen Kompetenz nach sozialer Herkunft und Migrationsstatus	108
4.6	Naturwissenschaftliche und mathematische Kompetenz: Zuwächse und Beziehungen im Vergleich	111
4.6.1	Ein Vergleich der Kompetenzzuwächse in den Naturwissenschaften und in der Mathematik	112

4.6.2	Beziehungen zwischen mathematischer und naturwissenschaftlicher Kompetenz	112
4.7	Zusammenfassung und Diskussion	114
	Literatur	116
5.	Problemlösekompetenz als Prädiktor für zukünftige Kompetenz in Mathematik und in den Naturwissenschaften.....	119
	<i>Detlev Leutner, Jens Fleischer und Joachim Wirth</i>	
5.1	Problemlösekompetenz als fächerübergreifende Kompetenz in PISA 2003	119
5.2	Fächerübergreifende Problemlösekompetenz als Prädiktor für zukünftige fachliche Kompetenzen in PISA-I-Plus 2003	121
5.3	Ergebnisse.....	123
5.3.1	Kompetenzverteilungen und Interkorrelationen der Kompetenzen im Vergleich von PISA-I 2003 und PISA-I-Plus 2003	123
5.3.2	Vorhersage der mathematischen Kompetenz in der zehnten Klasse	126
5.3.3	Vorhersage der naturwissenschaftlichen Kompetenz in der zehnten Klasse	130
5.4	Diskussion und Einordnung der Ergebnisse	133
5.5	Zusammenfassung	135
	Literatur	136
6.	Beeinflusst der Computer die Entwicklung mathematischer Kompetenz?.....	139
	<i>Martin Senkbeil und Jörg Wittwer</i>	
6.1	Einleitung und Überblick	139
6.2	Computernutzung und mathematische Kompetenz	140
6.2.1	Stand der Forschung	140
6.2.2	Kritik an bisherigen Studien	141
6.2.3	Eigene Analysen – Methodisches Vorgehen	142
6.2.4	Eigene Analysen – Ergebnisse	144
6.3	Überprüfung eines theoretischen Modells zum Einfluss der häuslichen Computernutzung auf die mathematische Kompetenzentwicklung	147
6.3.1	Theoretischer Hintergrund und Vorgehen	147
6.3.2	Konzeptualisierung der Computernutzung in PISA 2003	149
6.3.3	Typen der Computernutzung und die Art des Erwerbs computerbezogener Kenntnisse	151
6.3.4	Ergebnisse zum Einfluss der Computernutzung auf die Kompetenzentwicklung in Mathematik	152
6.4	Zusammenfassung und Diskussion	155
	Literatur	159

7.	Mathematikunterricht in den PISA-Klassen 2004: Rahmenbedingungen, Formen und Lehr-Lernprozesse.....	161
	<i>Mareike Kunter, Thamar Dubberke, Jürgen Baumert, Werner Blum, Martin Brunner, Alexander Jordan, Uta Klusmann, Stefan Krauss, Katrin Löwen, Michael Neubrand und Yi-Miau Tsai</i>	
7.1	Mathematikunterricht als Lerngelegenheit	162
7.1.1	Formale Unterrichtsmerkmale: Sichtstrukturen im Mathematikunterricht	163
7.1.2	Merkmale des Lehr-Lernprozesses im Mathematikunterricht	165
7.1.3	Fragestellungen der vorliegenden Untersuchung	167
7.2	Datenbasis	168
7.2.1	Stichprobe	168
7.2.2	Datenquellen zur Erfassung der Unterrichtsbedingungen	169
7.3	Formale Unterrichtsmerkmale: Wie ist der Mathematikunterricht in der zehnten Klassenstufe organisiert?	171
7.3.1	Strukturelle Rahmenbedingungen	171
7.3.2	Instruktionsmodelle des Unterrichts	172
7.3.3	Sozial- und Lernformen des Unterrichts	173
7.4	Merkmale des Lehr-Lernprozesses: Klassenführung, Potential zur kognitiven Aktivierung und konstruktive Unterstützung	175
7.4.1	Erfassung der Klassenführung	176
7.4.2	Erfassung des Potentials zur kognitiven Aktivierung	176
7.4.3	Erfassung der konstruktiven Unterstützung	179
7.4.4	Das empirische Unterrichtsmodell	180
7.5	Welche Unterrichtsmerkmale fördern die mathematische Leistungsentwicklung?	181
7.5.1	Analysemodell	181
7.5.2	Ergebnisse	184
7.6	Zusammenfassende Bewertung	186
7.6.1	Die angemessene Erfassung von Unterricht: Ein komplexes Unterfangen	187
7.6.2	Der Unterricht der PISA-Schülerinnen und -Schüler: Eine normative Bewertung	188
7.6.3	Die Wirksamkeit von Unterricht: Leistungsförderlicher Mathematik- unterricht ist effizient strukturiert und kognitiv anregend	189
	Literatur	190
8.	Im Blickpunkt: Schülermerkmale.....	195
8.1	Selbstvertrauen, Engagement und Lernverhalten in Mathematik	195
	<i>Anne C. Frenzel, Reinhard Pekrun und Karin Zimmer</i>	
8.1.1	Konstrukte und ihre Erfassung	197
8.1.2	Veränderung der Schülermerkmale von der neunten zur zehnten Jahrgangsstufe	198
8.1.3	Zusammenhänge der Schülermerkmale mit der mathematischen Kompetenz	202
8.1.4	Schlussfolgerungen	208

8.2	Disparitäten zwischen Jungen und Mädchen in der mathematischen Kompetenz	209
	<i>Katrin Schöps, Oliver Walter, Karin Zimmer und Manfred Prenzel</i>	
8.2.1	Bedingungen für Kompetenzunterschiede bei Mädchen und Jungen	211
8.2.2	Erwartete Kompetenzunterschiede und Kompetenzentwicklungen von Mädchen und Jungen im Verlauf eines Schuljahres	212
8.2.3	Stichprobe und Methoden	213
8.2.4	Deskriptive Befunde zu mathematischen Kompetenzen und mathematikbezogenen Emotionen und Motivationen von Jungen und Mädchen	216
8.2.5	Die Bedeutung von Schüler- und Klassenmerkmalen für die mathematische Kompetenz von Jungen und Mädchen	218
8.2.6	Zusammenfassung und Diskussion	220
	Literatur	221
9.	Soziale Herkunft, elterliche Unterstützungsprozesse und Kompetenzentwicklung	225
	<i>Timo Ehmke, Fanny Hohensee, Thilo Siegle und Manfred Prenzel</i>	
9.1	Die Bedeutung der familiären Herkunft für die Kompetenzentwicklung in Mathematik	226
9.1.1	Wie verändern sich soziale Disparitäten in der mathematischen Kompetenz im Verlauf der Schulzeit?	226
9.1.2	Die Bedeutung von Struktur- und Prozessmerkmalen des Elternhauses für den Kompetenzerwerb	229
9.1.3	Zusammenhang zwischen Merkmalen der sozialen Herkunft und Kompetenzerwerb: Ein Struktur-Prozess-Modell	231
9.2	Methode	235
9.2.1	Stichprobe	235
9.2.2	Variablen	235
9.2.3	Technisches Vorgehen	237
9.3	Ergebnisse	237
9.3.1	Wie verändern sich soziale Disparitäten der mathematischen Kompetenz im Verlauf eines Schuljahres?	237
9.3.2	Die Bedeutung von Struktur- und Prozessmerkmalen des Elternhauses für den Erwerb von mathematischer Kompetenz	239
9.4	Zusammenfassung und Diskussion	243
	Literatur	245

