pedocs
Open Access Erziehungswissenschaften

DIPF

Rönnebeck, Silke; Schöps, Katrin; Prenzel, Manfred; Mildner, Dorothea; Hochweber, Jan

Naturwissenschaftliche Kompetenz von PISA 2006 bis PISA 2009

Klieme, Eckhard [Hrsg.]; Artelt, Cordula [Hrsg.]; Hartig, Johannes [Hrsg.]; Jude, Nina [Hrsg.]; Köller, Olaf [Hrsg.]; Prenzel, Manfred [Hrsg.]; Schneider, Wolfgang [Hrsg.]; Stanat, Petra [Hrsg.]: PISA 2009. Bilanz nach einem Jahrzehnt. Münster : Waxmann 2010, S. 177-198

urn:nbn:de:0111-opus-35357

in Kooperation mit / in cooperation with:

WAXMANN VERLAG GMBH
Münster · New York · München · Berlin

http://www.waxmann.com

Nutzungsbedingungen / conditions of use

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.
This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.
By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

pedocs
Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF)
Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft
Informationszentrum (IZ) Bildung
Schloßstr. 29, D-60486 Frankfurt am Main
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Eckhard Klieme, Cordula Artelt, Johannes Hartig,
Nina Jude, Olaf Köller, Manfred Prenzel,
Wolfgang Schneider und Petra Stanat (Hrsg.)

PISA 2009

Bilanz nach einem Jahrzehnt

Waxmann 2010
Münster/New York/München/Berlin

Inhalt

Organisationsstruktur von PISA 2009 in Deutschland 9

Kapitel 1
Das *Programme for International Student Assessment* (PISA) 11
Nina Jude und Eckhard Klieme

1.1 Geschichte und Zielsetzung 11
1.2 PISA 2009 – Durchführung in Deutschland 15
1.3 Analysen von Trend und Veränderung 19
1.4 Ausblick 19
Literatur 20

Kapitel 2
Lesekompetenz von PISA 2000 bis PISA 2009 23
Johannes Naumann, Cordula Artelt, Wolfgang Schneider und Petra Stanat

2.1 Lesekompetenz in PISA 24
2.1.1 Rahmenkonzeption und Aufbau des Lesekompetenztests 24
2.1.2 Skalierung, Kompetenzstufen und Aufgabenbeispiele 26
2.2 Lesekompetenz im internationalen Vergleich 33
2.3 Schwache Leserinnen und Leser 43
2.4 Geschlechterunterschiede 52
2.5 Bildungsgangunterschiede 55
2.6 Lesekompetenz im Trend 2000 bis 2009 59
2.7 Bilanz und Diskussion 63
Literatur 64
Anhang 66

Kapitel 3
Lesemotivation und Lernstrategien 73
Cordula Artelt, Johannes Naumann und Wolfgang Schneider

3.1 Einführung und Kapitelübersicht 73
3.1.1 Die Bedeutung von Lesemotivation und Lernstrategien für Lesekompetenz und kulturelle Teilhabe 74
3.1.2 Was ist Lesemotivation und wie wird sie in PISA gemessen? 75
3.1.3 Was sind Lernstrategien und wie werden sie in PISA gemessen? 78
3.2 Lesemotivation und Lesestrategien im internationalen Vergleich 83
3.2.1 Lesemotivation und Geschlechterunterschiede in der Lesemotivation im internationalen Vergleich 83
3.2.2 Nutzung von und Wissen über Lernstrategien und hierauf bezogene Geschlechterunterschiede im internationalen Vergleich 90
3.2.3 Zusammenhänge zwischen Interesse, Motivation und Strategiekenntnis 95
3.2.4 Veränderungen über die Zeit (2000–2009) 96

3.3 Zusammenhänge von Lesemotivation und Lernstrategien mit Lesekompetenz 102
3.3.1 Zusammenhänge zwischen Lesemotivation und Lernstrategien in den OECD-Staaten 103
3.3.2 Vorhersage von Lesekompetenz aus Lesemotivation, Lernstrategien, sozialem Hintergrund und Geschlecht bei Schülerinnen und Schülern in Deutschland 106
3.4 Bilanz und Diskussion 109
Literatur 111

Kapitel 4
Schulische Rahmenbedingungen und Lerngelegenheiten im Deutschunterricht 113
Silke Hertel, Jan Hochweber, Brigitte Steinert und Eckhard Klieme

4.1 Fragestellungen und Datenbasis 113
4.2 Schulische Rahmenbedingungen und Lerngelegenheiten der Fünfzehnjährigen in PISA 2009 118
4.2.1 Ressourcenausstattung und Entscheidungsspielräume an Schulen 118
4.2.2 Leistungsbewertung und Qualitätssicherung an Schulen 121
4.2.3 Schulklima und Lehrer-Schüler-Beziehung 124
4.2.4 Maßnahmen zur Förderung von Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund 126
4.2.5 Lernzeit und Klassengröße im Unterricht in der Landessprache 128
4.2.6 Klassenführung und kognitive Aktivierung im Unterricht in der Landessprache 130
4.3 Lernbedingungen im Deutschunterricht in der neunten Jahrgangsstufe 133
4.3.1 Didaktische und fachlich-inhaltliche Gestaltung des Deutschunterrichts 134
4.3.2 Dimensionen der Unterrichtsqualität 139
4.4 Bilanz 143
Literatur 146
Anhang 149

Kapitel 5
Mathematische Kompetenz von PISA 2003 bis PISA 2009 153
Andreas Frey, Aiso Heinze, Dorothea Mildner, Jan Hochweber und Regine Asseburg

5.1 Theoretischer Hintergrund 153
5.1.1 Mathematische Kompetenz bei PISA 154
5.1.2 Kompetenzstufen 155
5.1.3 Fragestellungen 157
5.2 Testkonzeption 157
5.2.1 Aufgabentypen und Aufgabenformate 157
5.2.2 Skalierung, Kompetenzstufenbildung und Aufgabenbeispiele 158
5.3 Ergebnisse 161
5.3.1 Internationaler Vergleich 161
5.3.2 Mathematische Kompetenz in den Bildungsgängen in Deutschland 167
5.3.3 Veränderung mathematischer Kompetenz von PISA 2003 bis PISA 2009 169
5.4 Bilanz und Diskussion 171
Literatur 174
Anhang 176

Kapitel 6
Naturwissenschaftliche Kompetenz von PISA 2006 bis PISA 2009 177

Silke Rönnebeck, Katrin Schöps, Manfred Prenzel,
Dorothea Mildner und Jan Hochweber

6.1 Theoretischer Hintergrund 177
6.2 Testkonzeption 179
6.2.1 Aufbau des Tests 179
6.2.2 Skalierung und psychometrische Kennwerte des Naturwissenschaftstests 180
6.3 Ergebnisse 183
6.3.1 Naturwissenschaftliche Kompetenz im internationalen Vergleich 183
6.3.2 Naturwissenschaftliche Kompetenz in den Bildungsgängen in Deutschland 189
6.3.3 Veränderungen naturwissenschaftlicher Kompetenz von PISA 2006 bis PISA 2009 191
6.4 Bilanz und Diskussion 193
Literatur 195
Anhang 198

Kapitel 7
Soziokulturelle Bedingungsfaktoren, Lebensverhältnisse und Lesekompetenz 199

Kapitel 7.1
Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund 200

Petra Stanat, Dominique Rauch und Michael Segeritz

7.1.1 Methodische Vorbemerkungen 203
7.1.2 Zentrale Befunde zu Jugendlichen mit Migrationshintergrund im internationalen Vergleich 206
7.1.3 Zentrale Befunde für Jugendliche mit Migrationshintergrund unterschiedlicher Herkunft in Deutschland 213
7.1.4 Zusammenfassung und Diskussion 224
Literatur 228

Kapitel 7.2
Soziale Herkunft und Kompetenzerwerb 231

Timo Ehmke und Nina Jude

7.2.1 Indikatoren zur Erfassung der sozialen Herkunft in PISA 232
7.2.2 Befunde zum Zusammenhang zwischen sozialer Herkunft und Kompetenzerwerb im internationalen Vergleich 234
7.2.3 Die soziale Herkunft der Jugendlichen in Deutschland 242
7.2.4 Veränderungen der Kompetenzen und Bildungswege von Jugendlichen aus unterschiedlichen Sozialschichten in Deutschland über die Zeit 245
7.2.5 Bilanz und Diskussion 249
Literatur 251
Anhang 254

Kapitel 7.3
Leseförderung im Elternhaus 255
Silke Hertel, Nina Jude und Johannes Naumann

7.3.1 Die Bedeutung der häuslichen Lernumgebung 256
7.3.2 Die Erfassung von Leseförderung, Mediennutzung und Elternengagement in PISA 2009 259
7.3.3 Die häuslichen Lernumgebungen der Schülerinnen und Schüler in Deutschland 260
7.3.4 Zusammenhänge zwischen Merkmalen des Elternhauses, der Lesekompetenz und der Lesefreude der Kinder 267
7.3.5 Bilanz und Diskussion 272
Literatur 273

Kapitel 8
PISA 2000–2009: Bilanz der Veränderungen im Schulsystem 277
Eckhard Klieme, Nina Jude, Jürgen Baumert und Manfred Prenzel

8.1 Die Entwicklung von 2000 bis 2009 im Spiegel der PISA-Erhebungen und statistischer Daten 279
8.1.1 Wie haben sich die Ergebnisse des Schulsystems verändert? 279
8.1.2 Wie haben sich Kompetenzunterschiede zwischen sozialen Gruppen im vergangenen Jahrzehnt entwickelt? 280
8.1.3 Wie haben sich die sozialen Bedingungen verändert, unter denen Jugendliche in Deutschland aufwachsen? 282
8.1.4 Wie haben sich persönliche Einstellungen und Lebensformen von Jugendlichen verändert? 284
8.1.5 Was hat sich in den Schulen verändert? 285
8.2 Zur Bedeutung bildungspolitischer Rahmenbedingungen und Maßnahmen 287
8.2.1 Die nationale Perspektive: Wie hat die Bildungspolitik in Deutschland auf PISA 2000 reagiert? 288
8.2.2 Die internationale Perspektive: Wie aussagefähig ist der Vergleich der Bildungssysteme? 291
8.3 PISA und die Bildungspolitik: Zwischenbilanz und Perspektiven 294
Literatur 297

Abbildungsverzeichnis 301

Tabellenverzeichnis 303

Erläuterungen zur Ergebnisdarstellung 306

Kapitel 6
Naturwissenschaftliche Kompetenz von PISA 2006 bis PISA 2009

Silke Rönnebeck, Katrin Schöps, Manfred Prenzel,
Dorothea Mildner und Jan Hochweber

Naturwissenschaftliche Kompetenz ist eine Voraussetzung, um an einer von Naturwissenschaften und Technik geprägten Welt teilhaben zu können. Aus diesem Grund untersucht PISA regelmäßig die naturwissenschaftliche Grundbildung von fünfzehnjährigen Jugendlichen in den OECD-Staaten sowie in den an diesem internationalen Vergleich teilnehmenden OECD-Partnerstaaten. Die naturwissenschaftliche Kompetenz bildete den inhaltlichen Schwerpunkt der PISA-Erhebung 2006; bei PISA 2009 wird sie als sogenannte Nebendomäne behandelt und daher mit einer geringeren Aufgabenzahl erhoben.

Diesem Kapitel liegen im Wesentlichen drei Fragestellungen zugrunde: Zunächst wird die naturwissenschaftliche Kompetenz fünfzehnjähriger Schülerinnen und Schüler in Deutschland international eingeordnet. Hierzu werden die Ergebnisse für Deutschland mit denen anderer Staaten verglichen. Neben dem Vergleich von Mittelwerten und Streuungen liegt ein besonderes Augenmerk auf der Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Stufen naturwissenschaftlicher Kompetenz sowie auf Kompetenzunterschieden zwischen Mädchen und Jungen. Eine zweite Fragestellung beschäftigt sich vertiefend mit Unterschieden in der naturwissenschaftlichen Kompetenz zwischen den Bildungsgängen in Deutschland. Schließlich wird in einer dritten Fragestellung untersucht, wie sich die naturwissenschaftliche Kompetenz der Schülerinnen und Schüler seit PISA 2000 und insbesondere seit PISA 2006 verändert hat.

Nach einer Einführung in den theoretischen Hintergrund (Abschnitt 6.1) wird im vorliegenden Kapitel zunächst die Testkonzeption (Abschnitt 6.2) beschrieben. Im anschließenden Ergebnisteil (Abschnitt 6.3) werden die Befunde des internationalen Vergleichs (Abschnitt 6.3.1) sowie der vertiefenden Analysen für Deutschland (Abschnitt 6.3.2) berichtet. Dabei wird die Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Stufen der naturwissenschaftlichen Kompetenz dargestellt, es wird auf Geschlechterdifferenzen eingegangen sowie die naturwissenschaftliche Kompetenz in Abhängigkeit vom Bildungsgang besprochen. Mit den Veränderungen in der naturwissenschaftlichen Kompetenz der Schülerinnen und Schüler befasst sich Abschnitt 6.3.3. Das Kapitel schließt mit einer Bilanz und Diskussion der Befunde (Abschnitt 6.4).

