



Programme for International Student Assessment

PISATM 2006 – Schulleistungen im internationalen Vergleich

Naturwissenschaftliche Kompetenzen
für die Welt von morgen



ORGANISATION FÜR WIRTSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT UND ENTWICKLUNG

ORGANISATION FÜR WIRTSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT UND ENTWICKLUNG

Die OECD ist ein in seiner Art einzigartiges Forum, in dem die Regierungen von 30 demokratischen Staaten gemeinsam daran arbeiten, den globalisierungsbedingten Herausforderungen im Wirtschafts-, Sozial- und Umweltbereich zu begegnen. Die OECD steht auch in vorderster Linie bei den Bemühungen um ein besseres Verständnis der neuen Entwicklungen und der dadurch ausgelösten Befürchtungen. Sie hilft den Regierungen dabei, diesen neuen Gegebenheiten Rechnung zu tragen, indem sie Untersuchungen zu Themen wie Corporate Governance, Informationswirtschaft oder Probleme der Bevölkerungsalterung durchführt. Die Organisation bietet den Regierungen einen Rahmen, der es ihnen ermöglicht, ihre Politikererfahrungen auszutauschen, nach Lösungsansätzen für gemeinsame Probleme zu suchen, empfehlenswerte Praktiken aufzuzeigen und auf eine Koordinierung nationaler und internationaler Politiken hinzuwirken.

Die OECD-Mitgliedstaaten sind: Australien, Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Japan, Kanada, Korea, Luxemburg, Mexiko, Neuseeland, die Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, Schweiz, die Slowakische Republik, Spanien, die Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, das Vereinigte Königreich und die Vereinigten Staaten. Die Kommission der Europäischen Gemeinschaften nimmt an den Arbeiten der OECD teil.

Über die OECD-Veröffentlichungen finden die Arbeiten der Organisation weite Verbreitung. Letztere erstrecken sich insbesondere auf Erstellung und Analyse statistischer Daten und Untersuchungen über wirtschaftliche, soziale und umweltpolitische Themen sowie die von den Mitgliedstaaten vereinbarten Übereinkommen, Leitlinien und Standards.

Das vorliegende Dokument wird unter der Verantwortung des Generalsekretärs der OECD veröffentlicht. Die darin zum Ausdruck gebrachten Meinungen und Argumente spiegeln nicht zwangsläufig die offizielle Einstellung der Organisation oder der Regierungen ihrer Mitgliedstaaten wider.

Originalfassungen veröffentlicht unter dem Titel:

PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World: Volume 1 Analysis
PISA 2006 : Les compétences, un atout pour réussir : Volume 1 Analyse des résultats

Übersetzung durch den Deutschen Übersetzungsdienst der OECD

Die Bezeichnungen PISA, OECD/PISA und das PISA-Logo sind geschützte Markenzeichen der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD). Jegliche Verwendung von OECD-Markenzeichen ohne schriftliche Genehmigung der OECD ist unzulässig.

© 2007 OECD

© 2007 W. Bertelsmann Verlag für die deutsche Ausgabe. Veröffentlicht mit Genehmigung der OECD.

Nachdruck, Kopie, Übertragung oder Übersetzung dieser Veröffentlichung nur mit schriftlicher Genehmigung. Diesbezügliche Anträge sind zu richten an: OECD Publishing: rights@oecd.org oder per Fax: 33 1 45 24 99 30. Die Genehmigung zur Kopie von Teilen dieses Werks ist einzuholen beim Centre Français d'exploitation du droit de Copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, 75006 Paris, Frankreich, Fax: 33 1 46 34 67 19 (contact@cfcopies.com) oder (für die Vereinigten Staaten) beim Copyright Clearance Center Inc. (CCC), 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, USA, Fax: 1 978 646 8600, info@copyright.com.



Vorwort

Die eindeutigen Vorteile, die dem Einzelnen, der Wirtschaft und der Gesellschaft aus einer Anhebung des Bildungsniveaus erwachsen, sind die treibende Kraft bei den Bemühungen der Regierungen, die Qualität der Bildungsdienstleistungen zu verbessern. Der Wohlstand der Länder gründet sich heute in großem Maße auf deren Humankapital, und um in einer sich rasch wandelnden Welt bestehen zu können, muss jeder Einzelne seine Kenntnisse und Fähigkeiten ein Leben lang weiterentwickeln. Die Bildungssysteme müssen ein solides Fundament hierfür schaffen, indem sie den Lernprozess fördern und die Kapazität und Motivation junger Erwachsener stärken, über die Schulzeit hinaus weiter zu lernen.

Alle Beteiligten – die Eltern, die Schülerinnen und Schüler, die Lehrkräfte, die Bildungsverantwortlichen ebenso wie die breite Öffentlichkeit – benötigen deshalb verlässliche Informationen darüber, wie gut die Bildungssysteme ihres Landes die Jugendlichen auf das Leben vorbereiten. In vielen Ländern wird der Lernprozess der Schülerinnen und Schüler laufend beobachtet, um Antworten auf diese Frage zu finden. Vergleichende internationale Analysen können das auf Länderebene gewonnene Bild ergänzen und vertiefen, indem sie einen breiteren Rahmen für die Interpretation der nationalen Ergebnisse abstecken. Sie können den Ländern Informationen liefern, mit deren Hilfe diese ihre jeweiligen Stärken und Schwächen besser abschätzen und die erzielten Fortschritte messen können. Sie können die Länder auch zu mehr Ehrgeiz anspornen. Und sie können Orientierungshilfen für die Anstrengungen der Länder liefern, den Schülerinnen und Schülern bei der Erhöhung ihrer Lernerfolge, den Lehrkräften bei der Verbesserung ihrer Unterrichtsmethoden und den Schulen bei der Steigerung ihrer Effizienz zu helfen.

Um dem Bedarf an international vergleichbaren Daten über Schülerleistungen gerecht zu werden, startete die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) 1997 die Internationale Schulleistungsstudie PISA (Programme for International Student Assessment). PISA steht für das Engagement der Regierungen, innerhalb eines gemeinsamen, international vereinbarten Rahmens die an den Schülerleistungen gemessenen Ergebnisse ihrer Bildungssysteme in regelmäßigen Abständen zu bewerten. Mit PISA soll eine neue Basis für den bildungspolitischen Dialog und die Zusammenarbeit bei der Definition und Umsetzung von Bildungszielen geschaffen werden, die sich auf innovative Methoden zur Bewertung von Kompetenzen stützt, die für das spätere Leben relevant sind.

Maßgebliche Faktoren bei der Entwicklung der PISA-Studie waren ihre Politikorientierung, ihr innovatives Konzept der „Grundbildung“, bei dem es um die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler geht, aus dem Gelernten zu extrapolieren und ihr Wissen in neuen Situationen anzuwenden, ihre Relevanz für das lebenslange Lernen und die Regelmäßigkeit ihrer Durchführung. PISA ist das umfassendste und weitreichendste internationale Programm zur Erfassung von Schülerleistungen und Daten über schülerspezifische, familiäre und institutionelle Faktoren, die zur Erklärung von Leistungsunterschieden herangezogen werden können. Die an PISA teilnehmenden Länder vereinen fast 90% der Weltwirtschaft auf sich.

Die erste PISA-Studie wurde 2000 durchgeführt. Die PISA-Erhebung 2000, bei der das Hauptaugenmerk auf der *Lesekompetenz* lag, machte deutlich, dass zwischen den Ländern große Unterschiede in Bezug darauf bestehen, inwieweit es ihnen gelingt, junge Erwachsene dazu zu befähigen, sich schriftliche Informationen



zu erschließen, mit ihnen umzugehen, sie zu integrieren und zu evaluieren und über sie nachzudenken, um ihr Potenzial auszubauen und ihren Horizont zu erweitern. Für einige Länder fielen die Ergebnisse enttäuschend aus, da sich zeigte, dass die Leistungen ihrer 15-Jährigen zum Teil trotz hoher Investitionen in das Bildungswesen deutlich hinter denen anderer Länder zurückblieben, teilweise in einem Umfang, der mehreren Schuljahren entsprach. Bei PISA 2000 traten auch erhebliche Unterschiede zwischen der Leistung der einzelnen Schulen zu Tage, was Bedenken über die Gerechtigkeit der Verteilung der Bildungschancen aufkommen ließ. Zugleich zeigte PISA 2000 aber auch, dass es manchen Ländern mit großem Erfolg gelingt, sowohl qualitativ hochwertige als auch ausgewogene Lernergebnisse zu erzielen, was in vielen Ländern beispiellose Forschungsanstrengungen und politische Debatten über die für Bildungserfolg ausschlaggebenden Faktoren auslöste. Diese Debatten wurden nach der Veröffentlichung der Ergebnisse von PISA 2003, bei der die mathematische Grundbildung im Mittelpunkt stand, noch intensiver. In PISA 2003 wurde nicht nur die Reihe der im Rahmen der Studie untersuchten Fähigkeiten um die fächerübergreifende Problemlösekompetenz erweitert, sondern auch die Analyse der mit hohen Leistungsstandards verbundenen Politik und Praxis auf nationaler und internationaler Ebene vertieft.

Inwiefern hat sich die Situation seither geändert? Der vorliegende Bericht liefert erste Ergebnisse der PISA-Studie 2006 und bringt eine wichtige neue Perspektive ein, indem er nicht nur untersucht, wie die Länder platziert sind, sondern auch, was sich im Vergleich zu PISA 2000 verändert hat. Obwohl die Länder mit hohen und zugleich ausgewogenen Schülerleistungen ein wichtiger Vergleichsmaßstab bleiben, wird jenen Ländern, deren Ergebnisse sich deutlich verbessert haben, zweifellos ebenfalls viel Aufmerksamkeit zukommen. Der Bericht geht jedoch weit über die relative Einordnung der Länder nach ihren Schülerleistungen hinaus. Mit dem Schwerpunkt naturwissenschaftliche Grundbildung interessiert er sich auch für die Einstellungen der Schülerinnen und Schüler zu Naturwissenschaften, ihr Wissen um die Chancen, die naturwissenschaftliche Kompetenzen im Leben eröffnen können, sowie die Lernmöglichkeiten und das Lernumfeld, das ihre Schulen in diesem Bereich bieten. Zudem untersucht er den Zusammenhang zwischen Schülerleistungen und anderen Faktoren wie Geschlecht, sozioökonomischer Hintergrund sowie Schulpolitik und -praxis. Er gibt damit Aufschluss darüber, wie sich diese Faktoren auf die Entwicklung von Kenntnissen und Fähigkeiten im häuslichen und schulischen Umfeld auswirken, und analysiert, welche Implikationen dies für die Politikgestaltung hat.

Die PISA-Studie 2006 wurde in den einzelnen Ländern zwischen März und November 2006 abgeschlossen. Dieser Bericht kann daher nur einen ersten Überblick über die Ergebnisse vermitteln. Er sollte als Ausgangspunkt für weitere Forschungsarbeiten und Analysen auf nationaler und internationaler Ebene gesehen werden, wie dies bereits für die Berichte über die ersten Ergebnisse von PISA 2000 und PISA 2003 galt.