10.	Die Entwicklung der mathematischen und der naturwissenschaftlichen Kompetenzen von Jugendlichen mit Migrationshintergrund im Verlauf eines Schuljahres.....	249
	<i>Oliver Walter</i>	
10.1	Migration, Integration und Bildungserfolg	250
10.2	Bedingungen der Kompetenzentwicklung von Jugendlichen mit Migrationshintergrund	252
10.3	Erwartete Kompetenzentwicklungen im Verlauf eines Schuljahres	255
10.4	Zielpopulation, Erhebungsinstrumente und statistische Methoden	256
10.4.1	Zielpopulation	256
10.4.2	Erhebungsinstrumente	259
10.4.3	Statistische Methoden	260
10.5	Kompetenzentwicklung bei Jugendlichen mit Migrationshintergrund: Empirische Befunde	261
10.5.1	Kompetenzzuwächse in Mathematik und in den Naturwissenschaften	261
10.5.2	Disparitäten in der Aufenthaltsdauer, in der Sprache und in den familiären Ressourcen	264
10.5.3	Bedingungen der Kompetenzentwicklung von Jugendlichen mit Migrationshintergrund	266
10.6	Zusammenfassung und Diskussion	272
	Literatur	273
11.	Die Bedeutung schulischer Faktoren für die Kompetenzentwicklung in Mathematik und in den Naturwissenschaften	277
	<i>Martin Senkbeil</i>	
11.1	Einleitung und Überblick	277
11.2	Welche Befunde sind vor dem Hintergrund des aktuellen Forschungsstands zu erwarten?	278
11.2.1	Forschungsstand zur Schulentwicklung und Schuleffektivität	278
11.2.2	Konzeption der Schul- und Lehrertypologie	280
11.3	Zusammenhänge zwischen der Schultypologie und Kompositionsmerkmalen	286
11.3.1	Methodisches Vorgehen	286
11.3.2	Ergebnisse zu den Schultypen	287
11.4	Zusammenhänge zwischen der Lehrertypologie und Kompositionsmerkmalen	290
11.5	Welche Zusammenhänge bestehen zwischen den Einschätzungen der Schulleitungen und Lehrkräfte?	294
11.6	Welchen Einfluss besitzen die Schultypen auf die Kompetenzveränderung in Mathematik und in den Naturwissenschaften?	296
11.7	Welchen Einfluss besitzen die Lehrertypen auf die Kompetenzveränderung in Mathematik und in den Naturwissenschaften?	301
11.8	Zusammenfassung und Diskussion	304
	Literatur	307

12.	Technische Grundlagen für die Messwiederholung	309
	<i>Claus H. Carstensen</i>	
12.1	Stichprobe, Gewichtung und Standardschätzfehler	309
12.2	Konstruktion der Kompetenztests	311
12.2.1	Auswahl der Aufgaben für die Tests zur mathematischen Kompetenz	312
12.2.2	Psychometrische Eigenschaften der Kompetenztests	313
12.3	Die Skalierung der Kompetenztests für den Längsschnitt	315
12.3.1	Kontrolle der Dimensionalität	316
12.3.2	IRT-Modelle zur Veränderungsmessung	317
12.3.3	Latente Regression auf Hintergrundinformationen	318
12.4	In PISA verwendete Verfahren zur Datenanalyse – Glossar	319
	Literatur	322
	Abbildungsverzeichnis	325
	Tabellenverzeichnis	327
	Abkürzungsverzeichnis	329

Vorwort der Präsidentin der Kultusministerkonferenz

Die Leistungsfähigkeit unseres Bildungswesens und die Wirkungen der von den Ländern eingeleiteten Reformen müssen sich auch weiterhin dem internationalen Vergleich stellen. Deshalb wird sich Deutschland auch in Zukunft regelmäßig am „Programme for International Student Assessment“ (PISA) beteiligen.

Dank PISA orientieren wir uns bei diesem Bildungsmonitoring inzwischen vor allem an den Prozessen und Ergebnissen des Lernens. Die Kultusministerkonferenz hat im Juni 2006 eine entsprechende Gesamtstrategie beschlossen, in der die internationalen Schulleistungsuntersuchungen systematisch mit der zentralen Überprüfung der nationalen Bildungsstandards sowie den Vergleichsarbeiten, die länderintern und länderübergreifend über die Leistungsfähigkeit einzelner Schulen Auskunft geben, verknüpft werden.

Die Kultusministerkonferenz hat sich darüber hinaus entschieden, die Beteiligung an PISA auch zu nutzen, um weiterführende Erkenntnisse über Bedingungen von Bildungsergebnissen zu gewinnen. Die internationalen und nationalen PISA-Vergleiche liefern eine Vielzahl an Befunden, weisen auf Fortschritte und Herausforderungen hin, beantworten aber nicht die oft gestellten Fragen nach den Gründen für das Abschneiden. Sie beschreiben zunächst nur vielfältige Ergebnisse und berichten über so genannte „Hintergrundmerkmale“ der sozialen Herkunft oder über die Lernbedingungen an den Schulen. Die PISA-Systematik gestattet es jedoch nicht, festgestellte Unterschiede oder Beziehungen zwischen Merkmalen im Sinne von Ursachen zu interpretieren.

Bereits bei PISA 2000 wurden deshalb zusätzliche Erhebungen an einem zweiten Testtag durchgeführt, die unter anderem dazu dienen, mit stärker curricular ausgerichteten nationalen Tests die Gültigkeit der internationalen Ergebnisse für die Schulen in Deutschland abzusichern. Mit diesen Zusatzerhebungen konnten die Befunde für Deutschland sehr viel differenzierter beschrieben und interpretiert werden.

Ebenso bedeutsam ist, dass der Untersuchungsansatz bei PISA 2003 durch eine Längsschnittkomponente ergänzt worden ist: An den Schulen, die bei PISA 2003 am internationalen Vergleich teilnahmen, wurden jeweils zwei komplette neunte Klassen per Zufall ausgewählt. Diese Klassen wurden bei der regulären Erhebung im Jahr 2003 sowie ein Jahr später in der zehnten Jahrgangsstufe erneut getestet. Dieser Untersuchungsansatz bietet zum einen die Möglichkeit, Fortschritte im Verlauf eines Schuljahres abzubilden. Zum anderen erlaubt ein solches Längsschnittdesign eine sehr viel aussagekräftigere Analyse über Bedingungen, die den Kompetenzerwerb beeinflussen, wie die didaktischen Merkmale des Mathematikunterrichts, die in der neunten Klasse eingesetzten Lehrkräfte, die unterschiedlichen Merkmale von Schulen oder der Einfluss des Elternhauses.

Der vorliegende Band präsentiert wichtige Ergebnisse dieser an PISA 2003 angekoppelten Längsschnittstudie. Diese Befunde liefern nun nicht die schlagzeilenträchtigen Rangordnungen von Staaten, Ländern oder Schularten. In Anbetracht der Komplexität von Bildungssystemen und Bildungsprozessen ist auch nicht mit einfachen Rezepten zur Weiterentwicklung der Schule in Deutschland zu rechnen. Vielmehr erwartet die Kultusministerkonferenz empirisch solide Aufschlüsse über Bedingungen der Kompetenzentwicklung, die eine nachweisbare – oder aber keine – Rolle spielen.