6.1 Theoretischer Hintergrund

Die Konzeption des Naturwissenschaftstests bei PISA geht von der Frage aus, welches Wissen, welche motivationalen Orientierungen und welche Fähigkeiten von Bedeutung sind, wenn Menschen in alltäglichen oder in schulischen und beruflichen Situationen mit Naturwissenschaften und Technik konfrontiert werden (OECD, 2010a). Die Testkonzeption berücksichtigt damit die internationalen Diskussionen über Ziele naturwissenschaftlicher Grundbildung (Osborne, 2007; Osborne & Dillon, 2008; Roberts,

2007) und baut auf elaborierten Vorstellungen von *Scientific Literacy* auf (American Association for the Advancement of Science, 1989, 1993; Bybee, 1997; Bybee & McCrae, 2009; European Commission, 2007; Fensham, 1985; Gräber, Nentwig, Koballa & Evans, 2002; Laugksch, 2000; Mayer, 2002; Millar & Osborne, 1998; National Research Council, 1996). Der Begriff Scientific Literacy entspricht der Vorstellung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung für alle, die anschlussfähig für ein lebenslanges Weiterlernen in den Naturwissenschaften ist. Eine naturwissenschaftliche Grundbildung soll die Menschen dazu befähigen, sich in einer durch Naturwissenschaften und Technik geprägten Welt zurechtzufinden und aktiv an ihr teilzunehmen (Prenzel, 2000; Prenzel, Rost, Senkbeil, Häußler & Klopp, 2001; Prenzel et al., 2007).

PISA versteht unter naturwissenschaftlicher Grundbildung die Fähigkeit,

- die charakteristischen Eigenschaften der Naturwissenschaften als eine Form menschlichen Wissens und Forschens zu verstehen,
- naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, um Fragestellungen zu erkennen, die sich naturwissenschaftlich bearbeiten lassen, sich neues Wissen anzueignen, naturwissenschaftliche Phänomene zu beschreiben und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen,
- zu erkennen und sich dessen bewusst zu sein, wie Naturwissenschaften und Technik unsere materielle, intellektuelle und kulturelle Umwelt formen,

sowie die Bereitschaft,

- sich mit naturwissenschaftlichen Ideen und Themen zu beschäftigen und sich reflektierend mit ihnen auseinanderzusetzen (vgl. Bybee & McCrae, in press; OECD, 2010a, S. 128 ff.).

PISA bezieht naturwissenschaftliche Kompetenz also nicht nur auf Anforderungen, die in schulischen Lehrplänen aufgeführt werden. Vielmehr geht es darum, naturwissenschaftliches Wissen in relevanten alltagsnahen Kontexten und alltäglichen Situationen anzuwenden (Bybee, McCrae & Laurie, 2009). Die Anwendungskontexte entstammen den Bereichen Gesundheit, natürliche Ressourcen, Umwelt, Gefahren/Risiken sowie Grenzen von Naturwissenschaft und Technik. Die Problemstellungen können von persönlicher, sozialer oder globaler Bedeutung sein. In diese Kontexte sind Fragestellungen eingebunden, deren Lösungen unterschiedliche Teilkompetenzen erfordern.

Die PISA-Testkonzeption unterscheidet drei naturwissenschaftliche Teilkompetenzen: erstens das *Erkennen und Formulieren von Fragestellungen*, die naturwissenschaftlich untersucht und beantwortet werden können, zweitens das *Beschreiben und Erklären naturwissenschaftlicher Phänomene* und drittens das *Interpretieren von naturwissenschaftlicher Evidenz*. Grundlage dieser Teilkompetenzen sind zwei Wissensaspekte. Diese werden differenziert in das eher objekt- und fachbezogene *naturwissenschaftliche Wissen* (z.B. über Faktoren, die für das Wachstum von Pflanzen eine Rolle spielen), das sich einem von vier Bereichen zuordnen lässt: Physikalische Systeme, Lebende Systeme, Erd- und Weltraumsysteme sowie Technologische Systeme. Eine zweite Wissenskomponente bildet das eher prozessorientierte und fächerübergreifende (Meta-)*Wissen über die Naturwissenschaften* (z.B. wie eine naturwissenschaftliche Hypothese überprüft werden kann). Darüber hinaus sind auch *motivationale Orientierungen* (Einstellungen und Überzeugungen) wie beispielsweise Interesse an und Wertschätzung von Naturwissenschaften wichtige Facetten einer naturwissenschaftlichen Grundbildung und eines umfassenden Kompetenzbegriffs (Krapp & Prenzel, in press; Prenzel et al., 2007; Weinert, 1999). Die PISA-Rahmenkonzeption naturwissenschaftlicher Grundbildung ist in Abbildung 6.1 schematisch dargestellt.

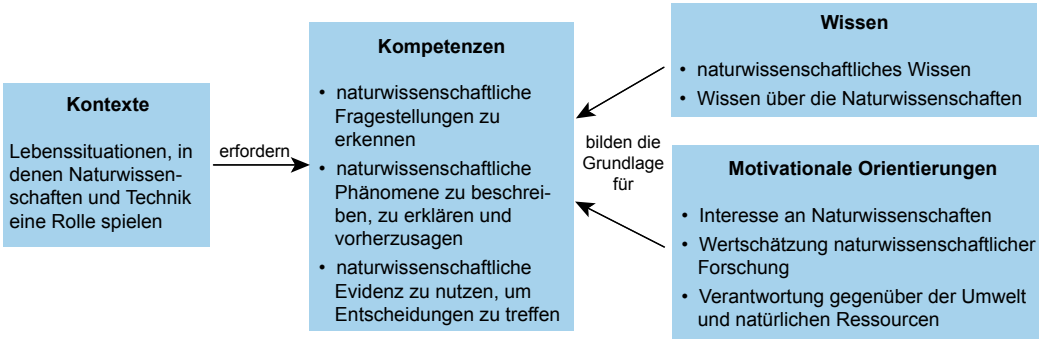


Abbildung 6.1: Schematische Darstellung der PISA-Rahmenkonzeption naturwissenschaftlicher Grundbildung

6.2 Testkonzeption

Im Folgenden wird der Aufbau des bei PISA 2009 eingesetzten Naturwissenschaftstests erläutert. Anschließend werden die Skalierung sowie die psychometrischen Kennwerte dieses Tests vorgestellt. Dabei wird auch das verwendete Kompetenzstufenmodell inhaltlich beschrieben und anhand von Beispielaufgaben konkretisiert.

6.2.1 Aufbau des Tests

Bei PISA 2009 wurden insgesamt 53 Aufgaben zur Messung der naturwissenschaftlichen Kompetenz eingesetzt. Alle Aufgaben wurden bereits in früheren PISA-Erhebungen verwendet. Die Aufgaben sind, der Struktur der internationalen Rahmenkonzeption folgend, den verschiedenen Bereichen der naturwissenschaftlichen Grundbildung zugeordnet. Die Zuordnung zu den Teilkompetenzen und den Wissensaspekten erfolgte so, dass jede Aufgabe sowohl eine der Teilkompetenzen als auch eines der Systeme naturwissenschaftlichen Wissens oder den Aspekt des Wissens über die Naturwissenschaften erfasst.

Tabelle 6.1 gibt die Verteilung der Aufgaben auf die Bereiche der naturwissenschaftlichen Kompetenz an.

Tabelle 6.1: Verteilung der Naturwissenschaftsaufgaben auf Teilkompetenzen und Wissensaspekte

Bereiche der naturwissenschaftlichen Kompetenz	Anzahl Aufgaben
Teilkompetenzen	
Naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen	13
Naturwissenschaftliche Phänomene erklären	22
Naturwissenschaftliche Evidenz nutzen	18
Naturwissenschaftliches Wissen	
Physikalische Systeme	6
Lebende Systeme	9
Erd- und Weltraumsysteme	7
Technologische Systeme	4
Wissen über die Naturwissenschaften	27

Für die Aufgaben des Naturwissenschaftstests bei PISA 2009 wurden drei unterschiedliche Antwortformate verwendet: 35 Aufgaben waren als Mehrfachwahl-Items (Multiple-Choice-Items) angelegt, bei denen die Schülerinnen und Schüler unter mehreren vorgegebenen Antwortmöglichkeiten die richtige Lösung markieren mussten. Einige dieser Aufgaben wiesen ein sogenanntes komplexes Mehrfachwahl-Format auf, bei dem für mehrere vorgegebene Aussagen jeweils entschieden werden musste, ob die Aussage richtig oder falsch war. 17 Aufgaben hatten ein offenes Antwortformat, das heißt, die Jugendlichen mussten eine Antwort auf die Testfrage ausformulieren und aufschreiben. Diese Antworten wurden dann von speziell geschulten Kodiererinnen und Kodierern auf der Basis von standardisierten Anweisungen bewertet und kodiert (OECD, 2009). Eine Aufgabe schließlich hatte ein geschlossenes Antwortformat. In diesem Fall sollten die Schülerinnen und Schüler als Antwort „+“ oder „-“ eintragen.

6.2.2 Skalierung und psychometrische Kennwerte des Naturwissenschaftstests

Die Antworten der Schülerinnen und Schüler auf die Aufgaben des Naturwissenschaftstests wurden mit Antwortmodellen der Item-Response-Theorie skaliert. Da die Naturwissenschaften bei PISA 2009 als Nebendomäne mit einer vergleichsweise geringen Aufgabenanzahl erhoben wurden, wurde nur eine Gesamtskala für die naturwissenschaftliche Kompetenz gebildet. Subskalen – zum Beispiel für die Teilkompetenzen – oder Auswertungen zu motivationalen Orientierungen können immer nur für die Hauptdomäne einer Erhebung berichtet werden. Die Gesamtskala Naturwissenschaften war bei PISA 2006 (mit Naturwissenschaften als Hauptdomäne) so gebildet worden, dass sie einen Mittelwert von 500 Punkten bei einer Standardabweichung von 100 Punkten für die damals teilnehmenden OECD-Staaten aufwies. Diese Skala dient als Referenz für die Ergebnisse von PISA 2009.

Alle Aufgaben des Naturwissenschaftstests bei PISA 2009 waren auch bei PISA 2006 schon Teil der Erhebung. Die Aufgaben wurden so ausgewählt und zusammengestellt, dass gemäß der Ergebnisse von PISA 2006 psychometrische Testgütekriterien wie Reliabilität und Validität möglichst umfassend erfüllt waren (vgl. Carstensen, Frey, Walter & Knoll, 2007). Die Reliabilität beträgt international .90 (für Deutschland .92), womit eine sehr hohe Zuverlässigkeit der Aussagen über Schülergruppen gewährleistet ist. Die curriculare Validität der Aufgaben für Deutschland wurde bereits bei PISA 2006 eingeschätzt. Die Ergebnisse zeigten, dass der PISA-Naturwissenschaftstest in hohem Maße Inhalte thematisiert, die auch in den bundesweiten Bildungsstandards der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland aufgeführt sind (vgl. Prenzel et al., 2007). Da die für den Naturwissenschaftstest von PISA 2009 ausgewählten Aufgaben bereits alle bei PISA 2006 eingesetzt wurden und sich auf dieselbe theoretische Rahmenkonzeption beziehen, gelten die Befunde entsprechend auch für PISA 2009.

Das bei PISA eingesetzte Testmodell (vgl. Carstensen et al., 2007) erlaubt es, die Personenfähigkeiten (Kompetenzen) und die Aufgabenschwierigkeiten auf einer gemeinsamen Skala einzuordnen. Hierdurch können Kompetenzwerte direkt inhaltlichen Anforderungen von Aufgaben zugeordnet und entsprechend abgestuft werden. Abschnitte der Skala, in denen vergleichbare Schwierigkeiten einer Gruppe von Testaufgaben lokalisiert sind, werden bei PISA als Kompetenzstufen bezeichnet. Jede Kompetenzstufe kann inhaltlich beschrieben werden, da die Aufgaben eines jeden Abschnitts bestimmte kognitive Anforderungen an die Schülerinnen und Schüler stellen und bestimmte Fähigkeiten für ihre Lösungen erfordern. Die Skala der naturwissenschaftlichen Kompetenz unterscheidet sechs Kompetenzstufen, die in Tabelle 6.2 charakterisiert sind. In der Tabelle sind außerdem die Skalenabschnitte der einzelnen Stufen angegeben. Die Breite der Stufen I bis V beträgt jeweils 74 Punkte auf der PISA-Skala.[1]

1 Da die Kompetenzstufengrenzen nicht ganzzahlig sind, kommt es durch Rundung zu einer Variation in der Breite der Stufen von einem Punkt.