Der Bericht ist das Produkt eines Kooperationsprojekts zwischen den PISA-Teilnehmerländern, den im Rahmen des PISA-Konsortiums tätigen Experten und Institutionen sowie der OECD. Verfasst wurde er von Andreas Schleicher, John Cresswell, Miyako Ikeda und Claire Shewbridge von der OECD-Direktion Bildung, mit Beratung sowie analytischer und redaktioneller Unterstützung durch Alla Berezner, David Baker, Roel Bosker, Rodger Bybee, Eric Charbonnier, Aletta Grisay, Heinz Gilomen, Eric Hanushek, Donald Hirsch, Kate Lancaster, Henry Levin, Elke Lüdemann, Yugo Nakamura, Harry O'Neill, Susanne Salz, Wolfgang Schulz, Diana Toledo Figuerosa, Ross Turner, Sophie Vayssettes, Elisabeth Villoutreix, Wendy Whitham, Ludger Woessman und Karin Zimmer. Kapitel 4 stützt sich zudem in erheblichem Maße auf analytische Arbeiten, die im Kontext von PISA 2000 von Jaap Scheerens und Douglas Willms durchgeführt wurden. Für die administrative Seite war Juliet Evans zuständig.



Die PISA-Erhebungsinstrumente und das Datenmaterial für den Bericht wurden vom PISA-Konsortium unter Leitung von Raymond Adams vom Australian Council for Educational Research aufbereitet. Die Expertengruppe, die die Orientierungen für die Ausarbeitung des Rahmenkonzepts und der Erhebungsinstrumente im Bereich Naturwissenschaften vorgab, wurde von Rodger Bybee geleitet.

Die Orientierungen für die Gestaltung des Berichts insgesamt kamen vom PISA-Verwaltungsrat unter dem Vorsitz von Ryo Watanabe (Japan). Anhang B des Berichts enthält eine Liste der Mitglieder der verschiedenen PISA-Organe wie auch der einzelnen Fachleute und Berater, die an diesem Bericht und an PISA allgemein mitgewirkt haben.

Für diesen Bericht zeichnet der Generalsekretär der OECD verantwortlich.

Ryo Watanabe

Vorsitzender des PISA-Verwaltungsrats

Barbara Ischinger

Leiterin der OECD-Direktion Bildung



Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----|
| VORWORT | 3 |
| KAPITEL 1 EINFÜHRUNG | 17 |
| Ein Überblick über PISA | 18 |
| ▪ PISA 2006 – Schwerpunkt Naturwissenschaften | 18 |
| ▪ Die PISA-Erhebungen | 18 |
| Was und wie bei PISA gemessen wird | 22 |
| ▪ Schülerleistungen: Was in PISA gemessen wird | 23 |
| ▪ PISA-Erhebungsinstrumente: Wie die Messungen durchgeführt werden | 24 |
| ▪ PISA-Zielpopulation | 26 |
| Was ist bei PISA 2006 anders? | 29 |
| ▪ PISA 2006 liefert eine detaillierte Analyse der Schülerleistungen in Naturwissenschaften und ihrer Einstellungen hierzu | 29 |
| ▪ Ein Vergleich im Zeitverlauf | 30 |
| ▪ Die Lieferung neuer Hintergrundinformationen über Schülerinnen und Schüler | 30 |
| Aufbau des Berichts | 30 |
| HINWEISE FÜR DEN LESER | 35 |
| KAPITEL 2 EIN PROFIL DER SCHÜLERLEISTUNGEN IN NATURWISSENSCHAFTEN | 37 |
| Einführung | 38 |
| Der PISA-Ansatz zur Beurteilung der Schülerleistungen im Bereich Naturwissenschaften | 39 |
| ▪ Das PISA-Konzept der naturwissenschaftlichen Grundbildung | 39 |
| ▪ Die PISA-Definition der naturwissenschaftlichen Grundbildung | 41 |
| ▪ Das PISA-Rahmenkonzept im Bereich Naturwissenschaften | 43 |
| ▪ Die naturwissenschaftlichen Testeinheiten von PISA 2006 | 47 |
| ▪ Wie die Ergebnisse dargestellt sind | 49 |
| ▪ Ein Profil der PISA-Aufgaben im Bereich Naturwissenschaften | 53 |
| Wozu die Schülerinnen und Schüler in Naturwissenschaften in der Lage sind | 58 |
| ▪ Schülerleistungen in Naturwissenschaften | 58 |
| Überblick über die Schülerleistungen in verschiedenen Naturwissenschaftsbereichen | 74 |
| ▪ Schülerleistungen auf den verschiedenen naturwissenschaftlichen Kompetenzskalen | 74 |
| ▪ Schülerleistungen in den verschiedenen Wissensbereichen | 83 |
| Genauere Analyse der Schülerleistungen auf den naturwissenschaftlichen Kompetenzskalen | 92 |
| ▪ Schülerleistungen auf der Skala Naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen | 92 |
| ▪ Schülerleistungen auf der Skala Phänomene naturwissenschaftlich erklären | 100 |
| ▪ Schülerleistungen auf der Skala Naturwissenschaftliche Beweise heranziehen | 116 |
| Politikimplikationen | 120 |
| ▪ Den Bedarf an herausragenden naturwissenschaftlichen Kräften decken | 120 |
| ▪ Solide naturwissenschaftliche Grundkompetenzen sichern | 131 |
| ▪ Stärken und Schwächen in verschiedenen Bereichen der naturwissenschaftlichen Grundbildung | 131 |
| ▪ Geschlechtsspezifische Unterschiede | 132 |
| ▪ Welche Rolle spielen die Ergebnisse? | 133 |



| | |
|--|-----|
| KAPITEL 3 EIN PROFIL DES SCHÜLERENGAGEMENTS IM BEREICH NATURWISSENSCHAFTEN | 141 |
| Einführung | 142 |
| Wie werden Einstellung und Engagement in PISA gemessen? | 142 |
| ▪ Anmerkungen zur Interpretation der Messgrößen..... | 146 |
| Unterstützen die Schülerinnen und Schüler naturwissenschaftliche Untersuchungen? | 149 |
| ▪ Einschätzung des generellen Werts der Naturwissenschaften..... | 149 |
| ▪ Unterstützung naturwissenschaftlicher Untersuchungen..... | 153 |
| ▪ Einschätzung des persönlichen Werts der Naturwissenschaften..... | 155 |
| Vertrauen die Schülerinnen und Schüler darauf, in Naturwissenschaften erfolgreich sein zu können?.. | 157 |
| ▪ Vertrauen der Schülerinnen und Schüler in ihre Fähigkeit, Schwierigkeiten in Naturwissen- schaften zu überwinden..... | 157 |
| ▪ Selbstkonzept der Schülerinnen und Schüler in Naturwissenschaften..... | 160 |
| Interessieren sich Schülerinnen und Schüler für Naturwissenschaften? | 163 |
| ▪ Interesse an Naturwissenschaften als Unterrichtsfach..... | 164 |
| ▪ Die Bedeutung guter Leistungen in Naturwissenschaften | 170 |
| ▪ Motivation für Lernen im Bereich Naturwissenschaften, weil es nützlich ist..... | 171 |
| ▪ Naturwissenschaftsbezogene Aktivitäten | 179 |
| Besitzen die Schülerinnen und Schüler Verantwortungsbewusstsein im Umgang mit Ressourcen und Umwelt? | 181 |
| ▪ Vertrautheit mit Umweltthemen..... | 181 |
| ▪ Besorgnis der Schülerinnen und Schüler über Umweltprobleme..... | 185 |
| ▪ Optimismus in Bezug auf Umweltprobleme..... | 187 |
| ▪ Verantwortungsbewusstsein für nachhaltige Entwicklung..... | 187 |
| ▪ Geschlechtsspezifische Unterschiede bei dem Verantwortungsbewusstsein im Umgang mit Ressourcen und Umwelt..... | 190 |
| Überblick über die geschlechtsspezifischen Unterschiede bei den Leistungen in Naturwissen- schaften und den Einstellungen hierzu | 191 |
| Politikimplikationen | 191 |
| KAPITEL 4 QUALITÄT UND AUSGEWOGENHEIT DER LEISTUNGEN VON SCHÜLERN UND SCHULEN | 199 |
| Einführung | 200 |
| Gewährleistung einheitlicher Leistungsstandards für die Schulen: Ein Profil der Unterschiede bei den Schülerleistungen zwischen und innerhalb von Schulen | 201 |
| Qualität der Lernerträge und gerechte Verteilung der Bildungschancen | 204 |
| ▪ Migrantenstatus und Schülerleistungen..... | 205 |
| ▪ Sozioökonomischer Hintergrund und Leistungen der Schüler und der Schulen..... | 213 |
| Sozioökonomische Unterschiede und die Rolle, die die Bildungspolitik bei der Minderung der Effekte sozioökonomischer Benachteiligung spielen kann | 226 |
| Sozioökonomischer Hintergrund und die Rolle der Eltern | 231 |
| Politikimplikationen | 233 |
| ▪ Konzentration auf leistungsschwache Schülerinnen und Schüler..... | 234 |
| ▪ Unterschiedliche Steigungen und Stärken sozioökonomischer Gradienten..... | 235 |
| ▪ Unterschiedliche sozioökonomische Profile..... | 237 |
| ▪ Unterschiedliche Gradienten zwischen den Schulen..... | 237 |
| ▪ Unterschiedliche Gradienten innerhalb der Schulen..... | 239 |