Diese Ergebnisse können und sollen zu einer empirisch fundierten Planung von Bildungsprozessen beitragen. Sie werden in den Kapiteln den Bedingungebenen Elternhaus, Unterricht und Schule zugeordnet, die zugleich auch als mögliche Handlungsebenen verstanden werden können. Insofern sind die Erkenntnisse dieses Bandes nicht nur für die Bildungspolitik bedeutsam, sondern ebenso für viele andere Akteure im Bildungssystem. Ich danke den Autoren der Längsschnittuntersuchung für ihren wichtigen Beitrag, der neue Erkenntnisse und Handlungsmöglichkeiten für die weitere Qualitätsentwicklung des deutschen Bildungswesens aufzeigt.

Bonn, im November 2006

Ute Erdsiek-Rave

Präsidentin der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder

1 Untersuchungen zur Kompetenzentwicklung im Verlauf eines Schuljahres: Die Ergebnisse von PISA-I-Plus im Überblick

Manfred Prenzel

Die Veröffentlichungen der Ergebnisse von PISA, dem *Programme for International Student Assessment* der OECD, haben bisher in Deutschland bei jeder Runde starke Aufmerksamkeit erfahren. Mit Besorgnis, manchmal auch mit Verwunderung, hat die Öffentlichkeit die Leistungen der Schülerinnen und Schüler bei PISA 2000 und PISA 2003 zur Kenntnis genommen. Der Abstand zur internationalen Spitzengruppe in den untersuchten Kompetenzbereichen Lesen, Mathematik und Naturwissenschaften oder der für Deutschland berichtete enge Zusammenhang zwischen sozialer Herkunft und Kompetenz bestimmten häufig die Diskussion.

PISA wird weiterhin alle drei Jahre über Bildungsergebnisse informieren, die in den einzelnen OECD-Staaten erreicht werden. Eine auf Dauer angelegte Beobachtung von Bildungssystemen mit einem festen Bestand an Indikatoren soll politisch relevantes Steuerungswissen bereit stellen. So wird PISA auch in Zukunft auf Stärken und Schwächen der Schulen hinweisen und Anlass zu Vergleichen geben. Da PISA zusätzlich zu den Testergebnissen umfassende Daten über die Schülerinnen und Schüler, ihre häuslichen und schulischen Umgebungen sowie über organisatorische Rahmenbedingungen präsentiert, wird ebenfalls die Suche nach Erfolgsfaktoren weiter gehen. Kandidaten für „Erfolgsgeheimnisse“ sind alle Besonderheiten, die erfolgreiche Staaten auszeichnen. Allerdings sind die Befunde hier häufig inkonsistent, denn sie können leicht durch Gegenbeispiele widerlegt werden. Letztlich findet man über alle Staaten hinweg unzählige Merkmale, die mit Leistung „zusammenhängen“. Doch sind viele der Zusammenhänge, auch diejenigen, die sich statistisch absichern lassen, oft nur schwach ausgeprägt. Korrelationen können unter bestimmten Umständen genutzt werden, um Vorhersagen zu treffen, aber Korrelationen lassen keine Rückschlüsse auf Faktoren zu, die für die Kompetenzentwicklung kausal relevant sind und damit Unterschiede in den Bildungsergebnissen bewirken.

So informativ und anregend das *Programme for International Student Assessment* der OECD ist, handelt es sich doch vom Design her letztlich um eine große Überblicksstudie, die auch mit ihren Korrelationsbefunden in erster Linie Beschreibungswissen liefert. Allerdings wünscht man sich gerade in Anbetracht problematischer Ergebnisse

nicht nur Beschreibungen, sondern man erhofft sich Erklärungen. Erklärungswissen wird vor allem dann benötigt, wenn man Maßnahmen zur Verbesserung der Ergebnisse finden und vernünftig begründen möchte.

1.1 Fragestellungen: Vom Beschreiben zum Erklären

Auf der Suche nach kausal bedeutsamen Einflussgrößen gelangen selbst raffinierte statistische Auswertungsverfahren an ihre Grenzen, wenn – wie normalerweise bei PISA – die zu erklärenden Bildungsergebnisse nur zu einem Zeitpunkt (in einer Querschnittsstudie also) gemessen wurden. Wenn man empirisch abgesichert wissen möchte, welche Rolle bestimmte Bedingungen für die Kompetenzentwicklung spielen, muss man das internationale Design von PISA erweitern.

Aus diesen Gründen hat das PISA-Konsortium Deutschland der Ständigen Konferenz der Kultusminister (KMK) angeboten, das internationale Untersuchungsdesign bei PISA 2003 um eine Längsschnittkomponente mit zwei Messzeitpunkten zu erweitern. Die als *PISA-I-Plus* bezeichnete Teilstudie ergänzt somit die anderen Komponenten der Untersuchung in Deutschland: den internationalen Vergleich (PISA-I) und den nationalen Vergleich der Länder (PISA-E). Mit Unterstützung der KMK konnte bei PISA 2003 eine Stichprobe von Schülerinnen und Schülern (beziehungsweise von Klassen) im Verlauf eines Jahres zweimal getestet werden: am Ende der 9. und am Ende der 10. Jahrgangsstufe, also am Ende der Sekundarstufe I.

Die Erweiterung des internationalen Untersuchungsansatzes durch ein längsschnittliches Erhebungsdesign verfolgt *zwei übergeordnete Fragestellungen*:

(1) Es sollen Veränderungen und *Entwicklungen*, speziell der mathematischen und der naturwissenschaftlichen Kompetenz, im Verlauf eines Schuljahres beschrieben werden, und

(2) es sollen *Bedingungsfaktoren* im Elternhaus, im Unterricht und in der Schule identifiziert werden, die Einfluss haben auf die Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler.

PISA-I-Plus nutzt die ausgezeichneten Stichproben und Instrumente der internationalen Studie und baut mit einem verhältnismäßig kleinen Aufwand die Grundanlage der internationalen Untersuchung aus. Die Erkenntnisse können deshalb sehr gut zur Interpretation der PISA-Ergebnisse herangezogen werden. Generell bietet die Studie die Gelegenheit, Erklärungsmodelle an einem exzellenten Datensatz zu prüfen. Der Ausbau von PISA in Richtung einer Längsschnittstudie mit einem Mehrebenenansatz ist auch international ein neuer Forschungszugang, der mit großem Interesse verfolgt wird.

1.2 Die Anlage der Untersuchung

Der Ausgangspunkt für PISA-I-Plus war die internationale Schulstichprobe von PISA 2003 (ohne Förder-/Sonderschulen und berufliche Schulen). In diesen (198) Schulen wurden per Zufall zwei 9. Klassen zusätzlich zur international vorgeschriebenen Stichprobe der Fünfzehnjährigen gezogen und dann getestet. An der *ersten Messung auf der 9. Klassenstufe* (im Jahr 2003) mit den üblichen *internationalen Erhebungsverfahren* nahmen 387 Klassen mit insgesamt 8559 Schülerinnen und Schülern teil.