Tabelle 6.2: Anforderungen auf den Kompetenzstufen in Naturwissenschaften

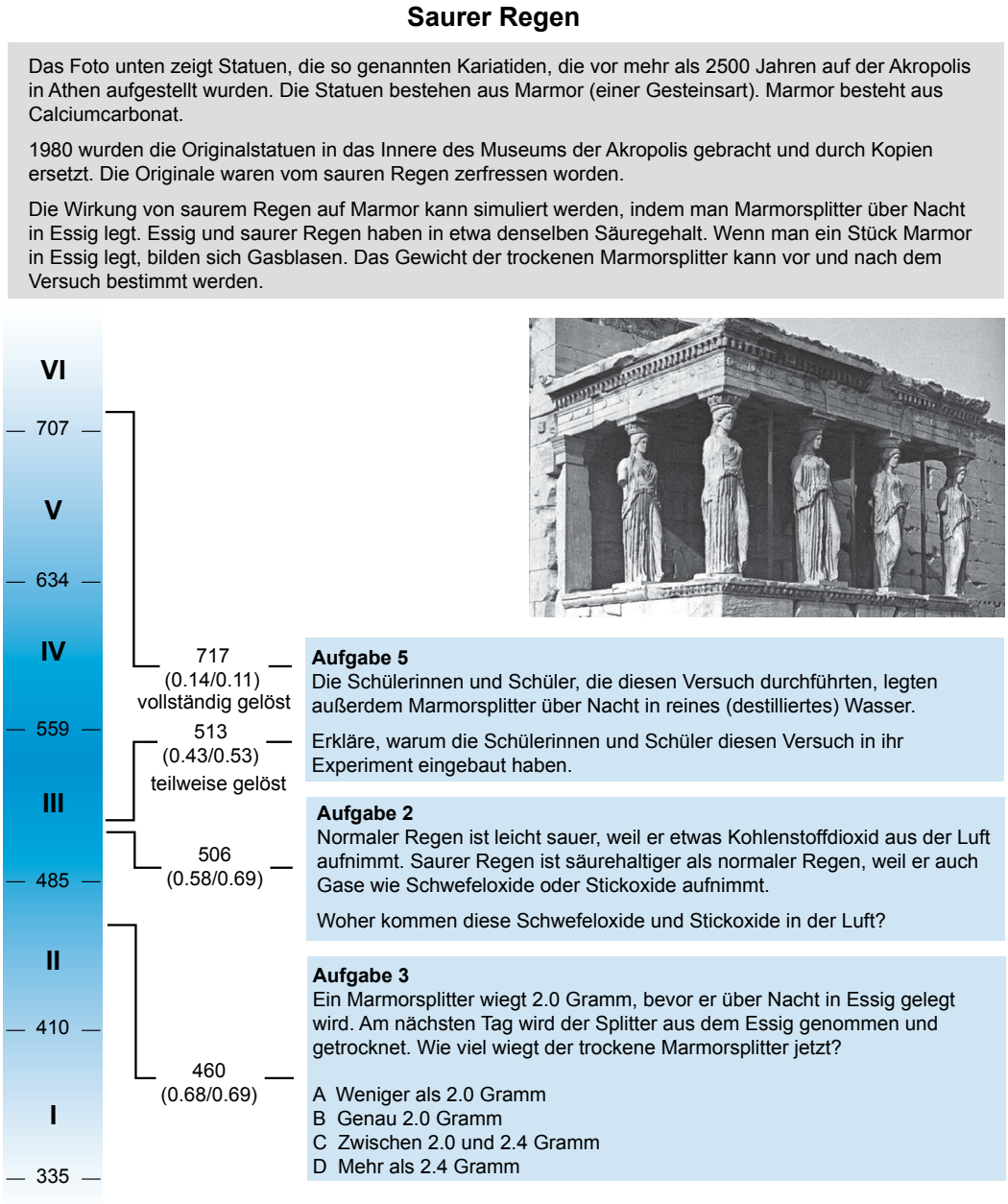
Kompetenz-stufe	Wozu die Schülerinnen und Schüler auf der jeweiligen Stufe im Allgemeinen in der Lage sind
VI > 707 Punkte	Auf Stufe VI können Schülerinnen und Schüler *naturwissenschaftliches Wissen* und *Wissen über die Naturwissenschaften* in einer Vielzahl komplexer Lebenssituationen konsistent identifizieren, erklären und anwenden. Sie können verschiedene Informationsquellen und Erklärungen verknüpfen und Beweise aus diesen Quellen zur Begründung ihrer Entscheidungen heranziehen. Sie stellen auf klare und konsistente Weise ein fortgeschrittenes Niveau an naturwissenschaftlichem Denken und Argumentieren sowie die Bereitschaft unter Beweis, ihr naturwissenschaftliches Verständnis zur Lösung wissenschaftlicher und technologischer Probleme in ungewohnten Situationen einzusetzen. Sie können naturwissenschaftliche Kenntnisse heranziehen und Argumentationen zur Begründung von Empfehlungen und Entscheidungen in einem persönlichen, sozialen oder globalen Kontext entwickeln.
V 634–707 Punkte	Auf Stufe V können Schülerinnen und Schüler die naturwissenschaftlichen Aspekte vieler komplexer Lebenssituationen identifizieren, sowohl naturwissenschaftliche Konzepte als auch Wissen über die Naturwissenschaften in diesen Situationen anwenden und geeignete wissenschaftliche Beweise vergleichen, auswählen und bewerten, um konkreten Lebenssituationen gerecht zu werden. Sie können auf gut entwickelte Forschungskompetenzen zurückgreifen, die richtigen Zusammenhänge zwischen Informationen herstellen und Situationen kritisch beleuchten. Sie können auf Beweisen basierende Erklärungen und auf ihre eigene kritische Analyse gestützte Argumentationen konstruieren.
IV 559–633 Punkte	Schülerinnen und Schüler auf Stufe IV können effektiv mit Situationen und Fragen umgehen, die sich auf explizite Phänomene beziehen und die unter Umständen von ihnen verlangen, Schlüsse über die Rolle von Wissenschaft und Technik zu ziehen. Sie können Erklärungen aus verschiedenen naturwissenschaftlichen oder technologischen Fachbereichen auswählen, zusammenfügen und sie direkt mit Aspekten realer Situationen verknüpfen. Sie können über ihre Handlungen reflektieren und Entscheidungen mit naturwissenschaftlichen Kenntnissen und Beweisen begründen.
III 485–558 Punkte	Auf Stufe III können Schülerinnen und Schüler klar beschriebene naturwissenschaftliche Fragestellungen in verschiedenen Kontexten identifizieren. Sie können Fakten und Kenntnisse zur Erklärung von Phänomenen auswählen und einfache Modelle oder Untersuchungsstrategien verwenden. Sie können naturwissenschaftliche Konzepte aus verschiedenen Fachbereichen interpretieren, heranziehen und direkt anwenden. Sie können kurze, auf Fakten basierende Erklärungen formulieren und auf naturwissenschaftliches Wissen gestützte Entscheidungen treffen.
II 410–484 Punkte	Schülerinnen und Schüler auf Stufe II verfügen im Allgemeinen über genügend naturwissenschaftliches Wissen, um mögliche Erklärungen in vertrauten Kontexten zu liefern oder ausgehend von einfachen Untersuchungen Schlüsse zu ziehen. Sie können direkte logische Denkschritte vollziehen und die Ergebnisse naturwissenschaftlicher Untersuchungen oder technologischer Problemlösungen wörtlich interpretieren.
I 335–409 Punkte	Auf Stufe I ist das naturwissenschaftliche Wissen der Schülerinnen und Schüler so begrenzt, dass es nur in wenigen, vertrauten Situationen herangezogen werden kann. Die Schülerinnen und Schüler können naheliegende naturwissenschaftliche Erklärungen liefern, die explizit aus gegebenen Informationen hervorgehen.

Betrachtet man die gesamte Kompetenzskala von PISA, so werden sowohl die Aufgabenstellungen als auch die Anforderungen, die diese an die Testpersonen stellen, mit ansteigenden Kompetenzwerten komplexer. Die Aufgaben im unteren Bereich der Skala sind in einfache, den Schülerinnen und Schülern bekannte Kontexte eingebunden und erfordern im Wesentlichen nur eine direkte Anwendung naturwissenschaftlichen Wissens und ein Verständnis einfacher, allgemein bekannter naturwissenschaftlicher Konzepte. Die Aufgaben im oberen Bereich der Skala verlangen hingegen die Interpretation komplexer und unbekannter Daten sowie die Übertragung naturwissenschaftlicher Konzepte und die Anwendung naturwissenschaftlicher Prozesse auf unbekannte Situationen und Fragestellungen.

Bei der Betrachtung von Kompetenzstufen sind die Anteile der Schülerinnen und Schüler auf Kompetenzstufe I und darunter sowie auf den Kompetenzstufen V und VI von besonderem Interesse. Schülerinnen und Schülern mit Kompetenzwerten auf Kompetenzstufe I und darunter fehlen die grundlegenden Fähigkeiten und Fertigkeiten, die nötig sind, um einfachste naturwissenschaftliche Aufgaben zu lösen. Ihre Aussichten, in Ausbildungs- und Berufslaufbahnen erfolgreich zu sein, in denen naturwissenschaftliche Kompetenzen gefordert werden, sind als ungünstig einzustufen. Hingegen verfügen

Jugendliche auf den Kompetenzstufen V und VI über ein hohes Maß an naturwissenschaftlicher Kompetenz. Sie lösen Aufgaben, die kognitive Anforderungen auf besonders hohem Niveau stellen. Diese Schülerinnen und Schüler können als sehr gut vorbereitet für Ausbildungs- und Berufslaufbahnen gelten, in denen ausgeprägte naturwissenschaftliche Kompetenzen gefordert werden.

Abbildung 6.2 zeigt als Beispiel die Aufgabeneinheit (engl. *Unit*) *Saurer Regen* mit Aufgaben auf den Kompetenzstufen II, III und VI.



Anmerkung. Die Werte an den Verbindungslinien zwischen den Beispielen und der Kompetenzsäule geben das für eine 62 %-Lösungswahrscheinlichkeit erforderliche Kompetenzniveau und die Werte in Klammern die beobachteten relativen internationalen (OECD-Durchschnitt) und deutschen Lösungshäufigkeiten bei PISA 2006 an.

Abbildung 6.2: Aufgabenbeispiel zur Illustration der Anforderungen einzelner Stufen naturwissenschaftlicher Kompetenz

6.3 Ergebnisse

In den folgenden Abschnitten wird dargestellt, über welche naturwissenschaftliche Kompetenz fünfzehnjährige Schülerinnen und Schüler in Deutschland im Jahr 2009 verfügen und wie diese Ergebnisse im internationalen Vergleich sowie im nationalen Kontext zu bewerten sind. Abschließend wird berichtet, was über die Veränderungen in der naturwissenschaftlichen Kompetenz seit PISA 2000 bekannt ist.

6.3.1 Naturwissenschaftliche Kompetenz im internationalen Vergleich

An PISA 2009 nahmen Jugendliche aus allen 34 OECD-Staaten sowie aus 31 OECD-Partnerstaaten teil. Bei der Darstellung der Ergebnisse wird zunächst gezeigt, wie die naturwissenschaftliche Kompetenz der Schülerinnen und Schüler in Deutschland im Gesamtbild der OECD-Staaten einzuordnen ist. Dieser Vergleich wird anhand der Testmittelwerte und der Streuungsmaße vorgenommen. Die Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Kompetenzstufen verdeutlicht, was die Jugendlichen in den einzelnen OECD-Staaten tatsächlich können. Ferner lassen sich so Jugendliche mit ausgezeichneter naturwissenschaftlicher Kompetenz, aber auch solche mit sehr schlechten Voraussetzungen für ein erfolgreiches lebenslanges Weiterlernen in den Naturwissenschaften und die damit verbundene gesellschaftliche Teilhabe identifizieren. Aus Platzgründen werden wir uns in den Tabellen und Abbildungen auf die Darstellung der Werte der OECD-Staaten beschränken. Ergebnisse für die OECD-Partnerstaaten finden sich in Tabelle 6.8 im Anhang dieses Kapitels und in den Berichten der OECD (OECD, 2010b, 2010c).

Naturwissenschaftliche Kompetenz bei PISA 2009

Wie fällt der internationale Vergleich naturwissenschaftlicher Kompetenz bei PISA 2009 aus? Einen ersten Überblick liefert Tabelle 6.3, in der Mittelwerte, Standardabweichungen und Perzentilverteilungen der naturwissenschaftlichen Kompetenz für alle OECD-Staaten angegeben sind.

Bei PISA 2009 liegt die durchschnittliche naturwissenschaftliche Kompetenz über alle OECD-Staaten bei 501 Punkten. Die naturwissenschaftliche Kompetenz der Schülerinnen und Schüler in Deutschland beträgt 520 Punkte und liegt statistisch signifikant oberhalb des OECD-Durchschnitts. Insgesamt erreichen die Jugendlichen in 15 OECD-Staaten Kompetenzmittelwerte, die den OECD-Durchschnitt signifikant übertreffen (vgl. Tabelle 6.3). Die Unterschiede sind jedoch auch innerhalb dieser Gruppe beträchtlich. Die höchsten Kompetenzwerte innerhalb der OECD-Staaten werden von den Fünfzehnjährigen in Finnland erreicht, deren mittlere naturwissenschaftliche Kompetenz mit 554 Punkten mehr als eine halbe Standardabweichung – also mehr als 50 Punkte – über dem OECD-Durchschnitt liegt. Auch in Japan und Korea beobachtet man mit 539 beziehungsweise 538 Punkten mittlere Kompetenzwerte, die den OECD-Durchschnitt um mehr als eine drittel Standardabweichung übertreffen. Insgesamt werden in fünf Staaten – von Finnland bis Kanada – mittlere Kompetenzwerte erreicht, die den Mittelwert der Schülerinnen und Schüler in Deutschland signifikant übertreffen. Die Gruppe der Staaten, die sich statistisch signifikant unterhalb des OECD-Durchschnitts befinden, umfasst 13 Staaten. Die niedrigsten mittleren Kompetenzwerte werden mit 416 Punkten in Mexiko beobachtet und liegen fast eine Standardabweichung unter dem OECD-Durchschnitt. Insgesamt beträgt der Unterschied zwischen dem kompetenzstärksten und dem kompetenzschwächsten Staat 138 Punkte. Bezieht man sich auf die Befunde der an PISA 2003 angegliederten Längsschnittstudie, die besagen, dass ein Abstand von 25 Punkten in etwa dem