| | |
|--|-----|
| KAPITEL 5 SCHUL- UND BILDUNGSSYSTEMMERKMALE UND SCHÜLERLEISTUNGEN IN NATURWISSENSCHAFTEN | 249 |
| Einführung | 250 |
| Aufnahme-, Selektions- und Einteilungsregelungen | 253 |
| ▪ Aufnahmeregelungen der Schulen..... | 253 |
| ▪ Institutionelle Differenzierung und Klassenwiederholung..... | 257 |
| ▪ Gruppierung nach Leistungsfähigkeit innerhalb von Schulen..... | 261 |
| ▪ Der Zusammenhang zwischen Schulaufnahme, Selektion und Gruppierung nach Leistungsfähigkeit und den Schülerleistungen in Naturwissenschaften | 263 |
| Öffentliche oder private Trägerschaft in Schulverwaltung und -finanzierung | 267 |
| ▪ Der Zusammenhang zwischen öffentlicher und privater Trägerschaft bei Schulverwaltung und -finanzierung und den Schülerleistungen in Naturwissenschaften..... | 268 |
| Die Rolle der Eltern: Wahl der Schule und Einfluss der Eltern auf die Schule | 271 |
| ▪ Zusammenhang zwischen der Wahl der Schule und dem Einfluss der Eltern auf die Schule und den Schülerleistungen in Naturwissenschaften..... | 274 |
| Regelungen zur Rechenschaftslegung | 277 |
| ▪ Art und Nutzung von Rechenschaftssystemen..... | 277 |
| ▪ Weitergabe der Daten über die Schülerleistungen an die Eltern und die breite Öffentlichkeit..... | 280 |
| ▪ Externe Prüfungen auf der Basis vorgegebener Leistungsstandards..... | 282 |
| ▪ Der Zusammenhang zwischen Rechenschaftspflicht und Schülerleistungen in Naturwissenschaften | 283 |
| Formen der Schulverwaltung und Beteiligung verschiedener Gremien an der Entscheidungsfindung | 285 |
| ▪ Beteiligung des Lehrerkollegiums und der Schulleitung an Entscheidungen auf Schulebene..... | 285 |
| ▪ Beteiligung verschiedener Instanzen an den Entscheidungen der Schule | 290 |
| ▪ Der Zusammenhang zwischen der schulischen Autonomie und den Schülerleistungen in Naturwissenschaften | 293 |
| Schulressourcen | 295 |
| ▪ Humanressourcen laut Angaben der Schulleitungen..... | 295 |
| ▪ Materielle Ressourcen laut Angaben der Schulleitungen | 298 |
| ▪ Lernzeit und Bildungsressourcen laut Angaben der Schüler und der Schulleitungen..... | 300 |
| ▪ Der Zusammenhang zwischen Schulressourcen und Schülerleistungen in Naturwissenschaften | 304 |
| Gesamteffekt schul- und bildungssystembezogener Input-Faktoren sowie der Schulpolitik und -praxis auf die Schülerleistungen | 307 |
| Der Gesamteffekt schul- und bildungssystembezogener Input-Faktoren sowie der Schulpolitik und -praxis auf die Korrelation zwischen dem sozioökonomischen Hintergrund und den Schülerleistungen in Naturwissenschaften | 317 |
| Politikimplikationen | 320 |
| KAPITEL 6 EIN PROFIL DER SCHÜLERLEISTUNGEN IN LESEKOMPETENZ UND MATHEMATIK VON PISA 2000 BIS PISA 2006 | 327 |
| Einführung | 328 |
| Wozu die Schülerinnen und Schüler im Bereich Lesekompetenz in der Lage sind | 328 |
| ▪ Ein Profil der PISA-Aufgaben im Bereich Lesekompetenz | 331 |
| Schülerleistungen im Bereich Lesekompetenz | 339 |
| ▪ Durchschnittsergebnisse der Länder/Volkswirtschaften im Bereich Lesekompetenz..... | 341 |
| ▪ Wie sich die Schülerleistungen im Bereich Lesekompetenz verändert haben..... | 347 |
| ▪ Geschlechtsspezifische Unterschiede im Bereich Lesekompetenz | 349 |



| | |
|---|-----|
| Wozu die Schüler in Mathematik in der Lage sind | 350 |
| ▪ Ein Profil der PISA-Aufgaben im Bereich Mathematik | 351 |
| Schülerleistungen in Mathematik | 359 |
| ▪ Durchschnittsergebnisse der Länder/Volkswirtschaften im Bereich Mathematik..... | 362 |
| ▪ Wie sich die Schülerleistungen in Mathematik verändert haben..... | 363 |
| ▪ Geschlechtsspezifische Unterschiede in Mathematik..... | 369 |
| Politikimplikationen | 369 |
| ▪ Lesekompetenz | 369 |
| ▪ Mathematik..... | 370 |
| ▪ Geschlechtsspezifische Unterschiede..... | 372 |
| LITERATURVERZEICHNIS | 377 |
| ANHANG A TECHNISCHE HINWEISE | 381 |
| Anhang A1: Konstruktion der Indizes und anderer von den Kontextfragebogen für Schüler, Schulen und Eltern abgeleiteten Messgrößen | 382 |
| Anhang A2: PISA-Zielpopulation, PISA-Stichproben und Definition der Schulen | 399 |
| Anhang A3: Standardfehler, Signifikanztests und Vergleiche zwischen Untergruppen..... | 412 |
| Anhang A4: Qualitätssicherung..... | 416 |
| Anhang A5: Entwicklung der PISA-Erhebungsinstrumente..... | 418 |
| Anhang A6: Reliabilität der Kodierung offener Items..... | 422 |
| Anhang A7: Vergleich der Ergebnisse der Erhebungen PISA 2000, PISA 2003 und PISA 2006..... | 424 |
| Anhang A8: Technische Hinweise zu den Mehrebenen-Regressionsanalysen | 427 |
| Anhang A9: SPSS-Syntax zur Aufbereitung der Datensätze für die Mehrebenen-Regressionsanalyse..... | 427 |
| Anhang A10: Technische Hinweise zur Messung der Einstellungen der Schülerinnen und Schüler zu Naturwissenschaften | 427 |
| ANHANG B ENTWICKLUNG UND UMSETZUNG VON PISA – EIN KOOPERATIONSPROJEKT | 433 |
| ANHANG C LINKS ZU DEN DIESEM BERICHT ZU GRUNDE LIEGENDEN DATEN | 439 |



Kästen

| | | |
|------------|---|-----|
| Kasten 1.1 | Hauptmerkmale von PISA 2006 | 21 |
| Kasten 1.2 | Erfassung der Schülerpopulation und Ausschluss von Schülerinnen und Schülern..... | 26 |
| Kasten 1.3 | Wie ein PISA-Test in einer Schule gewöhnlich durchgeführt wird | 28 |
| Kasten 2.1 | Wie sich die Qualifikationsanforderungen auf den Arbeitsmärkten verändert haben – Trends in Routine- und Nichtroutineberufen in den Vereinigten Staaten seit 1960 | 40 |
| Kasten 2.2 | Zur Interpretation der Statistiken | 60 |
| Kasten 2.3 | Zusammenhänge zwischen den naturwissenschaftlichen Leistungen im Alter von 15 Jahren und der Forschungsintensität der Länder..... | 61 |
| Kasten 2.4 | Wie ernst nehmen die Schülerinnen und Schüler den PISA-Test?..... | 63 |
| Kasten 2.5 | Interpretation der Unterschiede in den PISA-Ergebnissen: Wie groß sind die Abstände?..... | 69 |
| Kasten 2.6 | Computergestützter Naturwissenschaftstest | 116 |
| Kasten 3.1 | Überblick über die Einstellungen 15-Jähriger zu Naturwissenschaften..... | 144 |
| Kasten 3.2 | Interpretation der PISA-Indizes..... | 148 |
| Kasten 3.3 | Vergleich der Unterschiede bei den Einstellungen zu Naturwissenschaften nach Geschlecht, sozioökonomischem Hintergrund und Migrationshintergrund | 152 |
| Kasten 3.4 | Spiegeln die Selbsteinschätzungen der Schülerinnen und Schüler in Bezug auf ihre Fähigkeiten lediglich ihre effektive Leistung wider? | 161 |
| Kasten 4.1 | Interpretation von Abbildung 4.5 | 214 |
| Kasten 5.1 | Interpretation der Schuldaten und Zusammenhang mit den Schülerleistungen..... | 251 |
| Kasten 5.2 | Mehrebenen-Modelle: Aufnahmeregelungen, Einteilung nach Leistungsgruppen und Selektivität..... | 265 |
| Kasten 5.3 | Mehrebenen-Modelle: Schulverwaltung und -finanzierung – öffentliche oder private Schulen | 271 |
| Kasten 5.4 | Mehrebenen-Modelle: Druck der Eltern und Wahl der Schule..... | 276 |
| Kasten 5.5 | Mehrebenen-Modelle: Maßnahmen zur Rechnungslegung | 284 |
| Kasten 5.6 | Mehrebenen-Modelle: Schulautonomie | 294 |
| Kasten 5.7 | Mehrebenen-Modelle: Schulressourcen..... | 306 |
| Kasten 5.8 | Mehrebenen-Gesamtmodell für die Schülerleistungen | 309 |
| Kasten 5.9 | Mehrebenen-Gesamtmodell für den Einfluss des sozioökonomischen Hintergrunds | 317 |
| Kasten 6.1 | Sind die Leistungen beim PISA-Test im Alter von 15 Jahren ein guter Prädiktor für künftigen Bildungserfolg?.. | 346 |

Abbildungen

| | | |
|---------------|--|----|
| Abbildung 1.1 | Ein Überblick über die PISA-Teilnehmerländer und -volkswirtschaften..... | 20 |
| Abbildung 1.2 | Überblick über die in PISA 2006 erfassten Erhebungsbereiche..... | 25 |
| Abbildung 2.1 | Das Rahmenkonzept Naturwissenschaften von PISA 2006 | 42 |
| Abbildung 2.2 | Die naturwissenschaftlichen Kontextbereiche von PISA 2006..... | 43 |
| Abbildung 2.3 | Naturwissenschaftliche Kompetenzen in PISA 2006..... | 44 |
| Abbildung 2.4 | Inhaltsbereiche des Naturwissenschaftlichen Wissens in PISA 2006..... | 46 |



| | | |
|-----------------|--|-----|
| Abbildung 2.5 | Kategorien des Wissens über Naturwissenschaften in PISA 2006..... | 47 |
| Abbildung 2.6 | Untersuchung der Schülereinstellungen in PISA 2006..... | 48 |
| Abbildung 2.7 | Beziehung zwischen den Items und der Position der Schüler auf einer Leistungsskala..... | 50 |
| Abbildung 2.8 | Kurzbeschreibung der sechs Kompetenzstufen der Gesamtskala Naturwissenschaften..... | 52 |
| Abbildung 2.9 | Übersicht der freigegebenen Naturwissenschaftsaufgaben von PISA 2006 zur Darstellung der Kompetenzstufen | 54 |
| Abbildung 2.10 | Übersicht ausgewählter Naturwissenschaftsaufgaben aus PISA 2006: Gegenüberstellung von Wissensbereichen und Kompetenzen | 55 |
| Abbildung 2.11a | Prozentsatz der Schüler auf den jeweiligen Kompetenzstufen der Gesamtskala Naturwissenschaften | 59 |
| Abbildung 2.11b | Vergleich der Durchschnittsergebnisse auf der Gesamtskala Naturwissenschaften | 66 |
| Abbildung 2.11c | Spannweite der Rangplätze der Länder/Volkswirtschaften auf der Gesamtskala Naturwissenschaften | 68 |
| Abbildung 2.12a | Schülerleistungen auf der Gesamtskala Naturwissenschaften und Nationaleinkommen | 70 |
| Abbildung 2.12b | Schülerleistungen auf der Gesamtskala Naturwissenschaften und Ausgaben je Schüler..... | 72 |
| Abbildung 2.13 | Vergleich der Schülerleistungen auf den verschiedenen Naturwissenschaftsskalen | 75 |
| Abbildung 2.14a | Länder, deren Schüler eine relative Schwäche auf der Skala Phänomene naturwissenschaftlich erklären aufweisen, aber in den anderen Bereichen relativ stark sind | 76 |
| Abbildung 2.14b | Länder/Volkswirtschaften, deren Schüler eine relative Stärke auf der Skala Phänomene naturwissenschaftlich erklären aufweisen, in den anderen Bereichen aber relativ schwach sind..... | 77 |
| Abbildung 2.14c | Länder, deren Schüler eine relative Schwäche auf der Skala Naturwissenschaftliche Beweise heranziehen aufweisen | 77 |
| Abbildung 2.14d | Länder, deren Schüler eine relative Stärke auf der Skala Naturwissenschaftliche Beweise heranziehen aufweisen | 78 |
| Abbildung 2.14e | Spannweite der Rangplätze der Länder/Volkswirtschaften auf den verschiedenen Naturwissenschaftsskalen..... | 79 |
| Abbildung 2.15 | Leistungen von Jungen und Mädchen auf der Skala Naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen | 82 |
| Abbildung 2.16 | Leistungen von Jungen und Mädchen auf der Skala Phänomene naturwissenschaftlich erklären..... | 83 |
| Abbildung 2.17 | Leistungen von Jungen und Mädchen auf der Skala Naturwissenschaftliche Beweise heranziehen | 84 |
| Abbildung 2.18a | Mittelwerte auf den Skalen Wissen über Naturwissenschaften und Naturwissenschaftliches Wissen | 85 |
| Abbildung 2.19a | Länder, deren Schüler eine relative Stärke oder Schwäche auf der Skala „Physikalische Systeme“ aufweisen | 86 |
| Abbildung 2.19b | Länder/Volkswirtschaften, deren Schüler eine relative Stärke oder Schwäche auf der Skala „Erde und Weltraum“ aufweisen..... | 87 |
| Abbildung 2.19c | Länder/Volkswirtschaften, deren Schüler eine relative Stärke oder Schwäche auf der Skala „Lebende Systeme“ aufweisen | 88 |
| Abbildung 2.20 | Kurzbeschreibung der sechs Kompetenzstufen der Skala Naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen . | 90 |
| Abbildung 2.21a | Prozentsatz der Schüler auf den jeweiligen Kompetenzstufen der Skala Naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen | 92 |
| Abbildung 2.22 | GENTECHNISCH VERÄNDERTES GETREIDE | 94 |
| Abbildung 2.23 | SONNENSCHUTZ | 96 |
| Abbildung 2.24 | Kurzbeschreibung der sechs Kompetenzstufen der Skala Phänomene naturwissenschaftlich erklären | 100 |
| Abbildung 2.25a | Prozentsatz der Schüler auf den jeweiligen Kompetenzstufen der Skala Phänomene naturwissenschaftlich erklären..... | 102 |
| Abbildung 2.26 | KLEIDUNG..... | 104 |
| Abbildung 2.27 | DER GRAND CANYON | 106 |
| Abbildung 2.28 | MARY MONTAGU..... | 109 |
| Abbildung 2.29 | KÖRPERLICHE AKTIVITÄT | 113 |
| Abbildung 2.30 | Kurzbeschreibung der sechs Kompetenzstufen der Skala Naturwissenschaftliche Beweise heranziehen..... | 117 |