Diese Stichprobe absolvierte ebenfalls einen zweiten Testtag, an dem zusätzliche nationale (stärker curricular orientierte) Tests für Mathematik und Naturwissenschaften sowie ein ergänzender nationaler Schülerfragebogen zu bearbeiten waren. Der Fragebogen betraf unter anderem Wahrnehmungen des Mathematikunterrichts, Skalen zu motivationalen Orientierungen und Einstellungen sowie Fragen zur Vertrautheit mit Computern. Die Eltern dieser Schülerinnen und Schüler erhielten einen (nationalen) Fragebogen. Außerdem wurden die Lehrkräfte, die in den ausgewählten Klassen Mathematik unterrichteten, nicht nur mit einem Fragebogen befragt, sondern auch gebeten, an der COACTIV-Studie mitzuwirken. Dieses DFG-Projekt (von J. Baumert, W. Blum & M. Neubrand) untersuchte mit unterschiedlichen Verfahren sehr ausführlich und intensiv professionelle Kompetenzen der Lehrkräfte. Schließlich erhielt eine Stichprobe von Mathematik- und Naturwissenschaftslehrkräften an den beteiligten Schulen einen Lehrerfragebogen, der die an die Schulleitung gerichteten (internationalen und nationalen) Schulfragebögen ergänzte.

Ziel war es, diese Stichprobe möglichst umfassend ein Jahr später (2004), nun auf der 10. Jahrgangsstufe, noch einmal in Mathematik und den Naturwissenschaften zu testen. Der in der Mathematik verwendete Aufgabenpool ließ die Skalierung von zwei unterschiedlich akzentuierten Tests zu: erstens einen stark auf die Lehrpläne der 10. Klassenstufe bezogenen („schulorientierten“) Test, und zweitens einen umfassenderen, auf vielfältige Anwendungen und Kontexte ausgerichteten („lebensbezogenen“) Test mathematischer Grundbildung. Diese Tests waren so angelegt, dass Kompetenzzuwächse zuverlässig beschrieben und auf die internationale PISA-Skalierung bezogen werden konnten. Außerdem erhielten die Schülerinnen und Schüler wiederum einen Fragebogen, der insbesondere Wahrnehmungen (zum Beispiel von Schule und Unterricht) und Orientierungen erfasste, die sich im Verlauf des Schuljahres ändern konnten. Auch die Eltern wurden 2004 ein zweites Mal über Einstellungen zur Mathematik und ihre Lernunterstützungen befragt.

Die Stichprobe, die auf der 10. Jahrgangsstufe ein zweites Mal untersucht werden konnte, war gegenüber der ersten Erhebung in mancher Hinsicht reduziert worden: Da in vielen Ländern in Deutschland die Hauptschulen nur neun Jahrgangsstufen umfassen, konnte für diese Schulart keine aussagekräftige Messwiederholung durchgeführt werden. Veränderungen der Stichprobe ergaben sich auch durch Nichtversetzungen oder Schulwechsel. Die Population der Messwiederholung umfasst dementsprechend ausschließlich Schülerinnen und Schüler, die an allgemein bildenden Schulen inner-

halb eines Jahres von der 9. in die 10. Klassenstufe gewechselt sind und die in der besuchten Schulart einen mittleren Bildungsabschluss erwerben konnten. Bezogen auf diese Grundgesamtheit, umfasste die repräsentative Stichprobe 6020 Schülerinnen und Schüler (aus 275 Klassen an 152 Schulen). Für die Analysen auf Klassenebene war es entscheidend, die Klassenstichprobe so zu definieren, dass weitgehend der Klassenverband von der 9. zur 10. Jahrgangsstufe erhalten bleiben sollte. Mindestens zehn Schülerinnen und Schüler innerhalb einer Klasse mussten an den beiden Erhebungen teilgenommen haben, damit die Klasse in die Stichprobe aufgenommen werden konnte. Unter diesen Kriterien reduzierte sich die Stichprobe für Analysen auf Klassenebene auf 4353 Schülerinnen und Schüler in 194 Klassen (aus 119 Schulen). Für diesen Klassenschnitt liegen auch die differenzierten Angaben aus der COACTIV-Studie über die Lehrkräfte vor, die dort Mathematik unterrichten.

1.3 Die Entwicklung mathematischer Kompetenz im Verlauf eines Schuljahres

Für die Untersuchung der mathematischen Kompetenz und ihrer Entwicklung vom Ende der 9. zum Ende der 10. Jahrgangsstufe lag ein umfassender und vielfältiger Aufgabenpool vor. Er setzte sich zusammen aus den Items des umfangreichen internationalen Mathematiktests bei PISA 2003, aus Aufgaben des am zweiten Testtag eingesetzten nationalen Tests sowie weiteren Aufgaben, die speziell entwickelt wurden, um Lehrplananforderungen der 10. Jahrgangsstufe in Deutschland abzubilden.

Ziel war es, zum einen zu beschreiben, inwieweit die Schülerinnen und Schüler ihre mathematische Kompetenz in Richtung schulischer Anforderungen entwickeln. Zum anderen sollte aber auch erfasst werden, wie sich die breiter gefasste mathematische Kompetenz entwickelt, die nicht nur auf schulische Anforderungen, sondern auch auf grundlegende, vielfältige Anwendungszusammenhänge und Situationen außerhalb und nach der Schule bezogen ist. Mit der Differenzierung zwischen einem stärker curricular orientierten Test („Mathematik für die Schule“) und einem eher auf eine umfassende mathematische Grundbildung bezogenen Test („Mathematik für das Leben“) kann beschrieben werden, wie die Schülerinnen und Schüler in ihrer Entwicklung den Lehrplananforderungen der aktuellen Jahrgangsstufe gerecht werden und inwieweit sie ihre grundlegenden mathematischen Kompetenzen für vielfältige Anforderungen des Lebens konsolidieren oder weiter ausbauen.

Wie die Befunde zeigen, konnten die Schülerinnen und Schüler während des Jahres ihre mathematische Kompetenz im Durchschnitt deutlich weiter entwickeln. Der Zuwachs für den curricular orientierten Test betrug durchschnittlich 27 Punkte, für den Grundbildungstest 25 Punkte. Die Schülerinnen und Schüler konnten diese unterschiedlich akzentuierten mathematischen Kompetenzen also in einer vergleichbaren Größenordnung ausbauen.

Bei der Betrachtung auf Individualebene stellt sich jedoch heraus, dass sich die Zuwächse sehr unterschiedlich auf die Schülerinnen und Schüler verteilen: Tatsächlich sind es nur etwa 60 Prozent der Schülerinnen und Schüler, die im curricular orientierten beziehungsweise grundbildungsbezogenen Test ihre Leistungen deutlich verbessern. Für eine Teilgruppe mit einer Größenordnung von 8 Prozent sind deutliche Leistungsabnahmen zu verzeichnen. Etwa ein Drittel der Schülerinnen und Schüler stagniert in der Leistungsentwicklung. Dies gilt für die stärker „schulbezogene“ Testvariante ebenso wie für die stärker „grundbildungsorientierte“ Testversion. Die Ergebnisse für die beiden Testvarianten überlappen sich in einem starken Maße.

Die Befunde unterstreichen also, dass knapp zwei Drittel der Schülerinnen und Schüler im Verlauf eines Schuljahres ausgeprägte Fortschritte in ihrer Kompetenzentwicklung machen (die deutlich über 25 Punkten liegen). Andererseits bleibt eine sehr große Gruppe, die keine Fortschritte erkennen lässt, weder in den curriculumbezogenen Aufgaben noch in den Grundbildungsitens. Bemerkenswert ist, dass diese Gruppe sich auf alle Leistungsniveaus in etwa gleich verteilt. Letztlich ist es aber ein dramatisches Ergebnis, dass 40 Prozent der Schülerinnen und Schüler nach einem Jahr Mathematikunterricht keine Leistungsfortschritte erkennen lassen.