Tabelle 6.3: Naturwissenschaftliche Kompetenz im internationalen Vergleich

Staat					Perzentile					
OECD-Staaten	*M*	(*SE*)	*SD*	(*SE*)	5%	10%	25%	75%	90%	95%
Finnland	554	(2.3)	89	(1.1)	400	437	496	617	665	694
Japan	539	(3.4)	100	(2.5)	361	405	477	610	659	686
Korea	538	(3.4)	82	(2.3)	399	431	485	595	640	665
Neuseeland	532	(2.6)	107	(2.0)	348	390	461	608	667	697
Kanada	529	(1.6)	90	(0.9)	377	412	469	593	642	669
Estland	528	(2.7)	84	(1.6)	388	419	472	586	635	665
Australien	527	(2.5)	101	(1.6)	355	395	461	597	655	688
Niederlande	522	(5.4)	96	(2.1)	362	395	453	594	645	673
Deutschland	520	(2.8)	101	(1.9)	345	383	452	594	645	675
Schweiz	517	(2.8)	96	(1.4)	352	388	452	585	637	667
Vereinigtes Königreich	514	(2.5)	99	(1.4)	348	385	447	583	640	672
Slowenien	512	(1.1)	94	(1.0)	355	387	446	580	633	661
Polen	508	(2.4)	87	(1.2)	364	396	448	569	621	650
Irland	508	(3.3)	97	(2.1)	341	382	445	576	627	656
Belgien	507	(2.5)	105	(2.3)	321	364	438	583	634	661
Ungarn	503	(3.1)	86	(2.9)	348	388	446	564	609	636
Vereinigte Staaten	502	(3.6)	98	(1.7)	341	374	433	572	629	662
Tschechische Republik	500	(3.0)	97	(1.9)	338	375	437	568	624	657
Norwegen	500	(2.6)	90	(1.0)	346	382	440	563	615	644
Dänemark	499	(2.5)	92	(1.3)	343	379	438	564	615	645
Frankreich	498	(3.6)	103	(2.8)	314	358	433	572	624	653
Island	496	(1.4)	95	(1.2)	330	370	435	561	616	647
Schweden	495	(2.7)	100	(1.5)	327	367	429	564	622	654
Österreich	494	(3.2)	102	(2.2)	321	358	424	569	623	653
Portugal	493	(2.9)	83	(1.4)	354	384	436	551	601	627
Slowakische Republik	490	(3.0)	95	(2.6)	335	371	427	556	612	643
Italien	489	(1.8)	97	(1.5)	325	362	424	557	609	639
Spanien	488	(2.1)	87	(1.1)	338	373	431	549	597	625
Luxemburg	484	(1.2)	104	(1.1)	304	345	415	558	615	646
Griechenland	470	(4.0)	92	(2.1)	318	353	409	535	586	616
Israel	455	(3.1)	107	(2.4)	275	314	382	531	590	623
Türkei	454	(3.6)	81	(2.0)	322	350	397	510	560	587
Chile	447	(2.9)	81	(1.5)	315	343	392	502	553	583
Mexiko	416	(1.8)	77	(0.9)	291	318	364	468	517	544
OECD-Durchschnitt	501	(0.5)	94	(0.3)	341	377	438	567	619	649

signifikant über dem OECD-Durchschnitt — nicht signifikant verschieden vom OECD-Durchschnitt — signifikant unter dem OECD-Durchschnitt

Lernzuwachs eines Schuljahres entspricht (Walter, Senkbeil, Rost, Carstensen & Prenzel, 2006), so entspricht dieser Abstand mehr als fünf Schuljahren.

Die Betrachtungen dieses Kapitels beschränken sich auf die OECD-Staaten. Es soll jedoch erwähnt werden, dass die höchsten Mittelwerte der naturwissenschaftlichen Kompetenz von den Schülerinnen und Schülern in Shanghai (575 Punkte) erreicht werden. Auch in den beiden ostasiatischen Metropolen Hongkong (549 Punkte) und Singapur (542 Punkte), die als eigenständige Bildungssysteme an PISA 2009 teilnahmen, werden mittlere Kompetenzwerte erreicht, die auf OECD-Ebene nur von Finnland übertroffen werden. Die Ergebnisse aller teilnehmenden OECD-Partnerstaaten finden sich in Tabelle 6.8 im Anhang dieses Kapitels.

Die durchschnittliche Streuung der naturwissenschaftlichen Kompetenz der Schülerinnen und Schüler wird im Kennwert der Standardabweichung sichtbar. Über alle OECD-

Staaten beträgt die Standardabweichung 94 Punkte. Eine im internationalen Vergleich signifikant höhere Streuung der naturwissenschaftlichen Kompetenz findet sich mit Standardabweichungen zwischen 107 und 98 Punkten in den OECD-Staaten Neuseeland, Israel, Belgien, Luxemburg, Frankreich, Österreich, Australien, Schweden, Japan, dem Vereinigten Königreich, den Vereinigten Staaten und auch in Deutschland (101 Punkte). Eine signifikant niedrigere Streuung zeigt sich im Bereich der kompetenzschwachen Staaten in Mexiko (77 Punkte), Chile und der Türkei (jeweils 81 Punkte) sowie innerhalb der Spitzengruppe in Finnland (89 Punkte), Estland (84 Punkte) und Korea (82 Punkte). Insbesondere Finnland kann als Beispiel für eine sehr erfolgreiche Breitenförderung im Sinne der *Naturwissenschaften für alle* (vgl. Fensham, 1985) gesehen werden, die zugleich die hochkompetenten Schülerinnen und Schüler nicht vernachlässigt.

Die Streuung lässt sich durch sogenannte Perzentilbänder grafisch veranschaulichen (Abbildung 6.3). Zum Beispiel geben die Kennwerte für das 95. und 5. Perzentil Auskunft über das Kompetenzniveau in den Randbereichen der Kompetenzverteilung.

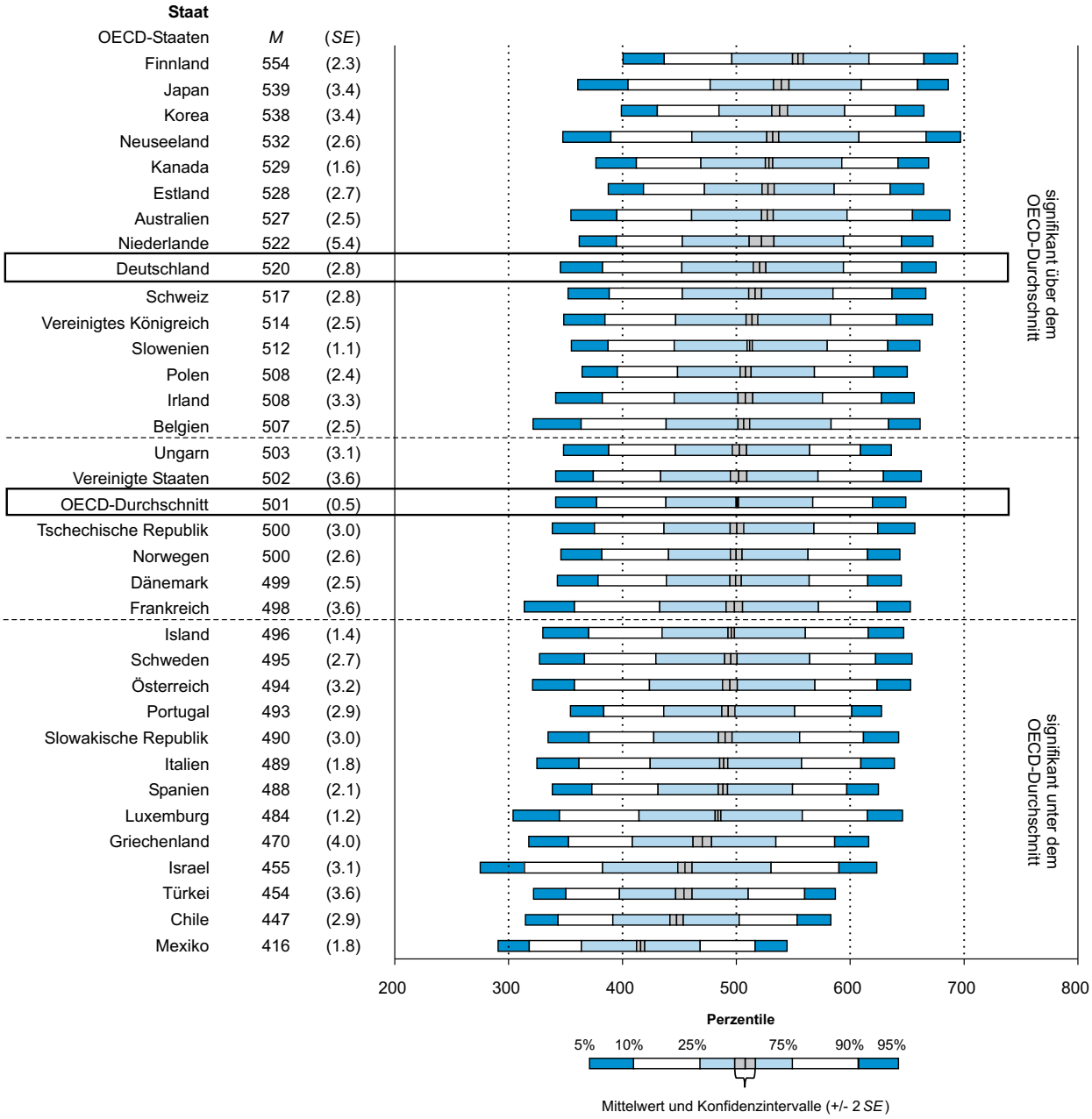


Abbildung 6.3: Perzentilbänder naturwissenschaftlicher Kompetenz im internationalen Vergleich

Betrachtet man hier erneut die Staaten in der Spitzengruppe des internationalen Vergleichs, so zeigen sich sowohl an den unteren als auch an den oberen Rändern der Kompetenzverteilungen deutliche Unterschiede. Während die Gruppe der fünf Prozent kompetenzschwächsten Jugendlichen in Deutschland beispielsweise bei 345 Punkten endet, liegt diese Grenze in Finnland bei 400 Punkten. Anders ausgedrückt erreichen in Finnland (oder auch in Korea) 95 Prozent der Schülerinnen und Schüler Kompetenzwerte von über 400 Punkten, während dies in Deutschland nur für knapp 86 Prozent der Fünfzehnjährigen gilt. Analog gibt der Kennwert für das 95. Perzentil den Punktwert an, bei dem die Spitzengruppe der besten fünf Prozent der Schülerinnen und Schüler beginnt. In Deutschland liegt dieser Kennwert bei 675 Punkten. Deutliche Unterschiede beobachtet man in diesem Bereich der Kompetenzverteilungen beispielsweise zwischen Finnland (694 Punkte) und Korea (665 Punkte), die im unteren Kompetenzbereich ähnlich leistungsstark sind. Dieser Befund weist auf eine unterschiedlich erfolgreiche Spitzenförderung in diesen beiden Staaten hin.

Verteilung auf die Stufen der naturwissenschaftlichen Kompetenz bei PISA 2009

Die Bildung von Kompetenzstufen unterstützt eine kriteriumsorientierte Interpretation der im Naturwissenschaftstest erzielten Leistungen. Schülerinnen und Schüler auf den Kompetenzstufen V und VI zeichnen sich durch eine sehr hohe naturwissenschaftliche Kompetenz aus und bringen ausgezeichnete Voraussetzungen für eine natur- oder ingenieurwissenschaftliche Karriere mit. Jugendliche auf der Kompetenzstufe I oder darunter verfügen hingegen nur über unzureichende Kompetenzen in den Naturwissenschaften. Ihre Voraussetzungen für Ausbildungs- und Berufslaufbahnen, die naturwissenschaftliches Verständnis verlangen, sind eher als schlecht einzuschätzen. Auch im Alltag werden sie praktisch nicht in der Lage sein, einfache naturwissenschaftliche oder technische Probleme zu verstehen oder aus Informationen über ein ihnen bekanntes naturwissenschaftliches Thema Schlussfolgerungen zu ziehen.

In Abbildung 6.4 sind für alle OECD-Staaten die Anteile auf den Kompetenzstufen I und darunter sowie auf den Kompetenzstufen V und VI dargestellt. Im OECD-Durchschnitt befinden sich 18.0 Prozent der Jugendlichen auf der Kompetenzstufe I (13.0 Prozent) oder darunter (5.0 Prozent). Der Anteil für Deutschland beträgt hier 14.8 Prozent (10.7 Prozent auf Kompetenzstufe I und 4.1 Prozent darunter). Damit befinden sich in Deutschland signifikant weniger Jugendliche auf Kompetenzstufe I und darunter als im Mittel der OECD-Staaten. Dass Staaten auch deutlich kleinere Anteile von kompetenzschwachen Schülerinnen und Schülern erreichen können, zeigen die Beispiele Kanadas (9.6 Prozent) und Estlands (8.3 Prozent), aber insbesondere auch Koreas und Finnlands: Dort befinden sich nur 6.3 beziehungsweise 6.0 Prozent der Jugendlichen auf der Kompetenzstufe I oder darunter.

Betrachtet man die Spitzengruppe der Schülerinnen und Schüler auf den Kompetenzstufen V und VI, dann beträgt der durchschnittliche Anteil in den OECD-Staaten 8.5 Prozent (auf Stufe VI: 1.1 Prozent). Der vergleichbare Anteil in Deutschland ist mit 12.8 Prozent der Jugendlichen auf den beiden oberen Kompetenzstufen (auf Stufe VI: 1.9 Prozent) signifikant größer als im OECD-Durchschnitt. Einen beträchtlichen Anteil von Schülerinnen und Schülern mit sehr guten Voraussetzungen für natur- oder ingenieurwissenschaftliche Ausbildungs- und Berufslaufbahnen gibt es – wie bereits bei PISA 2006 – in Finnland (18.7 Prozent); signifikant größere Anteile dieser Spitzengruppe als in Deutschland findet man zudem in Neuseeland (17.6 Prozent) und Japan (16.9 Prozent).