| | | |
|-----------------|--|-----|
| Abbildung 2.31a | Prozentsatz der Schüler auf den jeweiligen Kompetenzstufen der Skala Naturwissenschaftliche Beweise heranziehen..... | 119 |
| Abbildung 2.32 | SAURER REGEN..... | 121 |
| Abbildung 2.33 | TREIBHAUS..... | 125 |
| <hr/> | | |
| Abbildung 3.1 | Erfassung der Schülereinstellungen in PISA 2006..... | 147 |
| Abbildung 3.2 | Index der Einschätzung des generellen Werts der Naturwissenschaften..... | 151 |
| Abbildung 3.3 | Beispiele für die Unterstützung naturwissenschaftlicher Untersuchungen durch die Schüler..... | 154 |
| Abbildung 3.4 | Index der Einschätzung des persönlichen Werts der Naturwissenschaften..... | 156 |
| Abbildung 3.5 | Index der Selbstwirksamkeit in Naturwissenschaften..... | 159 |
| Abbildung 3.6 | Leistungen in Naturwissenschaften und Selbstwirksamkeit in Naturwissenschaften..... | 160 |
| Abbildung 3.7 | Index des Selbstkonzepts in Naturwissenschaften..... | 162 |
| Abbildung 3.8 | Index des allgemeinen Interesses an Naturwissenschaften..... | 166 |
| Abbildung 3.9 | Beispiele für das Lerninteresse der Schüler an naturwissenschaftlichen Themen..... | 167 |
| Abbildung 3.10 | Index der Freude an Naturwissenschaften..... | 169 |
| Abbildung 3.11 | Schüleransichten über die Wichtigkeit eines guten Abschneidens in Naturwissenschaften, im Testsprachenunterricht und in Mathematik..... | 171 |
| Abbildung 3.12 | Index der instrumentellen Motivation für Lernen im Bereich Naturwissenschaften..... | 172 |
| Abbildung 3.13 | Index der zukunftsorientierten Motivation für Lernen im Bereich Naturwissenschaften..... | 175 |
| Abbildung 3.14 | Schüler, die später in einem naturwissenschaftsbezogenen Beruf arbeiten wollen, und Leistungen in Naturwissenschaften..... | 177 |
| Abbildung 3.15 | Leistungen in Naturwissenschaften und Anteil der Schüler, die sich mit 30 Jahren in einem naturwissenschaftsbezogenen Beruf sehen..... | 179 |
| Abbildung 3.16 | Index der naturwissenschaftsbezogenen Aktivitäten..... | 180 |
| Abbildung 3.17 | Index des Grads der Vertrautheit der Schüler mit Umweltthemen..... | 183 |
| Abbildung 3.18 | Leistungen in Naturwissenschaften und Vertrautheit mit Umweltthemen..... | 184 |
| Abbildung 3.19 | Index des Grads der Besorgnis der Schüler über Umweltprobleme..... | 186 |
| Abbildung 3.20 | Index des Optimismus der Schüler in Bezug auf Umweltprobleme..... | 188 |
| Abbildung 3.21 | Index des Verantwortungsbewusstseins der Schüler für nachhaltige Entwicklung..... | 189 |
| <hr/> | | |
| Abbildung 4.1 | Varianz der Schülerleistungen zwischen Schulen und innerhalb von Schulen auf der Gesamtskala Naturwissenschaften..... | 202 |
| Abbildung 4.2a | Schülerleistungen auf der Gesamtskala Naturwissenschaften nach Migrantenstatus..... | 208 |
| Abbildung 4.2b | Prozentsatz der Schüler der zweiten Generation gegenüber dem der einheimischen Schüler mit Leistungen unter der Stufe 2 auf der Gesamtskala Naturwissenschaften..... | 209 |
| Abbildung 4.3 | Merkmale der von einheimischen Schülern und von Schülern mit Migrationshintergrund besuchten Schulen..... | 211 |
| Abbildung 4.4 | Unterschiede zwischen einheimischen Schülern und Schülern mit Migrationshintergrund bei der Einschätzung des persönlichen Werts der Naturwissenschaften, der Freude an Naturwissenschaften und der zukunftsorientierten Motivation im Bereich Naturwissenschaften..... | 213 |
| Abbildung 4.5 | Zusammenhang zwischen den Schülerleistungen in Naturwissenschaften und dem sozioökonomischen Hintergrund für den OECD-Raum insgesamt..... | 215 |
| Abbildung 4.6 | Zusammenhang zwischen den Schülerleistungen in Naturwissenschaften und dem sozioökonomischen Hintergrund..... | 217 |
| Abbildung 4.7 | Differenz zwischen dem unbereinigten Mittelwert und dem Mittelwert, der auf der Gesamtskala Naturwissenschaften bei einem in allen OECD-Ländern gleichen Indexmittel auf dem PISA-Index des wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Status gegeben wäre..... | 220 |



| | | |
|-----------------|--|-----|
| Abbildung 4.8 | Disparitäten zwischen den Schülern bei der Verteilung auf dem PISA-Index des wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Status (ESCS)..... | 221 |
| Abbildung 4.9 | Disparitäten zwischen den Schulen bei der Verteilung auf dem PISA-Index des wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Status (ESCS)..... | 221 |
| Abbildung 4.10 | Schülerleistungen in Naturwissenschaften und der Effekt des sozioökonomischen Hintergrunds..... | 222 |
| Abbildung 4.11 | Innerschulischer und zwischenschulischer sozioökonomischer Effekt..... | 225 |
| Abbildung 4.12 | Effekte des sozioökonomischen Hintergrunds der Schüler und der Schulen auf die Schülerleistungen in Naturwissenschaften..... | 228 |
| Abbildung 4.13 | Sozioökonomischer Hintergrund und die Rolle der Eltern..... | 232 |
| Abbildung 4.14a | Zusammenhang zwischen Schulleistungen und sozioökonomischem Hintergrund der Schulen in Dänemark, Portugal, Korea und dem Vereinigten Königreich..... | 235 |
| Abbildung 4.14b | Zusammenhang zwischen Schulleistungen und sozioökonomischem Hintergrund der Schulen in Schweden und Mexiko..... | 238 |
| Abbildung 4.14c | Zusammenhang zwischen Schulleistungen und sozioökonomischem Hintergrund der Schulen in den Vereinigten Staaten, Deutschland, Spanien und Norwegen..... | 239 |
| Abbildung 4.14d | Zusammenhang zwischen Schulleistungen und sozioökonomischem Hintergrund der Schulen in Belgien, der Schweiz, Neuseeland und Finnland..... | 240 |
| Abbildung 4.14e | Zusammenhang zwischen Schulleistungen und sozioökonomischem Hintergrund der Schulen: Mittelwert der Schulen 300-700..... | 241 |
| Abbildung 4.14f | Zusammenhang zwischen Schulleistungen und sozioökonomischem Hintergrund der Schulen: Mittelwert der Schulen 200-600 und 100-500..... | 246 |
| <hr/> | | |
| Abbildung 5.1 | Aufnahmeregelungen der Schulen..... | 255 |
| Abbildung 5.2 | Zusammenhänge zwischen institutionellen Faktoren..... | 258 |
| Abbildung 5.3 | Gruppierung nach Leistungsfähigkeit innerhalb der Schulen und Schülerleistungen in> Naturwissenschaften..... | 262 |
| Abbildung 5.4 | Effekt des sozioökonomischen Hintergrunds der Schüler und Schulen auf die Schülerleistungen in Naturwissenschaften in gegliederten Bildungssystemen..... | 266 |
| Abbildung 5.5 | Öffentliche und private Schulen..... | 269 |
| Abbildung 5.6 | Schulauswahl..... | 272 |
| Abbildung 5.7 | Erwartungen der Eltern aus der Sicht der Schulleitungen..... | 273 |
| Abbildung 5.8 | Schulqualität aus der Sicht der Eltern..... | 275 |
| Abbildung 5.9 | Verwendung von Leistungsdaten zum Zweck der Rechenschaftslegung..... | 278 |
| Abbildung 5.10 | Rechenschaftslegung der Schulen gegenüber den Eltern..... | 281 |
| Abbildung 5.11 | Einfluss der Schulen auf Entscheidungsprozesse..... | 286 |
| Abbildung 5.12 | Direkter Einfluss verschiedener Instanzen auf die Entscheidungen in den Schulen..... | 291 |
| Abbildung 5.13 | Einfluss von Wirtschaft und Industrie auf den Lehrplan..... | 293 |
| Abbildung 5.14 | Angaben der Schulleitungen zu unbesetzten Lehrstellen im Bereich Naturwissenschaften und zum Angebot an qualifizierten Lehrkräften..... | 297 |
| Abbildung 5.15 | Materielle Ressourcen – Index der Ausstattung der Schulen mit Lehr- und Sachmitteln..... | 299 |
| Abbildung 5.16 | Prozentsatz der 15-jährigen Schüler, die naturwissenschaftlichen Unterricht haben..... | 300 |
| Abbildung 5.17 | Lernzeit der Schülerinnen und Schüler..... | 302 |
| Abbildung 5.18 | Index der schulischen Aktivitäten zur Förderung des Lernens in Naturwissenschaften..... | 303 |
| Abbildung 5.19a | Varianz und erklärte Varianz der Schülerleistungen in Naturwissenschaften auf Schüler-, Schul- und Systemebene..... | 310 |
| Abbildung 5.19b | Varianz auf Schulebene und erklärte Varianz der Schülerleistungen in Naturwissenschaften, nach Land..... | 311 |