Betrachtet man das Bild auf Klassenebene, dann kann für 89 Prozent der Klassen eine deutliche Leistungsverbesserung (in den zusammengefassten Mittelwerten) verzeichnet werden. Das bedeutet, dass die Unterschiede in der Leistungsentwicklung sich weitgehend innerhalb der Klassen verteilen. Dennoch musste in circa 6 Prozent der Klassen eine deutliche Leistungsverschlechterung beobachtet werden; in einer etwa gleich großen Zahl von Klassen sind keine bedeutsamen Veränderungen im Klassenmittelwert zu verzeichnen. Auch hier liegen die Ergebnisse der beiden Testvarianten eng beieinander. In 11 Prozent der Klassen konnten die Schülerinnen und Schüler insgesamt (im Mittel) somit nicht von dem Jahr Mathematikunterricht profitieren.

Betrachtet man die Kompetenzzuwächse auf Schulebene, dann sind bei 97 Prozent der Schulen im Mittel deutliche Leistungsverbesserungen im Verlauf eines Schuljahres festzustellen.

Insgesamt ergibt sich ein sehr ähnliches Bild, wenn die Kompetenzentwicklung an den beiden Testvarianten gemessen wird. Die Befunde zeigen hier außerdem, dass es keine bedeutsamen differentiellen Effekte der Testversionen bei unterschiedlichen Teilgruppen gibt, die nach Geschlecht, sozialer Herkunft oder Migrationsstatus gebildet werden.

Der Vergleich der Mathematikleistungen, die auf der 9. und dann auf der 10. Jahrgangsstufe von Schülerinnen und Schülern, Klassen und Schulen erreicht werden, liefert aufschlussreiche Befunde. Auf die Frage, was sie in einem Jahr Mathematikunterricht gelernt haben, müssten etwa 40 Prozent der Schülerinnen und Schüler mit „nichts“ antworten. Viele haben weder die laut Lehrplan geforderten Kompetenzen entwickelt noch ihre mathematische Grundbildung ausgebaut. Dieser Befund signalisiert ebenso Handlungsbedarf wie das Ergebnis, dass 11 Prozent der Klassen im Durchschnitt trotz eines Jahres Mathematikunterricht nicht erkennbar dazu lernen konnten.

1.4 Die Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenz im Verlauf eines Schuljahres

Um die Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenz von der 9. zur 10. Jahrgangsstufe untersuchen zu können, ließ die verfügbare Testzeit nur ein Verfahren zu. Deshalb wurde entschieden, Aufgaben aus dem nationalen Naturwissenschaftstest von PISA 2003 zu verwenden, die etwas stärker den Lehrplananforderungen (auf der 9. und zunehmend auf der 10. Klassenstufe) in Deutschland gerecht werden als der internationale Test. Eine Differenzierung nach einzelnen naturwissenschaftlichen Fächern war im Rahmen der Testzeit nicht möglich.

Die Befunde zeigen auf *Individualebene* einen durchschnittlichen Kompetenzzuwachs von 21 Punkten vom Ende der 9. zum Ende der 10. Jahrgangsstufe. Dieser durchschnittliche Zuwachs naturwissenschaftlicher Kompetenz ist bedeutsam, fällt aber geringer aus als die Leistungsunterschiede zwischen Klassenstufen, die bei PISA bisher bei einer querschnittlichen Betrachtung zu beobachten waren. Allerdings sind es nur 44 Prozent der Schülerinnen und Schüler, bei denen ein signifikanter Zuwachs in der naturwissenschaftlichen Kompetenz festzustellen ist. Bei einer Gruppe von 19 Prozent fallen die Naturwissenschaftsleistungen auf der 10. Jahrgangsstufe sogar deutlich schlechter aus als auf der 9. Jahrgangsstufe. Der Kompetenzerwerb bei dieser Gruppe war offensichtlich überhaupt nicht nachhaltig. Die Befunde deuten darauf hin, dass weniger als die Hälfte der Schülerinnen und Schüler während des letzten Schuljahres auf der Sekundarstufe I deutlich vom Naturwissenschaftsunterricht profitieren konnte. Bei dieser Gruppe fallen die Kompetenzzuwächse selbstverständlich sehr viel größer aus als der Mittelwert von 21 Punkten, der für die gesamte Gruppe beobachtet wurde. Allerdings haben sich die Leistungsunterschiede zwischen den Schülerinnen und Schülern im Verlauf des Schuljahres nicht vergrößert. Von der Leistungsstagnation waren offensichtlich auch viele Schülerinnen und Schüler betroffen, die auf der 9. Klassenstufe relativ gut abgeschnitten hatten. Umgekehrt konnten sich auch einige der schwächeren Schülerinnen und Schüler verbessern.

Betrachtet man die Ergebnisse auf Klassenebene, dann konnten etwa 70 Prozent der Klassen ihre durchschnittliche Naturwissenschaftsleistung im Verlauf des Schuljahres deutlich verbessern. Allerdings sind bei 15 Prozent der Klassen beträchtliche Leistungsabnahmen zu verzeichnen. Bei diesen Befunden ist zu berücksichtigen, dass die Schülerinnen und Schüler am Ende der Sekundarstufe I (je nach Land und Schulart) – anders als in der Mathematik – unterschiedliche Angebote naturwissenschaftlichen Fachunterrichts erhalten haben. Allerdings kann dies nicht als Begründung dafür dienen, dass sich 30 Prozent der Klassen während dieses Jahres in der naturwissenschaftlichen Kompetenz nicht weiter entwickeln konnten.

Auf der Schulebene zeigt sich, dass circa 80 Prozent der Schulen sich signifikant in ihren Naturwissenschaftsleistungen verbessern konnten. Bei 11 Prozent der Schulen waren deutliche Leistungsabnahmen zu beobachten. Auch dieser Befund, dass über

20 Prozent der Schulen nach einem Jahr Unterricht am Ende der ersten Sekundarstufe keine durchschnittlichen Verbesserungen in der naturwissenschaftlichen Kompetenz ihrer Schülerinnen und Schüler erkennen lassen, signalisiert Handlungsbedarf.

Betrachtet man die Entwicklungen bei verschiedenen Teilgruppen, dann vergrößert sich die Geschlechterdifferenz in der naturwissenschaftlichen Kompetenz durch etwas größere Zuwächse bei den Jungen weiterhin zu deren Gunsten. Keine (signifikanten) differentiellen Leistungsentwicklungen konnten für andere Teilgruppen gefunden werden, die nach sozialer Herkunft und Migrationsstatus unterschieden.

Insgesamt unterstreichen diese Befunde, dass es in Deutschland nach wie vor gilt, die große Herausforderung eines kumulativ aufbauenden naturwissenschaftlichen Unterrichts zu bewältigen. Anders als in der Mathematik besteht in den aufgefächerten Naturwissenschaften das Problem, dass eine Kontinuität des Fachunterrichts bisher nicht gewährleistet ist. Allerdings liefern diese Rahmenbedingungen keine Rechtfertigung für den Befund, dass mehr als die Hälfte der Jugendlichen (und 30 Prozent der Klassen) im Verlauf eines Schuljahres ihre naturwissenschaftliche Kompetenz nicht weiter entwickeln konnte, sondern zum Teil sogar abbaute.

1.5 Problemlösen als Prädiktor für zukünftige mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenz

Die Untersuchungen zum Problemlösen als fächerübergreifende Kompetenz bei PISA 2003 lieferten für Deutschland bemerkenswerte Ergebnisse. Es zeigte sich, dass hier die Leistungen über dem internationalen Durchschnitt lagen. Dieser Befund war unter anderem deshalb erstaunlich, weil die Mathematikleistungen deutlich unter den Leistungen in dem Problemlösetest lagen, der analytische Denkfähigkeiten erforderte und stark mit dem Mathematiktest korrelierte. Verschiedene Ergebnisse (auch des Ländervergleichs) wiesen darauf hin, dass in Deutschland die kognitiven Potentiale noch nicht überall angemessen in domänenspezifische (z.B. mathematische) Kompetenz umgesetzt werden.