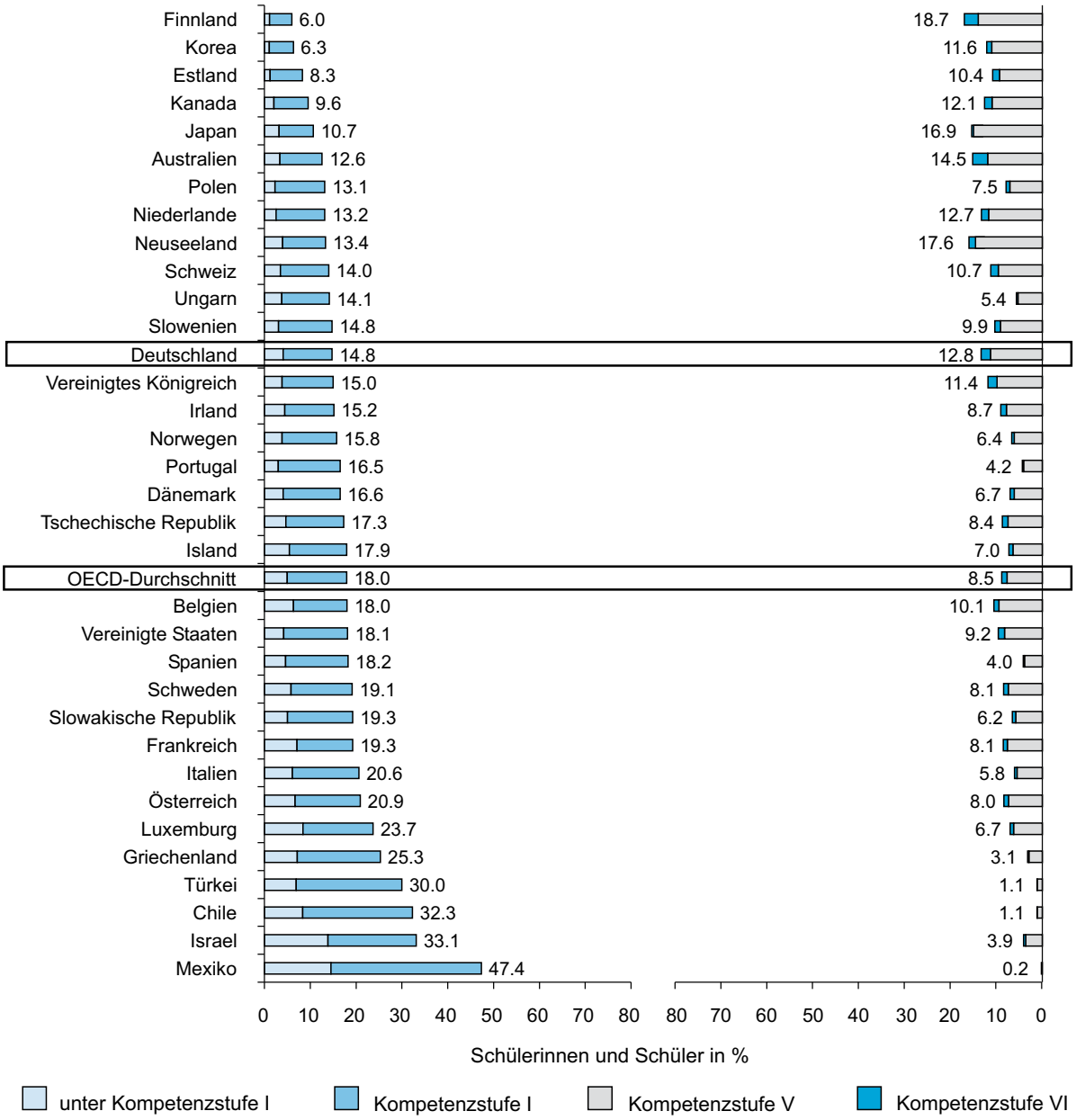


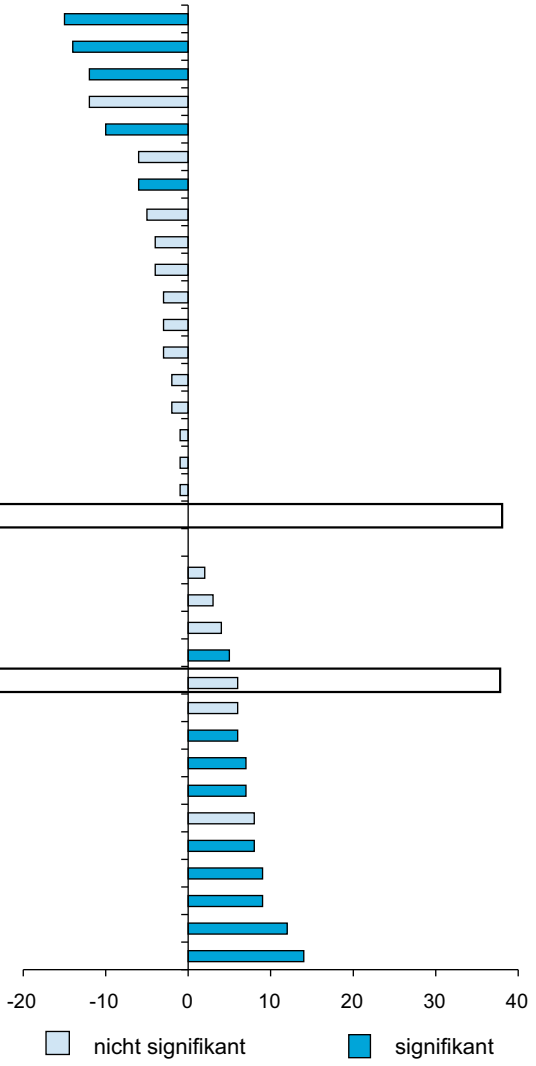
Abbildung 6.4: Prozentuale Anteile von Schülerinnen und Schülern auf Kompetenzstufe I oder darunter beziehungsweise auf Kompetenzstufe V oder VI

Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen in der naturwissenschaftlichen Kompetenz bei PISA 2009

Im Unterschied zum Lesen und zur Mathematik sind Kompetenzunterschiede zwischen Mädchen und Jungen in den Naturwissenschaften insgesamt eher schwach ausgeprägt (vgl. Tabelle 6.4). Im OECD-Durchschnitt ist kein Unterschied der mittleren naturwissenschaftlichen Kompetenz zu beobachten und auch in der Mehrzahl der OECD-Staaten sind die beobachteten Mittelwertsunterschiede statistisch nicht signifikant. In neun Staaten erreichen die Jungen signifikant höhere mittlere Kompetenzwerte; die größten Unterschiede zugunsten der Jungen finden sich mit 14 Punkten in den Vereinigten Staaten und mit 12 Punkten in Dänemark. Demgegenüber lässt sich in fünf Staaten ein statistisch signifikanter Kompetenzvorsprung der Mädchen beobachten, der zwischen sechs Punkten in

Tabelle 6.4: Mittelwerte naturwissenschaftlicher Kompetenz von Mädchen und Jungen im internationalen Vergleich

Staat	Mädchen		Jungen		Differenz
OECD-Staaten	*M*	(*SE*)	*M*	(*SE*)	Jungen – Mädchen
Finnland	562	(2.6)	546	(2.7)	
Slowenien	519	(1.6)	505	(1.7)	
Türkei	460	(4.5)	448	(3.8)	
Japan	545	(3.9)	534	(5.5)	
Griechenland	475	(3.7)	465	(5.1)	
Neuseeland	535	(2.9)	529	(4.0)	
Polen	511	(2.8)	505	(2.7)	
Tschechische Republik	503	(3.2)	498	(4.0)	
Schweden	497	(3.2)	493	(3.0)	
Norwegen	502	(2.8)	498	(3.0)	
Portugal	495	(3.0)	491	(3.4)	
Israel	456	(3.2)	453	(4.4)	
Irland	509	(3.8)	507	(4.3)	
Korea	539	(4.2)	537	(5.0)	
Italien	490	(2.0)	488	(2.5)	
Australien	528	(2.8)	527	(3.1)	
Estland	528	(3.1)	527	(3.1)	
Slowakische Republik	491	(3.2)	490	(4.0)	
OECD-Durchschnitt	501	(0.6)	501	(0.6)	
Ungarn	503	(3.5)	503	(3.8)	
Island	495	(2.0)	496	(2.1)	
Frankreich	497	(3.5)	500	(4.6)	
Niederlande	520	(5.9)	524	(5.3)	
Kanada	526	(1.9)	531	(1.9)	
Deutschland	518	(3.3)	523	(3.7)	
Belgien	503	(3.2)	510	(3.6)	
Mexiko	413	(1.9)	419	(2.0)	
Luxemburg	480	(1.6)	487	(2.0)	
Spanien	485	(2.3)	492	(2.5)	
Österreich	490	(4.4)	498	(4.2)	
Schweiz	512	(3.0)	520	(3.2)	
Chile	443	(3.5)	452	(3.5)	
Vereinigtes Königreich	509	(3.2)	519	(3.6)	
Dänemark	494	(2.9)	505	(3.0)	
Vereinigte Staaten	495	(3.7)	509	(4.2)	



Anmerkung. In der Tabelle werden ganzzahlig gerundete Werte angegeben. Es können auf Rundung zurückzuführende vermeintliche Inkonsistenzen innerhalb der Tabelle bei der Darstellung von Differenzen vorkommen. Alle Berechnungen wurden mit Dezimalstellen durchgeführt, erst für die Ergebnisdarstellung wurde gerundet.

Polen und 15 Punkten in Finnland beträgt. In Deutschland findet sich eine Differenz von sechs Punkten[2] zugunsten der Jungen, diese ist jedoch nicht statistisch signifikant.

Betrachtet man die relativen Anteile auf den Kompetenzstufen I und darunter sowie auf den Stufen V und VI, so lassen sich – wie auch schon bei PISA 2006 (Prenzel et al., 2007) – größere Differenzen zwischen Mädchen und Jungen finden. In den Spitzengruppen der OECD-Staaten (Stufen V und VI) befinden sich im Durchschnitt mehr Jungen (56.5 Prozent) als Mädchen (43.5 Prozent). In der Slowakischen Republik, Luxemburg, Österreich, Frankreich, Italien, Dänemark, Chile und Spanien macht der Anteil der Jungen an dieser Gruppe über 60 Prozent aus, in Mexiko sogar über 70 Prozent. Auch in Deutschland sind die Jungen mit 58.2 Prozent in der Spitzengruppe überrepräsentiert. Höhere Anteile von Mädchen auf den Kompetenzstufen V und VI fin-

2 Abweichungen der dargestellten Differenzen zum Vergleich der Mittelwerte im Text und in Tabelle 6.4 sind auf Rundung zurückzuführen.

den sich lediglich in Slowenien (51.3 Prozent), Finnland (52.7 Prozent) und der Türkei (58.4 Prozent).

Auch für den unteren Kompetenzbereich bestätigen sich die Befunde der PISA-Erhebungen 2003 (Rost, Walter, Carstensen, Senkbeil & Prenzel, 2004) und 2006 (Prenzel et al., 2007). Auf Kompetenzstufe I und darunter befinden sich im OECD-Durchschnitt mehr Jungen als Mädchen (Jungen: 53.6 Prozent; Mädchen: 46.4 Prozent). Die größten Differenzen weisen Polen, Neuseeland, Slowenien, Korea, Finnland und Japan mit relativen Jungenanteilen zwischen 59.0 und 63.3 Prozent auf. Größere Anteile von Mädchen finden sich in Chile, der Schweiz, den Vereinigten Staaten, Mexiko, dem Vereinigten Königreich, den Niederlanden und Dänemark (mit Werten zwischen 51.0 und 54.5 Prozent). In Deutschland sind 48.0 Prozent der Schülerinnen und Schüler auf beziehungsweise unter Stufe I Mädchen und 52.0 Prozent Jungen – im Vergleich zu PISA 2006 hat sich der Unterschied damit deskriptiv geringfügig vergrößert (bei PISA 2006 betrugen die jeweiligen Anteile 49.9 Prozent für die Mädchen und 50.1 Prozent für die Jungen).