| | | |
|-----------------|--|-----|
| Abbildung 5.20 | Nettozusammenhang zwischen schulbezogenen Faktoren und Schülerleistungen in Naturwissenschaften | 314 |
| Abbildung 5.21 | Zusammenhang zwischen dem wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Status der Schüler und ihren Leistungen in Naturwissenschaften, nach Lernzeit in der Schule | 318 |
| Abbildung 5.22 | Zusammenhang zwischen dem wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Status der Schüler und ihren Leistungen in Naturwissenschaften, nach Gliederungssystem | 319 |
| <hr/> | | |
| Abbildung 6.1 | Prozentsatz der Schülerinnen und Schüler auf den jeweiligen Kompetenzstufen der Gesamtskala Lesekompetenz..... | 330 |
| Abbildung 6.2 | Übersicht ausgewählter Lesekompetenz-Items | 331 |
| Abbildung 6.3 | ERWERBSTÄTIGE BEVÖLKERUNG | 333 |
| Abbildung 6.4 | GRAFFITI..... | 334 |
| Abbildung 6.5 | TSCHADSEE | 335 |
| Abbildung 6.6 | URNSCHUHE | 336 |
| Abbildung 6.7 | Kurzbeschreibung der fünf Kompetenzstufen in Lesekompetenz..... | 337 |
| Abbildung 6.8a | Vergleich der Durchschnittsergebnisse der Länder auf der Gesamtskala Lesekompetenz | 342 |
| Abbildung 6.8b | Spannweite der Rangplätze der Länder/Volkswirtschaften auf der Gesamtskala Lesekompetenz | 344 |
| Abbildung 6.9 | Unterschiede in Lesekompetenz zwischen PISA 2006 und PISA 2000..... | 347 |
| Abbildung 6.10 | Leistungen von Jungen und Mädchen auf der Gesamtskala Lesekompetenz | 350 |
| Abbildung 6.11 | Übersicht ausgewählter Mathematik-Items | 351 |
| Abbildung 6.12 | ZIMMERMANN..... | 353 |
| Abbildung 6.13 | TESTERGEBNISSE | 354 |
| Abbildung 6.14 | WECHSELKURS – FRAGE 11 | 355 |
| Abbildung 6.15 | GRÖßER WERDEN | 356 |
| Abbildung 6.16 | TREPPE..... | 357 |
| Abbildung 6.17 | WECHSELKURS – FRAGE 9 | 358 |
| Abbildung 6.18 | Kurzbeschreibung der sechs Kompetenzstufen in Mathematik..... | 360 |
| Abbildung 6.19 | Prozentsatz der Schülerinnen und Schüler auf den jeweiligen Kompetenzstufen der Gesamtskala Mathematik..... | 361 |
| Abbildung 6.20a | Vergleich der Durchschnittsergebnisse der Länder auf der Gesamtskala Mathematik | 364 |
| Abbildung 6.20b | Spannweite der Rangplätze der Länder/Volkswirtschaften auf der Gesamtskala Mathematik..... | 366 |
| Abbildung 6.21 | Unterschiede in Mathematik zwischen PISA 2006 und PISA 2003..... | 367 |
| Abbildung 6.22 | Leistungen der Jungen und Mädchen auf der Gesamtskala Mathematik | 368 |



Tabellen

| | | |
|---------------|---|-----|
| Tabelle A1.1 | Bildungsabschluss der Eltern, umgerechnet in Bildungsjahre | 386 |
| Tabelle A1.2 | Mehrebenen-Modell zur Schätzung von Klasseneffekten in Naturwissenschaften nach Berücksichtigung ausgewählter Hintergrundvariablen..... | 389 |
| Tabelle A2.1 | PISA-Zielpopulationen und -Stichproben | 401 |
| Tabelle A2.2 | Ausschlüsse | 404 |
| Tabelle A2.3 | Beteiligungsquoten..... | 408 |
| Tabelle A5.1 | Itemverteilung nach den Dimensionen der PISA-Rahmenkonzeption für den Naturwissenschaftstest..... | 419 |
| Tabelle A5.2 | Itemverteilung nach den Dimensionen der PISA-Rahmenkonzeption für den Lesekompetenztest..... | 419 |
| Tabelle A5.3 | Itemverteilung nach den Dimensionen der PISA-Rahmenkonzeption für den Mathematiktest..... | 420 |
| Tabelle A7.1 | Linking-Fehler..... | 424 |
| Tabelle A7.2 | Vergleich der Link-Items aus dem Bereich Naturwissenschaften in den drei PISA-Erhebungen..... | 425 |
| Tabelle A10.1 | Bevölkerungskontext: Prozentsatz der an formaler Bildung teilnehmenden 15-Jährigen..... | 427 |
| Tabelle A10.2 | Psychometrische Qualität der einstellungsbezogenen Messgrößen von PISA 2006: Klassische Item-Statistik für die gepoolten OECD- und die gepoolten Partnerländer/-volkswirtschaften | 428 |
| Tabelle A10.3 | Überblick über die Zusammenhänge zwischen den Einstellungsindizes und den Leistungen im Bereich Naturwissenschaften..... | 429 |
| Tabelle A10.4 | Vollständige Liste der naturwissenschaftsbezogenen Berufe für PISA gemäß ISCO-88 | 430 |

Dieser Bericht enthält ...



StatLinks

Ein Service für OECD-Veröffentlichungen, der es ermöglicht, Dateien im Excel-Format herunterzuladen.

Suchen Sie die *StatLinks* rechts unter den in diesem Bericht wiedergegebenen Tabellen oder Abbildungen. Um die entsprechende Datei im Excel-Format herunterzuladen, genügt es, den jeweiligen Link, beginnend mit <http://dx.doi.org>, in den Internetbrowser einzugeben. Wenn Sie die elektronische PDF-Version online lesen, dann brauchen Sie nur den Link anzuklicken. Sie finden *StatLinks* in weiteren OECD-Publikationen.



1

Einführung

| | |
|--|----|
| Ein Überblick über PISA | 18 |
| ▪ PISA 2006 – Schwerpunkt Naturwissenschaften..... | 18 |
| ▪ Die PISA-Erhebungen..... | 18 |
| Was und wie bei PISA gemessen wird | 22 |
| ▪ Schülerleistungen: Was in PISA gemessen wird..... | 23 |
| ▪ PISA-Erhebungsinstrumente: Wie die Messungen durchgeführt werden..... | 24 |
| ▪ PISA-Zielpopulation..... | 26 |
| Was ist bei PISA 2006 anders? | 29 |
| ▪ PISA 2006 liefert eine detaillierte Analyse der Schülerleistungen in Naturwissenschaften und ihrer Einstellungen hierzu..... | 29 |
| ▪ Ein Vergleich im Zeitverlauf..... | 30 |
| ▪ Die Lieferung neuer Hintergrundinformationen über Schülerinnen und Schüler..... | 30 |
| Aufbau des Berichts | 30 |



EIN ÜBERBLICK ÜBER PISA

PISA 2006 – Schwerpunkt Naturwissenschaften

Sind die Schülerinnen und Schüler gut auf die Herausforderungen der Zukunft vorbereitet? Können sie analysieren, logisch denken und ihre Ideen effektiv kommunizieren? Haben sie die Interessen gefunden, die sie ihr ganzes Leben hindurch als produktive Mitglieder der Wirtschaft und Gesellschaft weiterverfolgen können? Die Internationale Schulleistungsstudie der OECD (PISA) sucht durch ihre Erhebungen der Kenntnisse und Fähigkeiten 15-jähriger Schülerinnen und Schüler in wichtigen Grundbildungsbereichen einige Antworten auf diese Fragen zu liefern. Die PISA-Erhebungen werden alle drei Jahre in den OECD-Ländern und einer Gruppe von Partnerländern durchgeführt, die insgesamt nahezu 90% der Weltwirtschaft auf sich vereinen¹.

PISA evaluiert, inwieweit Schülerinnen und Schüler gegen Ende ihrer Pflichtschulzeit Kenntnisse und Fähigkeiten erworben haben, die für eine volle Teilhabe an der Gesellschaft unerlässlich sind, wobei der Schwerpunkt auf den wichtigen Grundbildungsbereichen Lesekompetenz, Mathematik und Naturwissenschaften liegt. PISA zielt nicht einfach darauf ab zu evaluieren, ob die Schülerinnen und Schüler das Gelernte wiedergeben können, sondern untersucht auch, wie gut sie aus dem Gelernten extrapolieren und ihr Wissen in neuen Situationen – im schulischen und außerschulischen Kontext – anwenden können. Dieser Bericht stellt die Ergebnisse der jüngsten 2006 durchgeführten PISA-Erhebung vor.

PISA 2006 konzentrierte sich in erster Linie auf das Kompetenzniveau der Schülerinnen und Schüler in Naturwissenschaften. In der heutigen technologiebasierten Gesellschaft sind das Verständnis grundlegender naturwissenschaftlicher Konzepte und Theorien und die Fähigkeit, naturwissenschaftliche Probleme zu strukturieren und zu lösen, wichtiger denn je. Indessen ist der prozentuale Anteil der Schülerinnen und Schüler, die sich für ein Hochschulstudium in naturwissenschaftlichen und technologischen Fächern entscheiden, in manchen OECD-Ländern in den letzten 15 Jahren deutlich gesunken. Hierfür gibt es unterschiedliche Gründe, aber einige Forschungsarbeiten gelangen zu dem Schluss, dass die Schülereinstellungen zu den Naturwissenschaften diesbezüglich eine wichtige Rolle spielen könnten (OECD, 2006a). Daher erhob PISA 2006 nicht nur die naturwissenschaftlichen Kenntnisse und Fähigkeiten, sondern suchte auch die Einstellungen der Schülerinnen und Schüler zu den Naturwissenschaften zu erfassen und festzustellen, inwieweit sie sich der Chancen für ihr späteres Leben bewusst sind, die der Besitz naturwissenschaftlicher Kompetenzen eröffnen kann, und welche Lernmöglichkeiten und welches Lernumfeld ihre Schulen ihnen im naturwissenschaftlichen Bereich bieten.

Die PISA-Erhebungen

PISA konzentriert sich auf die Fähigkeit der Jugendlichen, ihre Kenntnisse und Fertigkeiten zur Bewältigung alltäglicher Herausforderungen einzusetzen. Diese Orientierung spiegelt eine Veränderung in den Zielen und Zwecken der Lehrpläne wider, denn dort geht es zunehmend darum, was die Schülerinnen und Schüler mit ihrem Schulwissen anfangen können, und nicht mehr nur um die Fähigkeit zur Wiedergabe des Gelernten.