Vor diesem Hintergrund wird im Rahmen von PISA-I-Plus der Frage nachgegangen, inwieweit die auf der 9. Jahrgangsstufe gemessene fächerübergreifende Problemlösekompetenz zur Vorhersage der (domänenspezifischen) mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenz am Ende der 10. Jahrgangsstufe beiträgt.

Wie die Analysen zeigen, leistet die in der 9. Klasse gemessene fächerübergreifende Problemlösekompetenz tatsächlich einen, wenn auch kleinen, eigenständigen Beitrag zur Vorhersage der mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenz am Ende der Sekundarstufe I. Dieser Beitrag fällt in Relation zu der im Modell ebenfalls berücksichtigten fachspezifischen Kompetenz auf der 9. Jahrgangsstufe deutlich kleiner aus, ist aber gewichtiger als der Vorhersagebeitrag der kognitiven Grundfähigkeiten. Die Befunde weisen also darauf hin, dass es – bei sonst gleicher Grundfähigkeit und mathe-

matischer Kompetenz – einen Unterschied für die weitere Entwicklung mathematischer Kompetenz macht, ob die fächerübergreifende Problemlösekompetenz mehr oder weniger stark ausgeprägt ist.

1.6 Einfluss der Computernutzung auf mathematische Kompetenz

Bestandteil der Erhebungen zu fächerübergreifenden Kompetenzen sind bei PISA auch Fragen zur Computernutzung und Vertrautheit mit Informationstechnologien. Diese Daten wurden nicht nur deskriptiv verwendet, sondern in einigen Studien auch mit dem Kompetenzerwerb in Zusammenhang gebracht. So wurde unter anderem in einer aktuellen vertiefenden Studie der OECD auf der Basis von PISA 2003 berichtet, dass Jugendliche mit langer Computererfahrung eine signifikant höhere mathematische Kompetenz erreichten als Schülerinnen und Schüler, die nur selten Computer nutzen. Diese Befunde stehen im Widerspruch zu anderen Reanalysen von Daten aus PISA 2000, die eher beeinträchtigende Effekte der Computernutzung feststellten.

Entsprechende Kontroversen verdeutlichen die Grenzen des internationalen PISA-Designs mit einem Messzeitpunkt, Behauptungen über Einflussfaktoren ernsthaft empirisch zu prüfen. Die Vermutungen können nun jedoch anhand der Längsschnittdaten aus PISA-I-Plus solide geprüft werden. Bei diesen Analysen wurden zugleich (neben der sozialen Herkunft) weitere theoretisch relevante Einflussfaktoren auf die Kompetenzentwicklung kontrolliert. Auch dies geschah, um nicht die methodischen Schwächen der erwähnten Studien zu wiederholen.

Die Auswertungen aus PISA-I-Plus belegen, dass es keine Zusammenhänge zwischen der mathematischen Kompetenz und der häuslichen Computernutzung sowie der Computererfahrung der Jugendlichen gibt. Die Zusammenhänge zwischen Computernutzung beziehungsweise Computererfahrung und mathematischer Kompetenz verschwinden, wenn weitere Bedingungsfaktoren der Schulleistung (z.B. Herkunft, Grundfähigkeiten, Geschlecht) und andere (mediale) Freizeitaktivitäten der Jugendlichen berücksichtigt werden. Die Zusammenhänge verschwinden insbesondere dann, wenn unter Verwendung der Längsschnittdaten die mathematische Kompetenz auf der 9. Jahrgangsstufe in das Bedingungsmodell aufgenommen wird.

Bei weiter vertiefenden Analysen wurde wiederum zwischen unterschiedlichen Typen der Computernutzung differenziert. Diese Analysen weisen unter anderem darauf hin, dass insbesondere die Art und Weise der Nutzung von Computern, aber auch anderer medialer Angebote (von Büchern bis zu Fernsehnachrichten) die Kompetenzentwicklung beeinflussen kann. Das gilt besonders dann, wenn die Nutzung sehr intensiv, intrinsisch motiviert und weitgehend selbstgesteuert erfolgt.

1.7 Der Mathematikunterricht: Bedingungen, Lehr-Lernprozesse und Wirksamkeit

Der wichtigste Lernort für den Erwerb mathematischer Kompetenz ist der Unterricht. Die bei PISA-I-Plus gezogene Klassenstichprobe ermöglichte es, über Schüler- und Lehrerbefragungen, aber auch durch Analysen von Aufgaben, Merkmale des Mathematikunterrichts auf der 9. und insbesondere der 10. Jahrgangsstufe zu erfassen. Aus einer theoretischen Perspektive können die vorgefundenen Instruktionsmodelle, Sozial- und Lernformen als mehr oder weniger vielfältig, motivational und kognitiv anregend und förderlich beurteilt werden. Die Daten, die bei PISA-I-Plus auf der Individual- und auf der Klassenebene erhoben wurden, gestatten weiterführende Analysen zur Wirksamkeit des Mathematikunterrichts. Diese greifen auf ein theoretisch begründetes Unterrichtsmodell zurück, das drei übergreifende (latente) Dimensionen unterscheidet und durch manifeste Indikatoren absichert.

Folgt man den Aussagen der Lehrkräfte über Instruktionsmodelle, die ihren Unterricht leiten und über die vorwiegend eingesetzten Sozial- und Lernformen, dann bestätigt sich das Bild, das in der TIMSS-Videostudie vor zehn Jahren beschrieben wurde: Der Mathematikunterricht auf der Sekundarstufe I in Deutschland ist nach wie vor in einem hohen Maße lehrergeleitet und variationsarm. Das Wechselspiel von lehrergesteuertem Unterrichtsgespräch und anschließender Stillarbeit scheint den Unterrichtsalltag zu prägen. Erweiterte Lehr-Lernformen, individuelle Arbeitspläne oder neuere mathematikdidaktische Ansätze sind in der Unterrichtspraxis die Ausnahme und keineswegs die Regel.

Inwieweit lassen sich nun in einem insgesamt sehr ähnlichen Mathematikunterricht Einflussfaktoren identifizieren, die Unterschiede in den mathematischen Kompetenzen am Ende der 10. Jahrgangsstufe erklären können? Das zugrunde gelegte Unterrichtsmodell fokussierte drei Dimensionen: das kognitive Potential der in den Klassenarbeiten verwendeten Aufgaben (Typen, Anforderungen an Modellierung und Argumentation), die Klassenführung (z.B. Störungen, Umgang mit Zeit) und die konstruktive Unterstützung (z.B. Umgang mit Fehlern, Geduld, adaptive Erleichterung bei schwierigen Aufgaben).