6.3.2 Naturwissenschaftliche Kompetenz in den Bildungsgängen in Deutschland

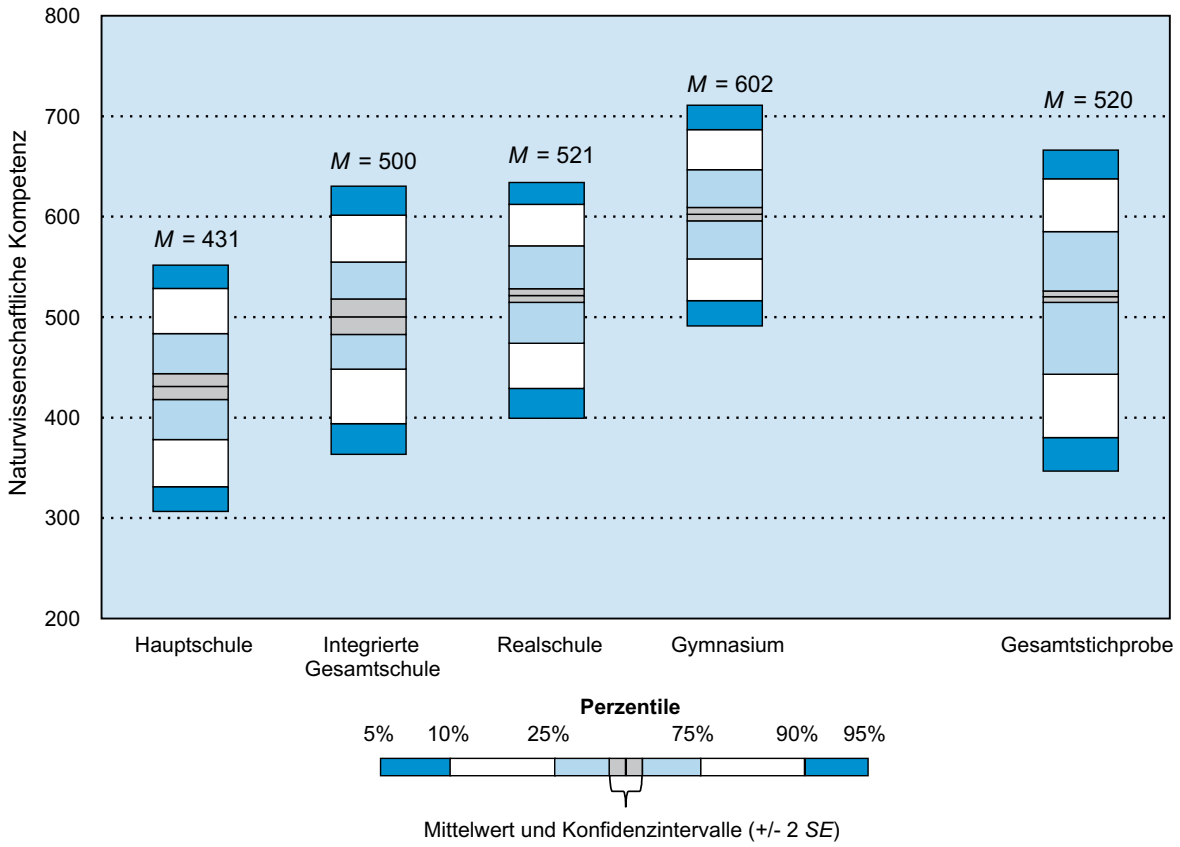
Wie in Kapitel 8 dargestellt erleben die Schularten in vielen Bundesländern zurzeit Umstrukturierungen und damit verbunden zum Teil große Veränderungen in der Zusammensetzung ihrer Schülerschaft. Die folgenden Analysen unterscheiden daher die vier Bildungsgänge Hauptschule, Integrierte Gesamtschule, Realschule und Gymnasium (vgl. Kapitel 1).

Die Mittelwerte und Standardabweichungen der naturwissenschaftlichen Kompetenz in Abhängigkeit vom Bildungsgang sind in Tabelle 6.5 dargestellt. Die beobachteten mittleren naturwissenschaftlichen Kompetenzen unterscheiden sich zwischen den Bildungsgängen beträchtlich. Die höchsten Werte werden erwartungsgemäß mit durchschnittlich 602 Punkten von den Schülerinnen und Schülern im Bildungsgang Gymnasium erzielt, die niedrigsten mit durchschnittlich 431 Punkten von den Jugendlichen im Bildungsgang Hauptschule. Der Unterschied zwischen den Bildungsgängen Gymnasium und Hauptschule fällt mit 171 Punkten und einer Effektgröße von d = 2.40 sehr groß aus und entspricht annähernd drei Kompetenzstufen. Der mittlere Unterschied zwischen den Bildungsgängen Gymnasium und Realschule beträgt mit 81 Punkten und einer Effektgröße von d = 1.17 mehr als eine Kompetenzstufe.

Tabelle 6.5: Naturwissenschaftliche Kompetenz in Deutschland nach Bildungsgang

Bildungsgang	*M*	(*SE*)	*SD*	(*SE*)
Hauptschule	431	(6.4)	76	(2.2)
Integrierte Gesamtschule	500	(8.8)	79	(2.5)
Realschule	521	(3.4)	72	(2.3)
Gymnasium	602	(3.3)	67	(1.9)
Gesamtstichprobe	520	(2.8)	101	(1.9)

Anmerkung. Die Gesamtstichprobe umfasst alle in Deutschland getesteten Schülerinnen und Schüler.



Anmerkung. Die Gesamtstichprobe umfasst alle in Deutschland getesteten Schülerinnen und Schüler.

Abbildung 6.5: Perzentilbänder für die naturwissenschaftliche Kompetenz in Deutschland nach Bildungsgang

Abbildung 6.5 zeigt, dass nicht nur zwischen, sondern auch innerhalb der Bildungsgänge beträchtliche Streuungen der naturwissenschaftlichen Kompetenz existieren. Dies führt zu einer starken Überlappung der Kompetenzverteilungen. So liegt beispielsweise das 75. Perzentil des Bildungsgangs Realschule (571 Punkte) über dem 25. Perzentil des Bildungsgangs Gymnasium (558 Punkte), das heißt, mehr als ein Viertel der Jugendlichen im Bildungsgang Realschule verfügt über eine höhere naturwissenschaftliche Kompetenz als ein Viertel der Jugendlichen im Bildungsgang Gymnasium. Andererseits erreichen nur gut zehn Prozent der Jugendlichen im Bildungsgang Hauptschule mittlere Kompetenzwerte (mit einem Wert von 528 Punkten für das 90. Perzentil), die von fast 90 Prozent der Schülerinnen und Schüler im Bildungsgang Gymnasium erreicht werden (mit einem Wert von 516 Punkten für das 10. Perzentil).

Die in den Mittelwerten beobachteten Unterschiede zwischen den verschiedenen Bildungsgängen spiegeln sich auch in der prozentualen Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Stufen naturwissenschaftlicher Kompetenz wider. Diese ist in Tabelle 6.6 angegeben.

Im Bildungsgang Gymnasium findet sich fast ein Drittel der Schülerschaft auf den Kompetenzstufen V und VI, während dieser Anteil in den anderen Bildungsgängen maximal 5.1 Prozent (im Bildungsgang Realschule) beträgt. Die höchste Stufe naturwissenschaftlicher Kompetenz wird nur im Bildungsgang Gymnasium von einem nennenswerten Anteil der Schülerinnen und Schüler (5.4 Prozent) erreicht. Im Bildungsgang Hauptschule verfügen keine Schülerinnen und Schüler über die entsprechenden Kompetenzen, in den Bildungsgängen Integrierte Gesamtschule und Realschule sind die Anteile vernachlässigbar. Die meisten Schülerinnen und Schüler im Bildungsgang Hauptschule werden der Kompetenzstufe II zugeordnet. Allerdings besitzt in diesem

Tabelle 6.6: Prozentuale Anteile der Schülerinnen und Schüler auf den Stufen naturwissenschaftlicher Kompetenz nach Bildungsgang

		Kompetenzstufe						
Bildungsgang		Unter I	I	II	III	IV	V	VI
Hauptschule	%	11.1	27.8	36.6	20.5	3.7	0.3	0.0
	(*SE*)	(1.9)	(2.5)	(2.2)	(2.1)	(1.1)	(0.3)	(0.0)
Integrierte Gesamtschule	%	1.5	11.5	29.4	34.4	18.4	4.6	0.1
	(*SE*)	(0.9)	(2.7)	(2.6)	(2.2)	(3.5)	(1.3)	(0.2)
Realschule	%	0.7	5.7	23.2	39.1	26.2	4.8	0.3
	(*SE*)	(0.5)	(0.9)	(1.8)	(2.1)	(1.6)	(0.7)	(0.2)
Gymnasium	%	0.1	0.3	3.8	21.1	42.7	26.6	5.4
	(*SE*)	(0.1)	(0.1)	(0.7)	(1.8)	(2.6)	(1.8)	(0.8)
Gesamtstichprobe	%	4.1	10.7	20.1	27.3	25.0	10.9	1.9
	(*SE*)	(0.5)	(0.8)	(0.9)	(1.1)	(1.2)	(0.7)	(0.3)

Anmerkung. Die Gesamtstichprobe umfasst alle in Deutschland getesteten Schülerinnen und Schüler.

Bildungsgang über ein Drittel der Schülerinnen und Schüler (38.9 Prozent) nicht einmal Basiskompetenzen in den Naturwissenschaften (d.h. sie befinden sich auf Kompetenzstufe I oder darunter) und haben somit eine ungünstige Prognose für ihre weitere Ausbildungs- und Berufslaufbahn. In den Bildungsgängen Integrierte Gesamtschule und Realschule liegen die Anteile der Jugendlichen, die über so geringe Kompetenzen verfügen, dass sie auf oder unter Kompetenzstufe I eingeordnet werden, bei 13.1 beziehungsweise 6.4 Prozent, wohingegen dieser Anteil im Bildungsgang Gymnasium nur 0.3 Prozent beträgt.

6.3.3 Veränderungen naturwissenschaftlicher Kompetenz von PISA 2006 bis PISA 2009

Die Messungen der naturwissenschaftlichen Kompetenz beruhen in allen vier PISA-Erhebungen (2000 bis 2009) auf einem vergleichbaren theoretischen Testansatz. Für die Erhebungsrunde 2006, bei der die Naturwissenschaften den inhaltlichen Schwerpunkt der Studie darstellten, wurde die Testkonzeption jedoch erweitert und ausdifferenziert (OECD, 2006). Analog zum Vorgehen im Lesen und in der Mathematik hat die OECD auch in den Naturwissenschaften den Zeitpunkt, zu dem die gemessene Kompetenz erstmals den Schwerpunkt der Erhebung bildete, als Grundlage der Normierung und damit auch als Ausgangspunkt für Veränderungsanalysen festgesetzt. Daher wurde im Rahmen von PISA 2006 international auch auf Trendanalysen verzichtet. Es sei an dieser Stelle jedoch darauf hingewiesen, dass durch eine nationale Skalierung der Daten Ergebnisse zu Veränderungen in der naturwissenschaftlichen Kompetenz seit PISA 2000 für die Schülerinnen und Schüler in Deutschland berichtet werden konnten (Carstensen, Prenzel & Baumert, 2008). Die Daten zeigten einen statistisch signifikanten Anstieg in der naturwissenschaftlichen Kompetenz zwischen PISA 2000 und PISA 2006, der einer Effektgröße von $d = 0.17$ entsprach. Dieser Anstieg wurde auch in der relativen Rangplatzierung sichtbar. Während sich Deutschland im Jahr 2000 noch signifikant unterhalb des OECD-Durchschnitts befand, erreichten die Schülerinnen und Schüler bei PISA 2003 mittlere Kompetenzwerte, die sich nicht signifikant vom OECD-Durchschnitt unterschieden, und im Jahr 2006 führten die Ergebnisse zu einer Platzierung signifikant oberhalb des OECD-Durchschnitts.

Die Normierung der Daten bei PISA 2006 mit einem OECD-Mittelwert von 500 Punkten und einer Standardabweichung von 100 Punkten bildet den Ausgangspunkt für die Skalierung und die Trendanalysen im Rahmen von PISA 2009. Bei PISA 2009 können im OECD-Durchschnitt gegenüber PISA 2006 keine signifikanten Veränderungen in der naturwissenschaftlichen Kompetenz beobachtet werden. Auf der Ebene einzelner Staaten sind hingegen über das gesamte Kompetenzspektrum sowohl bedeutende Zuwächse als auch bedeutende Abnahmen im Vergleich zu PISA 2006 zu verzeichnen. Den stärksten Zuwachs erlebt die Türkei mit einer Steigerung der mittleren naturwissenschaftlichen Kompetenz ihrer Schülerinnen und Schüler um 30 Punkte. Statistisch signifikante Zuwächse von zehn oder mehr Punkten gibt es außerdem in Portugal, Korea, Italien, Norwegen, den Vereinigten Staaten und Polen. Die größten Abnahmen sind in Österreich (-17 Punkte) und der Tschechischen Republik (-12 Punkte) zu beobachten, signifikante Abnahmen von weniger als zehn Punkten außerdem in Finnland und Slowenien.

Die Ergebnisse für Deutschland sind in Abbildung 6.6 dargestellt. Im Vergleich zu PISA 2006 ist der Mittelwert um fünf Punkte gestiegen,[3] doch lässt sich diese Zunahme in der naturwissenschaftlichen Kompetenz nicht zufallskritisch absichern. Der Kompetenzabstand zwischen Mädchen und Jungen ist mit sechs Punkten im Vergleich zu PISA 2006 (mit sieben Punkten) praktisch unverändert geblieben.