Bei der Entwicklung von PISA standen folgende Gesichtspunkte im Vordergrund:

- Politikorientierung, wobei Daten über die Lernergebnisse der Schülerinnen und Schüler mit Informationen über deren Merkmale und über wichtige Faktoren verknüpft werden, die ihr Lernen innerhalb und außerhalb der Schule beeinflussen, um das Augenmerk auf Unterschiede bei den Leistungsstrukturen zu lenken und zu ermitteln, wodurch sich Schulen und Bildungssysteme mit hohen Leistungsstandards auszeichnen.
- Ein innovatives Konzept der Grundkompetenzen bzw. der Grundbildung (*literacy*), das sich auf die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler bezieht, Kenntnisse und Fertigkeiten in wichtigen Fächern zu



nutzen, zu analysieren, logisch zu denken und in effektiver Weise zu kommunizieren, wenn sie in einer Vielzahl von Situationen Probleme definieren, lösen und interpretieren.

- Relevanz für das lebenslange Lernen, weil bei PISA nicht nur die fachspezifischen und fächerübergreifenden Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler erfasst, sondern auch Informationen über ihre Lernmotivation, Selbsteinschätzungen und Lernstrategien erhoben werden.
- Regelmäßigkeit, dank der die Länder ihre Fortschritte bei der Verwirklichung entscheidender Lernziele beobachten können.
- Große geografische Reichweite und kooperativer Charakter, wie bei PISA 2006 durch die Teilnahme von allen 30 OECD-Mitgliedstaaten und 27 Partnerländern und -volkswirtschaften verdeutlicht wird.

Die Relevanz der von PISA gemessenen Kenntnisse und Fertigkeiten wird durch jüngste Untersuchungen bestätigt, die den Werdegang von Jugendlichen in den Jahren nach ihrer PISA-Teilnahme weiterverfolgten. In Australien, Dänemark und Kanada durchgeführte Studien lassen einen engen Zusammenhang zwischen der Leistung in Lesekompetenz beim PISA-Test 2000 im Alter von 15 Jahren und der Wahrscheinlichkeit erkennen, dass ein Schüler die Sekundarstufe II abschließt und im Alter von 19 Jahren ein postsekundäres Studium aufnimmt. So war z.B. bei kanadischen Schülerinnen und Schülern, die im Alter von 15 Jahren die Lesekompetenzstufe 5 erreicht hatten, die Wahrscheinlichkeit der Aufnahme eines postsekundären Studiums im Alter von 19 Jahren 16-mal größer als bei Gleichaltrigen, die unter der Kompetenzstufe 1 geblieben waren (vgl. Kasten 6.1).

PISA ist das umfassendste und weitreichendste internationale Programm zur Erfassung von Schülerleistungen und Daten über schülerspezifische, familiäre und institutionelle Faktoren, die zur Erklärung von Leistungsunterschieden herangezogen werden können. Die Entscheidungen über Umfang und Art der Leistungsmessung und der Hintergrundbefragung werden von führenden Experten in den Teilnehmerstaaten getroffen und von deren Regierungen gemeinschaftlich auf der Basis der ihnen gemeinsamen bildungspolitischen Interessen gesteuert. Es werden erhebliche Ressourcen und Anstrengungen darauf verwendet, bei dem Erhebungsmaterial kulturelle und sprachliche Breite sowie Ausgewogenheit zu gewährleisten. Für die Übersetzungsverfahren, Stichprobenauswahl und Datenerhebung werden strenge Mechanismen der Qualitätssicherung eingesetzt. Folglich weisen die Ergebnisse der PISA-Studie einen hohen Grad an Validität und Reliabilität auf und können so in den wirtschaftlich am weitesten fortgeschrittenen Ländern der Welt ebenso wie in einer wachsenden Zahl von Ländern, die sich noch in einem früheren Stadium der wirtschaftlichen Entwicklung befinden, zu einem wesentlich besseren Verständnis der Bildungserträge beitragen.

Nach PISA 2000 und PISA 2003 wird mit PISA 2006 der erste Erhebungszyklus in den drei wichtigen Grundbildungsbereichen – Lesekompetenz, Mathematik und Naturwissenschaften – abgeschlossen. PISA wird nun einen zweiten Erhebungszyklus durchführen, der 2009 mit der Lesekompetenz als Schwerpunktbereich beginnt und 2012 (Mathematik) und 2015 (Naturwissenschaften) fortgesetzt wird.

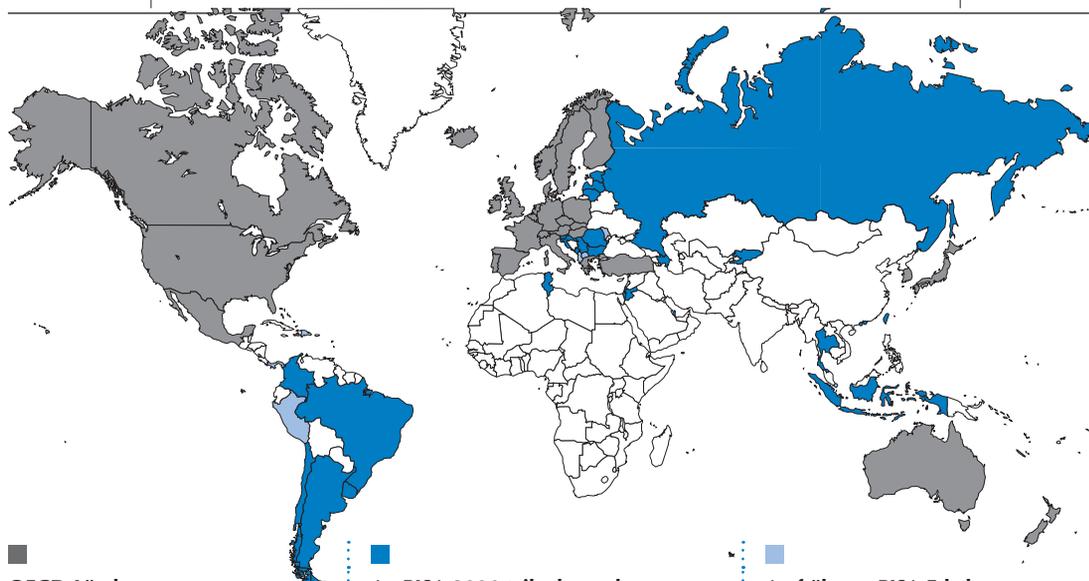
PISA wurde ursprünglich von den Regierungen der OECD-Länder initiiert, ist aber inzwischen zu einem wichtigen Erhebungsinstrument in zahlreichen Weltregionen geworden. Über den Kreis der OECD-Mitgliedstaaten hinaus wird die Erhebung inzwischen auch in folgenden Ländern durchgeführt bzw. ist dort geplant:

- Ost- und Südostasien: Hongkong (China), Indonesien, Macau (China), Schanghai (China), Singapur, Chinesisch Taipeh und Thailand;
- Mittel- und Osteuropa² sowie Zentralasien: Albanien, Aserbaidschan, Bulgarien, Estland, Kasachstan, Kroatien, Kirgisistan, Lettland, Litauen, Mazedonien, Moldau, Montenegro, Rumänien, Russische Föderation, Serbien und Slowenien;



Abbildung 1.1

Ein Überblick über die PISA-Teilnehmerländer und -volkswirtschaften



■ OECD-Länder

| | |
|--------------|---------------|
| Australien | Neuseeland |
| Belgien | Niederlande |
| Dänemark | Norwegen |
| Deutschland | Österreich |
| Finnland | Polen |
| Frankreich | Portugal |
| Griechenland | Schweden |
| Irland | Schweiz |
| Island | Slowak. Rep. |
| Italien | Spanien |
| Japan | Tschech. Rep. |
| Kanada | Türkei |
| Korea | Ungarn |
| Luxemburg | Ver. Königr. |
| Mexiko | Ver. Staaten |

■ An PISA 2006 teilnehmende Partnerländer und -volkswirtschaften

| | |
|-------------------|------------------|
| Argentinien | Kroatien |
| Aserbaidschan | Lettland |
| Brasilien | Liechtenstein |
| Bulgarien | Litauen |
| Chile | Macau (China) |
| Chinesisch Taipeh | Montenegro |
| Estland | Rumänien |
| Hongkong (China) | Russ. Föderation |
| Indonesien | Serbien |
| Israel | Slowenien |
| Jordanien | Thailand |
| Katar | Tunesien |
| Kirgisistan | Uruguay |
| Kolumbien | |

■ An früheren PISA-Erhebungen oder an PISA 2009 teilnehmende Partnerländer und -volkswirtschaften

| |
|--------------------|
| Albanien |
| Dominik. Rep. |
| Mazedonien |
| Moldau |
| Panama |
| Peru |
| Schanghai (China) |
| Singapur |
| Trinidad u. Tobago |

- Naher Osten: Israel, Jordanien und Katar;
- Mittel- und Südamerika: Argentinien, Brasilien, Chile, Dominikanische Republik, Kolumbien, Panama, Peru und Uruguay;
- Nordafrika: Tunesien.

Politische Entscheidungsträger in aller Welt nutzen aus PISA gewonnene Erkenntnisse zur Beurteilung der Kenntnisse und Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler ihres Landes im Vergleich zu denen der anderen Teilnehmerländer, zur Festlegung von Benchmarks für die Anhebung des Bildungsniveaus, die sich beispielsweise an den Mittelwerten anderer Länder oder deren Fähigkeit zur Erzielung eines hohen Maßes an Gleichheit bei den Bildungserträgen und -chancen orientieren, sowie zur Analyse der relativen Stärken und Schwächen ihrer jeweiligen Bildungssysteme. Das Interesse der einzelnen Länder an PISA zeigt sich an den vielen Berichten, die in den Teilnehmerländern³ erstellt wurden, sowie an den zahlreichen Verweisen auf



Kasten 1.1 **Hauptmerkmale von PISA 2006**

Inhalt

- Der Schwerpunktbereich von PISA 2006 war zwar naturwissenschaftliche Grundbildung, die Erhebung erstreckte sich jedoch auch auf Lesekompetenz und mathematische Grundbildung. Bei PISA werden die Kenntnisse der Schülerinnen und Schüler in diesen Bereichen nicht isoliert untersucht, sondern im Zusammenhang mit ihrer Fähigkeit, über die eigenen Kenntnisse und Erfahrungen zu reflektieren und diese auf realitätsnahe Fragen anzuwenden. Das Hauptaugenmerk gilt der Beherrschung von Prozessen, dem Verständnis von Konzepten sowie der Fähigkeit, innerhalb des jeweiligen Erhebungsbereichs mit verschiedenen Situationen umzugehen.
- Bei PISA 2006 wurden zum ersten Mal auch Informationen über die Einstellungen der Schülerinnen und Schüler zu den Naturwissenschaften erhoben, indem Fragen über diese Einstellungen nicht nur in einem ergänzenden Fragebogen gestellt, sondern in den Test selber integriert wurden.