Wie die Analysen zeigen, tragen diese Unterrichtsdimensionen für sich jeweils (zusätzlich zu Faktoren auf der Individualebene) signifikant zur Erklärung der Mathematikleistung auf der 10. Jahrgangsstufe bei. Bezieht man die drei Unterrichtsaspekte zusammen in ein Modell ein, dann haben weiterhin das kognitive Potential der Aufgaben und die Klassenführung einen Effekt auf die Leistung, nicht mehr aber die konstruktive Unterstützung. Um zu prüfen, inwieweit das kognitive Potential von Klausuraufgaben tatsächlich als Indikator für einen anregungsreichen (Modellierung und Argumentation betonenden) Unterricht betrachtet werden kann (und nicht als Lehrerreaktion auf ein hohes Leistungsniveau), wurden in einem dritten Modell zusätzlich die Klassenmittelwerte auf der 9. Jahrgangsstufe berücksichtigt. Da die Effekte der Klassen-

führung und das kognitive Potential der Aufgaben auch bei diesem Modell stabil bleiben, unterstützen die Ergebnisse die Annahme, dass ein kognitiv anregender und effektiv strukturierter Unterricht und die Anpassung des Unterrichts an das Leistungsniveau die Kompetenzentwicklung unterstützen.

1.8 Im Blickpunkt: Merkmale der Schülerinnen und Schüler

Bildungsziele beschränken sich nicht auf kognitive Kompetenzen. Die gesellschaftliche Teilhabe und die Bereitschaft, sich weiterhin in Schule, Beruf und Alltag mit relevanten Themen zu befassen, setzen Engagement und Selbstvertrauen, aber auch Lernstrategien voraus. Entsprechende Merkmale können somit als Bildungsergebnisse verstanden werden, sie sind aber auch Prädiktoren für den Kompetenzerwerb im Mathematikunterricht.

Wie die Längsschnittdaten zeigen, verstärkt sich von der 9. zur 10. Klassenstufe im Mittel die wahrgenommene Selbstwirksamkeit (die Einschätzung, bestimmte Mathematikaufgaben lösen zu können). Die Schülerinnen und Schüler verwenden beim Lernen vermehrt Elaborations- und weniger oft Memorierungsstrategien. Im Durchschnitt unverändert bleiben dagegen zum Beispiel das Interesse, das Selbstkonzept, die Angst vor der Mathematik oder die Langeweile. Trotz einer ausgeprägten Stabilität dieser Merkmale verbirgt sich hinter vergleichbaren Mittelwerten dennoch eine beträchtliche interindividuelle Entwicklungsdynamik: So nimmt zum Beispiel bei etwa einem Viertel der Jugendlichen die Langeweile im Mathematikunterricht im Untersuchungszeitraum deutlich ab; bei einem ähnlich großen Anteil nimmt sie dagegen deutlich zu.

Die motivational-emotionalen Merkmale sind zu den beiden Erhebungszeitpunkten mit der Leistung im Mathematiktest korreliert. Das Selbstkonzept, das Interesse, die Langeweile und die instrumentelle Motivation korrelieren stärker mit den Schulnoten als mit der Testleistung. Elaborationsstrategien korrelieren positiv, Wiederholungsstrategien negativ mit der Testleistung und der Note in Mathematik. Zieht man Merkmale wie Selbstwirksamkeit, Interesse, Angst und Langeweile zur Vorhersage der Mathematikleistung auf der 10. Jahrgangsstufe heran, dann tragen – bei Kontrolle der Mathematikleistung auf der 9. Jahrgangsstufe – die wahrgenommene Selbstwirksamkeit und die Langeweile signifikant zur Vorhersage bei.

Geht man genauer den Geschlechterdifferenzen in Kompetenzen sowie in Orientierungen und Einstellungen nach, dann zeichnet sich bei der mathematischen Kompetenz ein deutlicher Vorsprung der Jungen sowohl auf der 9. als auch auf der 10. Jahrgangsstufe ab. Obwohl die Jungen deutlich besser als die Mädchen in den PISA-Tests abschneiden, erhalten die Schülerinnen und die Schüler im Durchschnitt die gleichen Zensuren. Die deutlichen Unterschiede zwischen den Geschlechtern in Selbstkonzept und Selbstwirksamkeit, Angst und Interesse können somit nicht auf eine schlechtere Bewertung von Mathematikleistungen der Mädchen zurückgeführt werden. Allerdings

weisen die Mehrebenenanalysen der Längsschnittdaten darauf hin, dass Faktoren wie das Selbstkonzept, die Selbstwirksamkeit und die Angst vor der Mathematik Kompetenzunterschiede zwischen den Geschlechtern (mit-)bedingen. Da in den Modellen auch die Klassenebene mit Klassengröße, Mädchenanteil und Geschlecht der Lehrkraft berücksichtigt ist, lässt sich abschätzen, inwieweit diese Faktoren zur Erklärung des Kompetenzunterschieds zwischen Mädchen und Jungen beitragen. Die Daten stützen die immer wieder geäußerte Vermutung *nicht*, dass Geschlechterdifferenzen in der mathematischen Kompetenz durch das Geschlecht der Lehrkraft oder den relativen Mädchenanteil (bis zu 100 Prozent) in der Klasse erklärt werden können.

1.9 Soziale Herkunft und mathematische Kompetenz

Seit der ersten PISA-Erhebung ist bekannt, dass soziale Herkunft und Kompetenz in Deutschland sehr stark zusammenhängen. Inwieweit vergrößern sich nun soziale Disparitäten der Kompetenzentwicklung im Verlauf eines Schuljahres? Um diese deskriptive Frage zu beantworten, können die Zuwächse in der mathematischen Kompetenz von der 9. zur 10. Jahrgangsstufe für unterschiedliche soziale Herkunftsgruppen verglichen werden. Gleichgültig, ob man einen Index für den sozioökonomischen Status des Elternhauses oder Kennwerte für den Bildungsabschluss der Eltern heranzieht: Wie die Befunde zeigen, fallen die Kompetenzzuwächse für Jugendliche aus unterschiedlichen sozialen Lagen im Verlauf des letzten Schuljahres der Sekundarstufe I letztlich gleich groß aus (keine signifikanten Unterschiede). Die (beträchtlichen) Kompetenzunterschiede zwischen sozialen Gruppen, die am Ende der 9. Jahrgangsstufe bestehen, nehmen während dieses Schuljahres also nicht zu; sie verringern sich aber auch nicht.

Aus einer analytischen Perspektive ist dann jedoch weiter zu fragen, welche Rolle strukturelle Merkmale des Elternhauses spielen, aber auch Indikatoren für die dort ablaufenden lernrelevanten Prozesse. In den entsprechenden Vorhersagemodellen erklärt erwartungsgemäß die mathematische Kompetenz auf der 9. Klassenstufe den größten Varianzanteil der mathematischen Kompetenz auf der 10. Jahrgangsstufe. Berücksichtigt man in dem Modell nur Strukturmerkmale des Elternhauses (sozioökonomischer Status, Bildungsabschluss, Migrationsstatus), dann trägt nur der Bildungsabschluss der Eltern zusätzlich zur Vorhersage der mathematischen Kompetenz am Ende der 10. Jahrgangsstufe bei. Berücksichtigt man in dem Modell zusätzlich zu den Strukturmerkmalen Indikatoren für lernrelevante Prozesse (kulturelle Besitztümer, kulturelle Aktivitäten, schulbezogene Unterstützung, Mathematikeinstellung der Eltern), dann zeichnet sich ab, dass die schulbezogene Unterstützung einen eigenen (signifikanten) Beitrag zur Erklärung der mathematischen Kompetenz am Ende der Sekundarstufe I leistet. Offensichtlich bedeutet es für die Entwicklung mathematischer Kompetenz einen Unterschied, ob die Schülerinnen und Schüler in ihrem Elternhaus beim Mathematiklernen und bei den Hausaufgaben Unterstützung finden. Die Auswertungen wei-

sen ebenfalls darauf hin, dass das Prozessmerkmal „Schulische Unterstützung durch die Eltern“ kaum durch Strukturmerkmale der Elternhäuser beeinflusst wird. Offensichtlich handelt es sich hier um Möglichkeiten einer Unterstützung des Lernens im Elternhaus, die nicht durch Strukturmerkmale der Familie determiniert sind. Die Befunde weisen somit auf einen Einflussfaktor für die Kompetenzentwicklung in den Elternhäusern hin, der durchaus lernförderlich gestaltet werden kann.