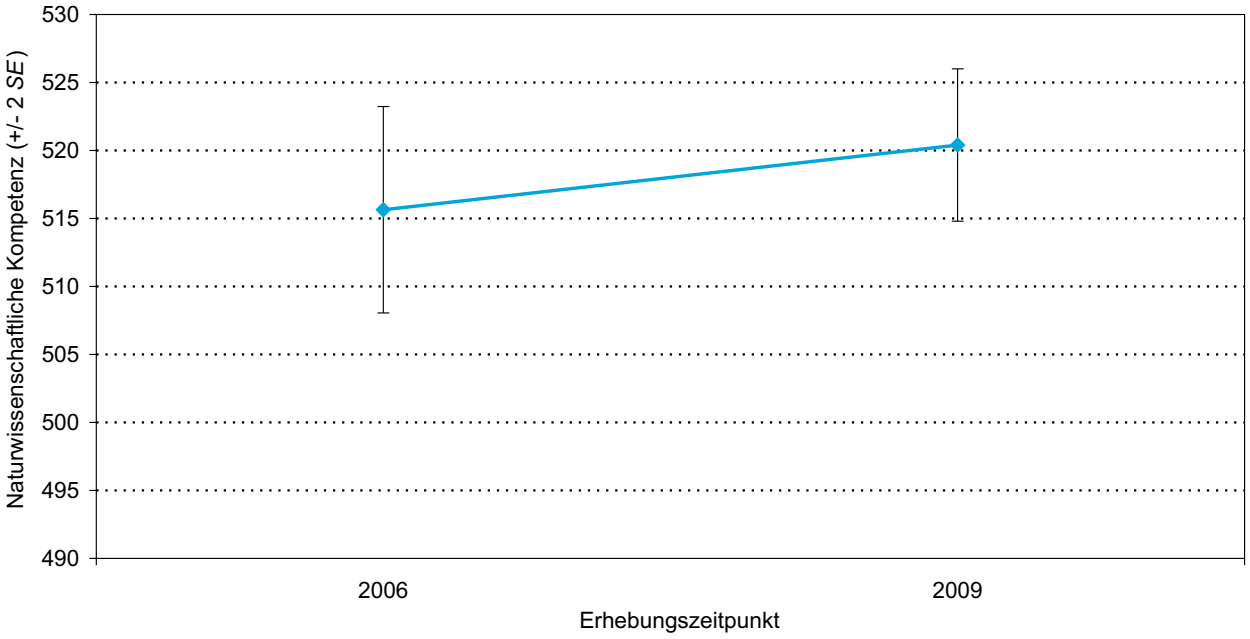


Abbildung 6.6: Naturwissenschaftliche Kompetenz in Deutschland von PISA 2006 bis PISA 2009

Eine Betrachtung der Verteilung von Schülerinnen und Schülern auf die sechs Stufen der naturwissenschaftlichen Kompetenz im Vergleich zwischen PISA 2006 und PISA 2009 ermöglicht Aussagen darüber, in welchen Bereichen des Kompetenzspektrums Veränderungen stattgefunden haben. Von besonderem Interesse sind auch hier die Randbereiche der Kompetenzverteilung. Wie Tabelle 6.7 zeigt, findet man in Deutschland vergleichsweise geringe Veränderungen. Die Schüleranteile unter Kompetenzstufe I beziehungsweise auf Kompetenzstufe VI sind praktisch unverändert geblieben. Leicht zugenommen haben die Anteile auf den Kompetenzstufen IV und V, etwas abgenommen jene auf den Stufen I, II und III. Deskriptiv zeigt sich damit eine positive Entwicklung, die sich jedoch nicht zufallskritisch absichern lässt.

3 Abweichungen der dargestellten Differenzen der Mittelwerte, die im Vergleich mit PISA 2006 (Prenzel et al., 2007) auftreten, sind auf Rundung zurückzuführen.

Tabelle 6.7: Prozentuale Anteile der Schülerinnen und Schüler in Deutschland auf den Stufen naturwissenschaftlicher Kompetenz bei PISA 2006 und PISA 2009 im Vergleich

		Kompetenzstufe						
Erhebungszeitpunkt		Unter I	I	II	III	IV	V	VI
2006	%	4.1	11.3	21.4	27.9	23.6	10.0	1.8
	(*SE*)	(0.7)	(1.0)	(1.1)	(1.1)	(0.9)	(0.6)	(0.2)
2009	%	4.1	10.7	20.1	27.3	25.0	10.9	1.9
	(*SE*)	(0.5)	(0.8)	(0.9)	(1.1)	(1.2)	(0.7)	(0.3)

6.4 Bilanz und Diskussion

Seit der ersten PISA-Erhebung im Jahr 2000 haben sich im Bereich der naturwissenschaftlichen Kompetenz in Deutschland bedeutsame Veränderungen ergeben. Bei PISA 2000 lag die mittlere naturwissenschaftliche Kompetenz der Schülerinnen und Schüler in Deutschland signifikant unterhalb des OECD-Durchschnitts. PISA bekräftigte so die Ergebnisse der *Third International Mathematics and Science Study* TIMSS (Baumert et al., 1997), die bereits auf Schwächen in der Mathematik und in den Naturwissenschaften hingewiesen und erste Maßnahmen zur Verbesserung des naturwissenschaftlichen Unterrichts ausgelöst hatte. Die nachfolgenden PISA-Erhebungen in den Jahren 2003 und 2006 lieferten erste Hinweise darauf, dass die Anstrengungen und Maßnahmen zu wirken begonnen haben. In der Erhebung des Jahres 2003 erreichte Deutschland in den Naturwissenschaften ein Ergebnis im Bereich des OECD-Durchschnitts. Bei PISA 2006, als die Naturwissenschaften zum ersten Mal den Schwerpunkt der Erhebung bildeten, lagen die mittleren Kompetenzwerte für Deutschland mit 516 Punkten erstmals signifikant oberhalb des OECD-Mittelwertes. Wie stellen sich die Befunde im Jahr 2009 – neun Jahre nach der ersten PISA-Erhebung – dar?

- Die mittlere naturwissenschaftliche Kompetenz der fünfzehnjährigen Schülerinnen und Schüler in Deutschland liegt mit 520 Punkten signifikant oberhalb des OECD-Durchschnitts.
- Die Streuung der naturwissenschaftlichen Kompetenz beträgt in Deutschland 101 Punkte und ist signifikant größer als die durchschnittliche Streuung in den OECD-Staaten.
- Die mittlere naturwissenschaftliche Kompetenz von Mädchen und Jungen unterscheidet sich in Deutschland nicht signifikant.
- Der prozentuale Anteil von Jugendlichen in Deutschland auf der Kompetenzstufe I und darunter ist signifikant niedriger, der prozentuale Anteil auf den Kompetenzstufen V und VI signifikant höher als im OECD-Durchschnitt.
- Die mittlere naturwissenschaftliche Kompetenz der Schülerinnen und Schüler in Deutschland hat sich zwischen PISA 2006 und PISA 2009 nicht signifikant verändert.
- Die Anteile von Schülerinnen und Schülern an den Rändern der Kompetenzverteilung, das heißt unter Kompetenzstufe II beziehungsweise auf den Kompetenzstufen V und VI, haben sich in Deutschland seit PISA 2006 nicht signifikant verändert.
- Die in den verschiedenen Bildungsgängen in Deutschland erreichten mittleren naturwissenschaftlichen Kompetenzen variieren zwischen 431 Punkten im Bildungsgang Hauptschule und 602 Punkten im Bildungsgang Gymnasium.

Die Befunde aus PISA 2009 bestätigen für die Naturwissenschaften die positive Entwicklung, die sich 2006 bereits abzeichnete. Die Schülerinnen und Schüler in Deutschland haben bei der jüngsten Erhebung wiederum eine im OECD-Vergleich gute Position erreicht und haben sich damit auf hohem Niveau stabilisiert. Der Blick auf die inter-

nationale Spitzengruppe zeigt jedoch, dass für die Schülerinnen und Schüler in Deutschland weiterhin Entwicklungspotenzial besteht und von fünfzehnjährigen Jugendlichen ein deutlich höheres Naturwissenschaftsverständnis erreicht werden kann. Der Abstand zum OECD-Spitzenreiter Finnland (554 Punkte) hat sich für Deutschland seit PISA 2006 zwar verringert, entspricht aber immer noch einem Kompetenzvorsprung von über einem Schuljahr. Mit der Gruppe der naturwissenschaftlich sehr kompetenten Schülerinnen und Schüler (Kompetenzstufen V und VI) liegt Deutschland auch bei PISA 2009 mit einem Anteil von 12.8 Prozent deutlich oberhalb des OECD-Durchschnitts von 8.5 Prozent. Auf der anderen Seite verfügen fast 15 Prozent der Jugendlichen in Deutschland (im Vergleich zu 18.0 Prozent im OECD-Durchschnitt) über nahezu kein naturwissenschaftliches Basiswissen (Kompetenzstufe I und darunter). Gerade in diesem unteren Bereich der Kompetenzverteilung zeigt wiederum Finnland mit nur 6.0 Prozent der Jugendlichen auf Kompetenzstufe I und darunter, dass dieser Anteil deutlich kleiner ausfallen kann. Als weitere Problemfelder im Bereich der naturwissenschaftlichen Kompetenz in Deutschland sind die im internationalen Vergleich erhöhte Streuung der naturwissenschaftlichen Kompetenz sowie die großen Unterschiede in den mittleren Kompetenzniveaus der verschiedenen Bildungsgänge zu nennen. Eine Herausforderung für die nächsten Jahre wird es daher sein, durch gezielte Förderung im unteren Kompetenzbereich diese Schere weiter zu schließen, ohne die hochkompetenten Jugendlichen zu vernachlässigen.

Mit seinem Querschnittsdesign kann PISA allenfalls Hinweise auf mögliche Gründe für die seit PISA 2000 beobachteten Kompetenzzuwächse liefern. Seit TIMSS und PISA 2000 wurden in Deutschland vielfältige und zum Teil breit angelegte Maßnahmen zur Verbesserung der schulischen (und außerschulischen) Kompetenzentwicklung in den Naturwissenschaften eingeleitet. Die Befunde von PISA 2009 legen nahe, dass diese nicht ohne Wirkung geblieben sind. Als Maßnahme ist hier zunächst das BLK-Programm zur *Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts* – bekannt als SINUS – (BLK, 1997; Prenzel, Friedrich & Stadler, 2009) zu nennen, das sich schon seit Ende der 1990er Jahre mit wichtigen Problembereichen des naturwissenschaftlichen Unterrichts auseinandersetzt (z.B. der Rolle und Qualität von Experimenten, dem Umgang mit Fehlern, der Förderung von Mädchen und Jungen, aber auch der Qualitätssicherung). Damit einhergehend wurden zahlreiche Konzepte zur Verbesserung des naturwissenschaftlichen Unterrichts und seiner Aufgabenkultur bereitgestellt (Ostermeier, Prenzel & Duit, 2010; Prenzel, Carstensen, Senkbeil, Ostermeier & Seidel, 2005). Leistungserhebungen im Grundschulalter (z.B. Prenzel, Geiser, Langeheine & Lobemeier, 2003) zeigten aber auch, dass Handlungsbedarf im Sachunterricht in der Primarstufe besteht. Seit 2004 wurde daher zunächst mit *SINUS Transfer Grundschule* und seit 2009 mit *SINUS an Grundschulen* verstärkt auch die Förderung der mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenz im Primarbereich in den Blick genommen.

Zu einer weiteren wichtigen Veränderung in der deutschen Bildungslandschaft hat die Entwicklung und Einführung bundesweiter Bildungsstandards – als direkte Folge der Befunde von PISA 2000 – geführt. Im Bereich der Naturwissenschaften wurden die Bildungsstandards in Biologie, Chemie und Physik (KMK, 2005a, 2005b, 2005c) zu Beginn des Schuljahres 2005/2006 von den Bundesländern als Grundlagen der fachspezifischen Anforderungen für den Mittleren Schulabschluss übernommen.

Naturwissenschaftliche Kompetenz und Interesse an den Naturwissenschaften werden jedoch nicht ausschließlich in der Schule erworben – Maßnahmen, die auf eine Verbesserung des naturwissenschaftlichen Unterrichts abzielen, sind daher wichtig, aber nicht ausreichend. Im letzten Jahrzehnt wurden Kindern und Jugendlichen auf vielfältige Weise Möglichkeiten eröffnet, sich auch außerhalb des Unterrichts mit Naturwissenschaften zu beschäftigen. Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit haben vermehrt die Bedeutung eines Konzeptes der *Naturwissenschaften für alle* (Fensham, 1985)

wahrgenommen. Ein Bildungssystem, das es schafft, möglichst vielen Schülerinnen und Schülern eine fundierte naturwissenschaftliche Grundbildung zu vermitteln, bietet die Basis, auch naturwissenschaftlich hochkompetente Jugendliche hervorzubringen und somit auf die Herausforderungen des Nachwuchsmangels in vielen naturwissenschaftlichen und technischen Berufsfeldern zu reagieren. So ist komplementär zu den innerschulischen Initiativen ein breites Spektrum an außerschulischen Bildungsangeboten entstanden. Forschungseinrichtungen, Universitäten, die Industrie, aber auch Museen und Science Center haben sogenannte Schülerlabore gegründet, die Schülerinnen und Schülern die Begegnung mit aktueller Forschung ermöglichen, ihnen die Gelegenheit zum praktischen Arbeiten und Experimentieren geben und die zum Ziel haben, das Interesse der Jugendlichen für die Naturwissenschaften zu wecken (Dähnhardt, Haupt & Pawek, 2009).

Die neu erwachte Wertschätzung der Naturwissenschaften zeigt sich auch in den Medien, in denen sich seit Mitte der 1990er Jahre eine beträchtliche Zunahme an Wissenschaftssendungen feststellen lässt, gerade auch für Kinder im Primarbereich. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass in Deutschland die Naturwissenschaften und die Technik in den letzten 15 bis 20 Jahren öffentlich stärker wahrgenommen werden und sowohl politisch als auch gesellschaftlich an Stellenwert gewonnen haben. Die Naturwissenschaften werden wieder als zukunftsträchtiges und gesellschaftlich bedeutendes Tätigkeitsfeld angesehen. Zusammen mit den Bemühungen und Verbesserungen im Bereich des naturwissenschaftlichen Unterrichts bildet dieses veränderte Problembewusstsein eine gute Basis für die weitere Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenz.