Methoden

- Etwa 400 000 Schülerinnen und Schüler wurden nach dem Zufallsprinzip stellvertretend für die rd. 20 Millionen 15-Jähriger in den Schulen der 57 teilnehmenden Länder für den PISA-Test 2006 ausgewählt.
- Die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler verbrachten jeweils zwei Stunden mit der Lösung von Papier- und Bleistift-Aufgaben. In drei Ländern wurden einigen Schülerinnen und Schülern mit Hilfe von Computern zusätzliche Fragen gestellt.
- PISA enthielt Fragen, bei denen die Schülerinnen und Schüler eigene Antworten formulieren mussten, sowie Multiple-Choice-Fragen. Diese waren in der Regel in Testeinheiten zusammengefasst, die jeweils auf geschriebenen Texten oder Grafiken aufbauen, wie sie den Schülerinnen und Schülern auch im wirklichen Leben begegnen können.
- Die Schülerinnen und Schüler beantworteten zudem einen Fragebogen, dessen Bearbeitung etwa 30 Minuten in Anspruch nahm und in dem es um ihren persönlichen Hintergrund, ihre Lerngewohnheiten und ihre Einstellungen zu den Naturwissenschaften sowie um ihr eigenes Engagement und ihre Motivation ging.
- Die Schulleitungen beantworteten einen Fragebogen zu ihrer Schule, in dem um Angaben zu den demografischen Merkmalen der Schule sowie um eine Beurteilung der Qualität des Lernumfelds an ihrer Schule gebeten wurde.

Ergebnisse

- Ein Profil der Kenntnisse und Fähigkeiten von 15-Jährigen im Jahr 2006, bestehend aus einem detaillierten Profil für den Bereich Naturwissenschaften und einer Aktualisierung für die Bereiche Lesekompetenz und Mathematik.
- Kontextbezogene Indikatoren, mit denen ein Zusammenhang zwischen den Leistungsergebnissen und den Schüler- und Schulmerkmalen hergestellt wird.
- Eine Erfassung der Schülereinstellungen zu den Naturwissenschaften.
- Eine Wissensbasis für Analysen und Forschung im Bildungsbereich.

...



- Trenddaten über Veränderungen bei den Kenntnissen und Fertigkeiten der Schülerinnen und Schüler in Lesekompetenzen und Mathematik.

Künftige Erhebungen

- Bei PISA 2009 wird die Lesekompetenz wieder den Schwerpunktbereich der Erhebung bilden, während bei PISA 2012 die mathematische Grundbildung und bei PISA 2015 wiederum die naturwissenschaftliche Grundbildung im Mittelpunkt stehen.
- Künftige Erhebungen werden auch die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler erfassen, elektronische Texte zu lesen und zu verstehen – womit der Bedeutung der Informations- und Kommunikationstechnologien in den modernen Gesellschaften Rechnung getragen wird.

die PISA-Ergebnisse in der öffentlichen Debatte und der starken Aufmerksamkeit, die PISA in den Medien in aller Welt entgegengebracht wird.

Die Ergebnisse von PISA 2006 werden in zwei Bänden vorgestellt. Dies ist Band 1; er gibt einen Überblick über die Schülerleistungen bei der PISA-Erhebung 2006 und nutzt die gesammelten Informationen für eine Analyse der Faktoren, die dem schulischen Erfolg förderlich sein könnten. Band 2 (nur in Englisch und Französisch verfügbar) enthält die aus der PISA-2006-Datenbank gewonnenen Datentabellen, die als Grundlage für die in diesem Band dargelegten Analysen dienen. Eine eingehende Beschreibung der bei der Durchführung von PISA angewandten Methodik findet sich in *PISA 2006 Technical Report* (OECD, erscheint demnächst).

Im Weiteren befasst sich dieses Kapitel mit folgenden Punkten:

- was mit PISA insgesamt und in jedem der drei Erhebungsbereiche gemessen wird, nach welchen Methoden dies geschieht und wie sich die Zielpopulation zusammensetzt;
- wodurch sich PISA 2006 besonders auszeichnet, darunter der Umfang der Vergleichsmöglichkeiten im Zeitverlauf (PISA 2000, PISA 2003 und PISA 2006), die sich dank der Wiederholung der Erhebungen bieten;
- wie der Bericht aufgebaut ist.

WAS UND WIE BEI PISA GEMESSEN WIRD

Die Rahmenkonzeption und die begrifflichen Grundlagen für die einzelnen Erhebungsbereiche von PISA wurden von internationalen Fachleuten aus den Teilnehmerländern entwickelt und nach Konsultationen im Einvernehmen mit deren Regierungen festgelegt (OECD, 1999; OECD, 2003, und OECD, 2006a). Ausgangspunkt der Rahmenkonzeption ist das Konzept der Grundbildung (*literacy*), das sich auf die Kapazität der Schülerinnen und Schüler bezieht, aus dem Gelernten zu extrapolieren und ihre Kenntnisse und Fertigkeiten in einem neuen Umfeld anzuwenden sowie ihre Fähigkeit, bei der Problemstellung, -lösung und -interpretation in einer Vielzahl von Situationen analysieren, logisch denken und in effektiver Weise kommunizieren zu können.

Das in PISA angewandte Konzept der Grundbildung ist viel weiter gefasst als die herkömmliche Auffassung, wonach hierunter die Fähigkeit des Lesens und Schreibens zu verstehen ist. Die Grundkompetenzen wer-



den darüber hinaus in Form eines Kontinuums gemessen, nicht als etwas, was man hat oder nicht hat. Für manche Zwecke mag es notwendig oder wünschenswert sein, einen Grenzwert auf einem solchen Kontinuum zu bestimmen, unterhalb dessen ein Kompetenzniveau als unzulänglich anzusehen ist, wobei das zu Grunde liegende Kontinuum aber eine wichtige Rolle spielt.

Der Erwerb von Grundqualifikationen ist ein lebenslanger Prozess, der nicht nur in der Schule oder innerhalb formaler Lernstrukturen stattfindet, sondern auch durch Interaktionen mit der Familie, Gleichaltrigen, Kollegen und größeren Gemeinschaften bestimmt wird. Von 15-Jährigen kann nicht erwartet werden, dass sie bereits alles gelernt haben, was sie in ihrem späteren Leben als Erwachsene brauchen. Sie sollten aber über ein solides Fundament an Kenntnissen in Bereichen wie Lesen, Mathematik und Naturwissenschaften verfügen. Um in diesen Bereichen mehr hinzuzulernen und mit dem gelernten Wissen in der realen Welt etwas anfangen zu können, müssen sie auch gewisse elementare Prozesse und Grundsätze verstehen und fähig sein, diese flexibel in unterschiedlichen Situationen anzuwenden. Deshalb zielt PISA nicht darauf ab, spezifisches Fachwissen abzufragen, sondern die Fähigkeit zu bewerten, mit Hilfe eines allgemeinen Verständnisses von bestimmten Schlüsselkonzepten Aufgaben in alltäglichen Situationen zu bewältigen.

Neben der Erhebung der Kompetenzen in den drei Grundbildungsbereichen strebt PISA auch danach, Aufschluss über die Lernstrategien der Schülerinnen und Schüler, ihre fächerübergreifenden Kompetenzen in Bereichen wie z.B. Problemlösefähigkeiten und ihr Interesse an verschiedenen Themen zu erhalten. Bei PISA 2000 wurde ein erster Schritt in diese Richtung getan, indem den Schülerinnen und Schülern Fragen zu ihrer Motivation sowie anderen Aspekten ihrer Einstellung zum Lernen, zu ihrem Umgang mit dem Computer sowie – unter dem Oberbegriff „selbstreguliertes Lernen“ – zu ihren Strategien zur Steuerung und Überwachung ihres eigenen Lernprozesses gestellt wurden. In PISA 2003 wurden diese Elemente weiterentwickelt und durch eine Evaluation der fächerübergreifenden Kenntnisse und Fertigkeiten der Schülerinnen und Schüler im Bereich der Problemlösung ergänzt. Die Erfassung der Motivation und Einstellung der Schülerinnen und Schüler wurde in PISA 2006 fortgesetzt, wobei ihren Einstellungen zu und ihrem Interesse an Naturwissenschaften besondere Aufmerksamkeit galt. Das wird im weiteren Verlauf dieses Kapitels sowie in näheren Einzelheiten in Kapitel 3 behandelt.

Schülerleistungen: Was in PISA gemessen wird

PISA 2006 definiert die naturwissenschaftliche Grundbildung und entwickelt die Erhebungsinstrumente und Fragen für den Bereich Naturwissenschaften im Rahmen vier miteinander verbundener Aspekte, nämlich:

- Wissen oder Struktur des Wissens, das die Schülerinnen und Schüler erwerben müssen (z.B. Vertrautheit mit naturwissenschaftlichen Konzepten);
- Kompetenzen, die die Schülerinnen und Schüler anwenden müssen (z.B. die Durchführung eines bestimmten naturwissenschaftlichen Prozesses);
- Kontexte, in den die Schülerinnen und Schüler mit naturwissenschaftlichen Problemen konfrontiert werden und entsprechende Kenntnisse und Fertigkeiten anwenden müssen (z.B. für Entscheidungen im persönlichen Leben, zum Verständnis des Weltgeschehens);
- Einstellungen und motivationale Orientierungen der Schülerinnen und Schüler in Bezug auf die Naturwissenschaften.

Die Rahmenkonzeptionen für die Evaluierung der naturwissenschaftlichen und mathematischen Grundbildung sowie der Lesekompetenz in PISA 2006 sind in *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework for PISA 2006* (OECD, 2006a) ausführlich beschrieben und in den Kapiteln 2 und 6 dieses



Berichts zusammenfassend dargestellt. Die nachstehende Abbildung 1.2 enthält außerdem eine Übersicht über die Kerndefinitionen der einzelnen Grundbildungsbereiche sowie die Entwicklung der ersten drei der vier zuvor erwähnten Dimensionen, bezogen auf den jeweiligen Bereich.

PISA-Erhebungsinstrumente: Wie die Messungen durchgeführt werden

Wie in früheren PISA-Studien gründen sich die Erhebungsinstrumente bei PISA 2006 auf Testeinheiten. Eine Einheit besteht aus Stimulusmaterial wie Texte, Tabellen bzw. Grafiken, an die sich Fragen zu verschiedenen Aspekten der jeweiligen Texte, Tabellen oder Grafiken anschließen, wobei versucht wurde, die von den Schülerinnen und Schülern zu lösenden Aufgaben möglichst realitätsnah zu gestalten.