1.10 Kompetenzentwicklung bei Jugendlichen mit Migrationshintergrund

PISA hat ebenfalls von Beginn an auf erhebliche Kompetenzunterschiede zwischen Jugendlichen mit und ohne Migrationshintergrund aufmerksam gemacht. Diese Unterschiede sind in Deutschland relativ stark ausgeprägt; vor allem fällt hier auf, dass Jugendliche der (in Deutschland geborenen) „zweiten“ Generation von Migranten im Mittel schlechter abschneiden als Jugendliche, die im Verlauf ihres Lebens immigriert sind („Zuwanderer“). Die Ergänzung durch einen Längsschnitt lässt nun Aussagen darüber zu, wie sich die mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenz vom Ende der 9. zum Ende der 10. Klasse in Abhängigkeit vom Migrationsstatus entwickelt. Die Ergebnisse der Messwiederholung zeigen für die Mathematik keine differentiellen Effekte: Der Kompetenzzuwachs fällt für Jugendliche *ohne* Migrationshintergrund gleich groß aus wie für die Jugendlichen unterschiedlicher Migrationsgruppen. In den Naturwissenschaften ergibt sich ein abweichendes Bild. Hier verbessern die zugewanderten Jugendlichen mit 32 Punkten ihre Kompetenz deutlich stärker als Jugendliche ohne Migrationshintergrund (mit 19 Punkten). Für die Gruppe der Zuwanderer reduzieren sich somit die Disparitäten. Dies gilt aber nicht für Jugendliche der zweiten Generation, die ihre Kompetenz im Verlauf des Schuljahres nur um 12 Punkte verbessern konnten.

Um nun Bedingungen der Kompetenzentwicklung von Jugendlichen mit Migrationshintergrund weiter aufzuschlüsseln, wurden Mehrebenenmodelle zum Kompetenzzuwachs von der 9. zur 10. Klassenstufe gerechnet. Für die Entwicklung der mathematischen Kompetenz in diesem Zeitraum spielen die Familienstruktur, das Bildungsniveau der Eltern und Aspekte der Sprachkompetenz eine wichtige Rolle. Die Befunde weisen darauf hin, dass bei der hier untersuchten Gruppe von Jugendlichen, die erfolgreich von der 9. auf die 10. Klassenstufe in einer Schulart mit mittlerem Abschluss übergetreten sind, Mehrsprachigkeit im Elternhaus eine günstige Bedingung darstellt. Dagegen dürfte eine zusätzliche Sprachförderung besonderen Förderbedarf anzeigen. Außerdem macht es einen Unterschied, ob die Jugendlichen in der Kernfamilie aufwachsen. Die Ergebnisse für die Naturwissenschaften unterstreichen die Bedeutung des Bildungsniveaus der Eltern für die Kompetenzentwicklung. Darüber hinaus konnten für diese Domäne jedoch nicht die gleichen Einflussgrößen statistisch abgesichert wer-

den, die für die Mathematik identifiziert wurden. Insgesamt weisen die Befunde darauf hin, dass gezieltes Fordern und Fördern von Jugendlichen mit Migrationshintergrund notwendig ist und nicht durch Merkmale der sozialen Herkunft in ihrer Wirksamkeit eingeschränkt wird.

1.11 Die Bedeutung schulischer Faktoren für die Kompetenzentwicklung

Bei PISA 2003 wurde auf nationaler Ebene eine Stichprobe von bis zu zwölf Lehrkräften befragt, die an der getesteten Schule Mathematik oder ein naturwissenschaftliches Fach unterrichteten. Die Informationen aus diesen Fragebögen ergänzen die Angaben der Schulleitungen und wurden ebenfalls bei den Analysen zu PISA-I-Plus aufgegriffen. Sie lieferten die Grundlage für die Untersuchung von Schulmerkmalen, die sich auf die Kompetenzentwicklung im Verlauf eines Schuljahres auswirken.

Im Rahmen von PISA-I-Plus wurden aus den Angaben der Schulleitungen drei Schultypen rekonstruiert: „Aktive“ Schulen, die Handlungsspielräume insgesamt sehr gut ausnützen; „lernorientierte“ Schulen, die ihre Aktivitäten auf die Optimierung von Unterrichtsprozessen konzentrieren, und „passive“ Schulen, die Handlungsmöglichkeiten kaum wahrnehmen. Angaben der Schulleitungen über Belastungen ließen sich (z.B. anhand der Angaben über die soziale Zusammensetzung der Schülerschaft) nicht validieren. Bemerkenswert ist der Befund, dass „aktive“ Schulen ungünstigere Kompositionsbedingungen aufwiesen als „passive“.

Die Angaben der Lehrkräfte konnten ebenfalls für die Identifizierung von Typen verwendet werden: „Aktive“ Lehrkräfte zeichnen sich durch eine intensive Kooperations- und Evaluationspraxis aus; „passiv-disziplinorientierte“ Lehrkräfte beschränken ihre Aktivitäten weitgehend auf eine effektive Zeitnutzung und die Sicherung eines leistungsbetonten Lernklimas; „passive“ Lehrkräfte wiederum lassen viele Handlungsmöglichkeiten ungenutzt.

Betrachtet man nun die Zusammensetzung der Lehrerschaft in den verschiedenen Schultypen, dann zeichnet sich ab, dass „aktive“ Lehrkräfte zu größeren Anteilen an den „aktiven“ Schulen vertreten sind; „disziplinorientierte“ und „passive“ Lehrkräfte dagegen häufiger an „passiven“ Schulen.

Aus einer analytischen Perspektive konnte nun untersucht werden, inwieweit die „Schultypen“ einerseits und die „Lehrertypen“ andererseits den Kompetenzzuwachs von der 9. zur 10. Jahrgangsstufe beeinflussen. In die Modelle gingen zusätzlich theoretisch bedeutsame Faktoren auf der Individualebene (z.B. mathematische Kompetenz zum ersten Messzeitpunkt, Herkunftsmerkmale) und der Schulebene (z.B. Ressourcen, Arbeitshaltung von Schülern und Lehrkräften bzw. Nutzung von Evaluationsverfahren) ein. Während sich für die Schultypen und für die Prozessmerkmale auf Schulebene keine bedeutsamen Einflüsse auf die mathematische und naturwissenschaftliche Kom-

petenz nachweisen ließen, ergab sich für die Lehrertypen ein anderes Bild: Tatsächlich sind die Kompetenzzuwächse dann deutlich größer, wenn an den Schulen vorwiegend aktive oder disziplinierte Lehrkräfte unterrichten – im Vergleich zu Schulen mit vorwiegend „passiven“ Lehrkräften. Unterschiede zwischen den aktiven und disziplinierten Lehrkräften zeichnen sich nur für die Naturwissenschaften ab. Insgesamt unterstreichen diese Befunde, dass es sich in der Schuleffektivitätsforschung lohnen dürfte, das Zusammenspiel von Schulmerkmalen und Handlungsebenen (Schulleitung, Fachgruppe, Lehrkraft) genauer zu analysieren und dabei die Möglichkeiten typologischer Ansätze zu nutzen.