Literatur

American Association for the Advancement of Science. (1989). *Science for all Americans: A Project 2061 report on literacy goals in science, mathematics, and technology*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.

American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy. Project 2061*. New York: Oxford University Press.

Baumert, J., Lehmann, R., Lehrke, M., Schmitz, B., Clausen, M., Hosenfeld, I., Köller, O. & Neubrand, J. (1997). *TIMSS – Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Deskriptive Befunde*. Opladen: Leske + Budrich.

BLK (Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung). (1997). *Gutachten zur Vorbereitung des Programms „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“* (Materialien zur Bildungsplanung und zur Forschungsförderung, Heft 60). Bonn: BLK.

Bybee, R. W. (1997). Towards an understanding of scientific literacy. In W. Gräber & C. Bolte (Eds.), *Scientific literacy – An international symposium* (pp. 37–68). Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN).

Bybee, R. W. & McCrae, B. J. (Eds.). (2009). *PISA Science 2006: Implications for science teachers and teaching*. Arlington, Virginia: NSTA Press.

Bybee, R. W. & McCrae, B. J. (in press). Scientific literacy and student attitudes: Perspectives from PISA 2006 science. *International Journal of Science Education.*

Bybee, R. W., McCrae, B. J. & Laurie, R. (2009). PISA 2006: An assessment of scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, *46*, 865–883.

Carstensen, C. H., Frey, A., Walter, O. & Knoll, S. (2007). Technische Grundlagen des dritten internationalen Vergleichs. In M. Prenzel, C. Artelt, J. Baumert, W. Blum, M. Hammann, E. Klieme & R. Pekrun (Hrsg.), *PISA 2006 – Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie* (S. 367–389). Münster: Waxmann.

Carstensen, C. H., Prenzel, M. & Baumert, J. (2008). Trendanalysen: Wie haben sich die Kompetenzen in Deutschland zwischen PISA 2000 und PISA 2006 entwickelt? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Sonderheft 10*, 11–34.

Dähnhardt, D., Haupt, O. J. & Pawek, C. (Hrsg.). (2009). *Kursbuch 2010: Schülerlabore in Deutschland.* Marburg: Tectum.

European Commission (Ed.). (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe.* Verfügbar unter http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf [30.09.2010].

Fensham, P. J. (1985). Science for all. *Journal of Curriculum Studies, 17*(4), 415–435.

Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, T. & Evans, R. (Hrsg.). (2002). *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung.* Opladen: Leske + Budrich.

KMK. (2005a). *Beschlüsse der Kultusministerkonferenz: Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004*. München: Luchterhand.

KMK. (2005b). *Beschlüsse der Kultusministerkonferenz: Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004*. München: Luchterhand.

KMK. (2005c). *Beschlüsse der Kultusministerkonferenz: Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004*. München: Luchterhand.

Krapp, A. & Prenzel, M. (in press). Research on interest in science: Theories, methods and findings. *International Journal of Science Education.*

Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, *84*(1), 71–94.

Mayer, V. J. (Ed.). (2002). *Global science literacy.* Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Millar, R. & Osborne, J. (Eds.). (1998). *Beyond 2000: Science education for the future.* London: King's College.

National Research Council. (1996). *National science education standards.* Washington, DC: National Academy Press.

OECD. (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy. A framework for PISA 2006.* Paris: OECD.

OECD. (2009). *PISA 2006 technical report.* Paris: OECD.

OECD. (2010a). *PISA 2009 assessment framework. Key competencies in reading, mathematics and science.* Paris: OECD.

OECD. (2010b). *PISA 2009. What students know and can do. Student performance in reading, mathematics and science. Volume 1*. Paris: OECD.

OECD. (2010c). *PISA 2009. Learning trends. Changes in student performance since 2000. Volume 5*. Paris: OECD.

Osborne, J. (2007). Science education for the twenty first century. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, *3*(3), 173–184.

Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections. A report to the Nuffield Foundation.* London: King's College.

Ostermeier, C., Prenzel, M. & Duit, R. (2010). Improving science and mathematics instruction: The SINUS Project as an example for reform as teacher professional development. *International Journal of Science Education, 32*(3), 303–327.

Prenzel, M. (2000). Lernen über die Lebensspanne aus einer domänenspezifischen Perspektive: Naturwissenschaften als Beispiel. In F. Achtenhagen & W. Lempert (Hrsg.), *Lebenslanges Lernen im Beruf – seine Grundlegung im Kindes- und Jugendalter. Band IV. Formen und Inhalte von Lernprozessen* (S. 175–192). Opladen: Leske + Budrich.

Prenzel, M., Carstensen, C. H., Senkbeil, M., Ostermeier, C. & Seidel, T. (2005). Wie schneiden SINUS-Schulen bei PISA ab? Ergebnisse der Evaluation eines Modellversuchsprogramms. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 8*(4), 540–561.

Prenzel, M., Friedrich, A. & Stadler, M. (Hrsg.). (2009). *Von SINUS lernen – Wie Unterrichtsentwicklung gelingt.* Seelze-Velber: Klett/Kallmeyer.

Prenzel, M., Geiser, H., Langeheine, R. & Lobemeier, K. (2003). Das naturwissenschaftliche Verständnis am Ende der Grundschule. In W. Bos, E.-M. Lankes, M. Prenzel, K. Schwippert, G. Walther & R. Valtin (Hrsg.), *Erste Ergebnisse aus IGLU. Schülerleistungen am Ende der vierten Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich* (S. 143–187). Münster: Waxmann.

Prenzel, M., Rost, J., Senkbeil, M., Häußler, P. & Klopp, A. (2001). Naturwissenschaftliche Grundbildung: Testkonzeption und Ergebnisse. In J. Baumert, E. Klieme, M. Neubrand, M. Prenzel, U. Schiefele, W. Schneider, P. Stanat, K.-J. Tillmann & M. Weiß (Hrsg.), *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich* (S. 191–248). Opladen: Leske + Budrich.

Prenzel, M., Schöps, K., Rönnebeck, S., Senkbeil, M., Walter, O., Carstensen, C. H. & Hamann, M. (2007). Naturwissenschaftliche Kompetenz im internationalen Vergleich. In M. Prenzel, C. Artelt, J. Baumert, W. Blum, M. Hammann, E. Klieme & R. Pekrun (Hrsg.), *PISA 2006 – Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie* (S. 63–105). Münster: Waxmann.

Roberts, D. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729–780). Mahwah: Lawrence Erlbaum.

Rost, J., Walter, O., Carstensen, C. H., Senkbeil, M. & Prenzel, M. (2004). Naturwissenschaftliche Kompetenz. In M. Prenzel, J. Baumert, W. Blum, R. Lehmann, D. Leutner, M. Neubrand, R. Pekrun, H.-G. Rolff, J. Rost & U. Schiefele (Hrsg.), *PISA 2003. Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland – Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs* (S. 111–146). Münster: Waxmann.

Walter, O., Senkbeil, M., Rost, J., Carstensen, C. H. & Prenzel, M. (2006). Die Entwicklung der naturwissenschaftlichen Kompetenz von der neunten zur zehnten Klassenstufe: Deskriptive Befunde. In M. Prenzel, J. Baumert, W. Blum, R. Lehmann, D. Leutner, M. Neubrand, R. Pekrun, J. Rost & U. Schiefele (Hrsg.), *PISA 2003. Untersuchungen zur Kompetenzentwicklung im Verlauf eines Schuljahres* (S. 87–118). Münster: Waxmann.

Weinert, F. E. (1999). *Concepts of competence (Contribution within the OECD project Definition and selection of competencies: Theoretical and conceptual foundations (DeSeCo)).* Neuchatel: DeSeCo.

Tabelle 6.8: Mittelwerte und Streuungen für die naturwissenschaftliche Kompetenz

Staat					Perzentile					
OECD-Staaten	*M*	(*SE*)	*SD*	(*SE*)	5%	10%	25%	75%	90%	95%
Finnland	554	(2.3)	89	(1.1)	400	437	496	617	665	694
Japan	539	(3.4)	100	(2.5)	361	405	477	610	659	686
Korea	538	(3.4)	82	(2.3)	399	431	485	595	640	665
Neuseeland	532	(2.6)	107	(2.0)	348	390	461	608	667	697
Kanada	529	(1.6)	90	(0.9)	377	412	469	593	642	669
Estland	528	(2.7)	84	(1.6)	388	419	472	586	635	665
Australien	527	(2.5)	101	(1.6)	355	395	461	597	655	688
Niederlande	522	(5.4)	96	(2.1)	362	395	453	594	645	673
Deutschland	520	(2.8)	101	(1.9)	345	383	452	594	645	675
Schweiz	517	(2.8)	96	(1.4)	352	388	452	585	637	667
Vereinigtes Königreich	514	(2.5)	99	(1.4)	348	385	447	583	640	672
Slowenien	512	(1.1)	94	(1.0)	355	387	446	580	633	661
Polen	508	(2.4)	87	(1.2)	364	396	448	569	621	650
Irland	508	(3.3)	97	(2.1)	341	382	445	576	627	656
Belgien	507	(2.5)	105	(2.3)	321	364	438	583	634	661
Ungarn	503	(3.1)	86	(2.9)	348	388	446	564	609	636
Vereinigte Staaten	502	(3.6)	98	(1.7)	341	374	433	572	629	662
Tschechische Republik	500	(3.0)	97	(1.9)	338	375	437	568	624	657
Norwegen	500	(2.6)	90	(1.0)	346	382	440	563	615	644
Dänemark	499	(2.5)	92	(1.3)	343	379	438	564	615	645
Frankreich	498	(3.6)	103	(2.8)	314	358	433	572	624	653
Island	496	(1.4)	95	(1.2)	330	370	435	561	616	647
Schweden	495	(2.7)	100	(1.5)	327	367	429	564	622	654
Österreich	494	(3.2)	102	(2.2)	321	358	424	569	623	653
Portugal	493	(2.9)	83	(1.4)	354	384	436	551	601	627
Slowakische Republik	490	(3.0)	95	(2.6)	335	371	427	556	612	643
Italien	489	(1.8)	97	(1.5)	325	362	424	557	609	639
Spanien	488	(2.1)	87	(1.1)	338	373	431	549	597	625
Luxemburg	484	(1.2)	104	(1.1)	304	345	415	558	615	646
Griechenland	470	(4.0)	92	(2.1)	318	353	409	535	586	616
Israel	455	(3.1)	107	(2.4)	275	314	382	531	590	623
Türkei	454	(3.6)	81	(2.0)	322	350	397	510	560	587
Chile	447	(2.9)	81	(1.5)	315	343	392	502	553	583
Mexiko	416	(1.8)	77	(0.9)	291	318	364	468	517	544
OECD-Durchschnitt	501	(0.5)	94	(0.3)	341	377	438	567	619	649
OECD-Partnerstaaten										
Shanghai (China)	575	(2.3)	82	(1.7)	430	467	523	632	674	700
Hongkong (China)	549	(2.8)	87	(2.0)	393	432	494	610	655	681
Singapur	542	(1.4)	104	(1.1)	362	401	471	617	673	704
Chinesisch Taipeh	520	(2.6)	87	(1.6)	370	404	464	581	628	654
Liechtenstein	520	(3.4)	87	(3.4)	373	402	457	583	631	659
Macau (China)	511	(1.0)	76	(0.8)	381	411	461	564	608	632
Lettland	494	(3.1)	78	(1.7)	365	392	440	548	593	619
Litauen	491	(2.9)	85	(2.1)	351	382	434	549	600	630
Kroatien	486	(2.8)	85	(1.8)	348	377	429	546	595	624
Russische Föderation	478	(3.3)	90	(2.0)	331	364	418	539	594	628
Dubai (VAE)	466	(1.2)	106	(1.1)	294	330	391	542	606	638
Serbien	443	(2.4)	84	(1.6)	302	334	387	501	548	579
Bulgarien	439	(5.9)	106	(2.5)	263	302	367	514	575	607
Rumänien	428	(3.4)	79	(1.9)	301	327	373	483	530	558
Uruguay	427	(2.6)	97	(1.7)	268	303	362	493	551	584
Thailand	425	(3.0)	80	(2.0)	297	326	373	477	527	559
Jordanien	415	(3.5)	89	(2.1)	264	301	357	477	526	556
Trinidad und Tobago	410	(1.2)	108	(1.0)	234	271	335	484	552	592
Brasilien	405	(2.4)	84	(1.3)	275	302	348	458	517	554
Kolumbien	402	(3.6)	81	(1.8)	268	298	348	457	506	536
Montenegro	401	(2.0)	87	(1.4)	257	290	343	461	512	543
Argentinien	401	(4.6)	102	(3.7)	228	271	334	471	530	564
Tunesien	401	(2.7)	81	(1.9)	265	296	345	458	504	531
Kasachstan	400	(3.1)	87	(1.7)	262	293	342	458	515	549
Albanien	391	(3.9)	89	(1.7)	242	276	331	454	504	532
Indonesien	383	(3.8)	69	(2.1)	272	296	336	428	472	499
Katar	379	(0.9)	104	(0.8)	228	257	306	443	524	572
Panama	376	(5.7)	90	(2.9)	232	260	315	436	495	527
Aserbaidschan	373	(3.1)	74	(1.6)	257	281	321	421	471	502
Peru	369	(3.5)	89	(2.1)	225	256	310	428	484	519
Kirgisistan	330	(2.9)	91	(2.0)	183	215	269	388	444	482

signifikant über dem OECD-Durchschnitt

nicht signifikant verschieden vom OECD-Durchschnitt

signifikant unter dem OECD-Durchschnitt