Die Fragen hatten ein unterschiedliches Format, doch mussten die Schülerinnen und Schüler in jedem der Testbereiche Naturwissenschaften, Lesekompetenz und Mathematik bei etwa 40% aller Fragen eigene Antworten ausarbeiten, wobei sie entweder eine kurze freie Antwort (Fragen mit kurzen Antworten) oder eine ausführlichere freie Antwort formulieren mussten (Fragen mit mehreren richtigen Antworten), was die Möglichkeit divergierender individueller Antworten und eine Evaluierung der von den Schülerinnen und Schülern gegebenen Rechtfertigung für ihre Standpunkte zuließ. Für teilweise richtige oder weniger ausgefeilte Antworten wurden abgestufte Punktwerte gegeben, wobei alle Antworten von geschulten Fachleuten mit Hilfe detaillierter Anleitungen, die Orientierungshilfen bezüglich der den verschiedenen Antworten zuzuordnenden Kodiernummern gaben, bewertet wurden. Um die Konsistenz des Kodierungsprozesses zu sichern, wurden einige der Antworten von vier Kodierern unabhängig voneinander kodiert. Zudem wurde eine Teilstichprobe der Antworten der Schülerinnen und Schüler aus jedem Land von einem Panel unabhängiger, zentral geschulter Kodierexperten durchgesehen, um zu überprüfen, dass der Kodierungsprozess in allen Ländern nach den gleichen Regeln erfolgte. An den Ergebnissen zeigt sich, dass das Kodierverfahren in den verschiedenen Ländern konsistent war. Wegen Einzelheiten zum Prozess der Kodierung sowie der Reliabilität der Punktwerte innerhalb der einzelnen Länder wie auch zwischen ihnen vgl. Anhang A6 sowie den *PISA 2006 Technical Report* (OECD, erscheint demnächst).

Bei weiteren 8% der Aufgaben mussten die Schülerinnen und Schüler ebenfalls eigene Antworten formulieren, wobei aber nur eine bestimmte Auswahl an Antworten möglich war (Fragen mit geschlossenem Antwortformat), die entweder als richtig oder falsch bewertet wurden. Bei den übrigen 52% der Fragen handelte es sich um Multiple-Choice-Aufgaben, bei denen die Schülerinnen und Schüler entweder aus vier oder fünf vorgegebenen Antworten eine auswählen oder zu jeder Frage eine von zwei optionalen Antworten (z.B. „ja“ oder „nein“ oder auch „stimme zu“, „stimme nicht zu“) für die verschiedenen Vorschläge oder Aussagen einkreisen mussten (komplexe Multiple-Choice-Fragen).

Wie weiter unten und in Kapitel 2 näher ausgeführt, umfasste der naturwissenschaftliche Test von PISA 2006 auch 32 Fragen über die Einstellung der Schülerinnen und Schüler zu den Naturwissenschaften. Bei diesen Fragen wurden die Schülerinnen und Schüler in der Regel aufgefordert, ihre Präferenzen oder Meinungen anzugeben. Auf diese Fragen gab es keine richtigen oder falschen Antworten. Kapitel 3 enthält weitere Informationen darüber, wie die Antworten auf diese Fragen genutzt wurden.

Die Gesamttestdauer von 390 Minuten wurde auf verschiedene Kombinationen in 13 Testheften aufgeteilt, so dass jeder Teilnehmer 120 Minuten lang geprüft wurde. Die gesamte für den naturwissenschaftlichen Bereich bei sämtlichen Testheften vorgesehene Zeit betrug 210 Minuten (54% der Gesamtzeit), 120 Minuten entfielen auf den Bereich Mathematik (31% der Gesamtzeit) und 60 Minuten auf den Bereich Lesekompetenz (15% der Gesamtzeit). Jeweils eins der 13 Testhefte wurde nach dem Zufallsprinzip an die einzelnen Schüler verteilt.



Abbildung 1.2

Überblick über die in PISA 2006 erfassten Erhebungsbereiche

| | Naturwissenschaften | Lesekompetenz | Mathematik |
|--|---|---|--|
| Definition und besondere Merkmale | <p>Das Maß, in dem eine Person:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ naturwissenschaftliches Wissen besitzt und dieses Wissen anwendet, um Fragestellungen zu identifizieren, neue Kenntnisse zu erwerben, naturwissenschaftliche Phänomene zu erklären und aus Beweisen Schlussfolgerungen in Bezug auf naturwissenschaftliche Sachverhalte zu ziehen; ▪ die charakteristischen Eigenschaften der Naturwissenschaften als eine Form menschlichen Wissens und Forschens versteht; ▪ erkennt, wie Naturwissenschaften und Technologie unsere materielle, intellektuelle und kulturelle Umgebung prägen; ▪ sich mit naturwissenschaftlichen Themen und Ideen als reflektierender Bürger befasst. <p>Naturwissenschaftliche Grundbildung setzt das Verständnis naturwissenschaftlicher Konzepte sowie die Fähigkeit voraus, eine naturwissenschaftliche Perspektive anzuwenden und über Befunde in naturwissenschaftlicher Weise nachzudenken.</p> | <p>Die Fähigkeit einer Person, geschriebene Texte zu verstehen, zu nutzen und über sie zu reflektieren, um eigene Ziele zu erreichen, das eigene Wissen und Potenzial weiterzuentwickeln und am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen.</p> <p>Lesekompetenz beinhaltet neben dem Entschlüsseln und wörtlichen Verständnis auch das Lesen, Interpretieren und Reflektieren sowie die Fähigkeit, Lesen zur Erfüllung der eigenen Ziele im Leben zu nutzen.</p> <p>Das Gewicht liegt bei PISA eher auf dem „Lesen, um zu lernen“ als auf dem „Lesen lernen“, weshalb grundlegende Lesefertigkeiten nicht geprüft werden.</p> | <p>Die Fähigkeit einer Person, die Rolle zu erkennen und zu verstehen, die Mathematik in der Welt spielt, fundierte Urteile abzugeben und die Mathematik zu nutzen und sich mit ihr in einer Weise zu befassen, die den Anforderungen im Leben dieser Person als konstruktivem, engagiertem und reflektierendem Bürger entspricht.</p> <p>Mathematische Grundbildung bezieht sich auf eine umfassendere, funktionelle Nutzung der Mathematik; Mathematikengagement setzt die Fähigkeit voraus, mathematische Probleme in verschiedenen Situationen zu erkennen und zu formulieren.</p> |
| Wissensbereich | <p>Naturwissenschaftliches Wissen, z.B. über:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ „physikalische Systeme“ ▪ „lebende Systeme“ ▪ „Erde und Weltraum“ ▪ „technologische Systeme“ <p>Wissen über Naturwissenschaften, z.B. über:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ „naturwissenschaftliche Untersuchungen“ ▪ „naturwissenschaftliche Erklärungen“ | <p>Art des Lesestoffs:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>kontinuierliche Texte</i>, darunter verschiedene Prosaformen wie Erzählung, Darlegung und Argumentation ▪ <i>nichtkontinuierliche Texte</i>, wie Grafiken, Formulare, Listen | <p>Cluster relevanter mathematischer Bereiche und Konzepte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>quantitatives Denken</i> ▪ <i>Raum und Form</i> ▪ <i>Veränderung und funktionale Abhängigkeiten</i> ▪ <i>Zufall und Wahrscheinlichkeit</i> |
| Relevante Kompetenzen | <p>Art der naturwissenschaftlichen Aufgabe bzw. des naturwissenschaftlichen Prozesses:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen</i> ▪ <i>naturwissenschaftliche Phänomene erklären</i> ▪ <i>naturwissenschaftliche Beweise heranziehen</i> | <p>Art der Leseaufgabe bzw. des Leseprozesses:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Informationen ermitteln</i> ▪ <i>textbezogenes Interpretieren</i> ▪ <i>Reflektieren und Bewerten</i> | <p>Kompetenzklassen zur Definition der für Mathematik benötigten Fähigkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Wiedergabe</i> (einfache mathematische Verfahren) ▪ <i>Herstellen von Zusammenhängen</i> (Ideen miteinander verbinden, um einfache Probleme zu lösen) ▪ <i>mathematisches Denken</i> (im weiteren Sinne) |
| Kontext und Situation | <p>Die Anwendungsbereiche der Naturwissenschaften, wobei die Anwendung im persönlichen, sozialen und globalen Lebensbereich im Mittelpunkt steht, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ „Gesundheit“ ▪ „natürliche Ressourcen“ ▪ „Umwelt“ ▪ „Gefahren“ ▪ „aktuelle Entwicklungen in Forschung und Technologie“ | <p>Gebrauch, für den der Text verfasst wurde:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>privater Kontext</i> (z.B. ein persönlicher Brief) ▪ <i>öffentlicher Kontext</i> (z.B. amtliche Dokumente) ▪ <i>beruflicher Kontext</i> (z.B. Berichte) ▪ <i>bildungsbezogener Kontext</i> (z.B. Schulbücher) | <p>Die Anwendungsbereiche der Mathematik, wobei die Anwendung im persönlichen, sozialen und globalen Lebensbereich im Mittelpunkt steht, wie z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>privater Kontext</i> ▪ <i>bildungsbezogener und beruflicher Kontext</i> ▪ <i>öffentlicher Kontext</i> ▪ <i>wissenschaftlicher Kontext</i> |



PISA-Zielpopulation

Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse in den verschiedenen Ländern zu gewährleisten, legte PISA großen Wert darauf, vergleichbare Zielpopulationen zu erheben. Auf Grund länderspezifischer Unterschiede bei Art und Verbreitung von Einrichtungen des Elementarbereichs, dem regulären Einschulungsalter sowie der Struktur des Bildungssystems sind Definitionen der Zielpopulation, die sich auf bestimmte Klassenstufen beziehen, für internationale Vergleiche ungeeignet. Für valide internationale Vergleiche von Schulleistungen müssen die Populationen mithin in Bezug auf ein Zielalter definiert werden. PISA bezieht sich auf alle Schülerinnen und Schüler, die zum Zeitpunkt der Erhebung im Alter von 15 Jahren und 3 Monaten bis zu 16 Jahren und 2 Monaten sind und die mindestens sechs Jahre formaler Bildung abgeschlossen haben, gleichgültig in welcher Art von Bildungseinrichtung sie eingeschrieben sind und unabhängig davon, ob es sich um eine Ganztags- oder Halbtagschule, eine allgemein- oder berufsbildende Einrichtung, eine öffentliche oder private Schule oder auch eine Auslandsschule in dem betreffenden Land handelt (wegen einer operationellen Definition dieser Zielpopulation vgl. *PISA 2006 Technical Report*, OECD, erscheint demnächst). Dank der Wahl dieser Altersgruppe können bei PISA die Leistungen von Schülerinnen und Schülern kurz vor Ende der Pflichtschulzeit in allen Ländern und im Zeitverlauf auf einer einheitlichen Basis verglichen werden.

Kasten 1.2 Erfassung der Schülerpopulation und Ausschluss von Schülerinnen und Schülern

Der PISA-Test ist um eine möglichst breite Erfassung der Schülerpopulation bemüht. Nach der Definition der Zielpopulation in den einzelnen Ländern sind bei PISA 15-Jährige ausgeklammert, die nicht mehr zur Schule gehen. Im weiteren Verlauf des vorliegenden Berichts wird diese Population mit dem Begriff „15-Jährige“ bezeichnet. Der Erfassungsgrad der Zielpopulation der 15-Jährigen, die zur Schule gehen, ist im Vergleich zu anderen internationalen Erhebungen sehr hoch: Relativ wenige Schulen wurden von einer Teilnahme ausgeschlossen, weil sie beispielsweise geografisch zu abgelegen waren. Zudem blieb die Ausschlussrate der Schülerinnen und Schüler innerhalb der Schulen in den meisten Ländern unter 2% und in sämtlichen Ländern unter 6,4%.

Dieser hohe Erfassungsgrad trägt mit zur Vergleichbarkeit der Erhebungsergebnisse bei. Selbst wenn man z.B. annimmt, dass die ausgeschlossenen Schülerinnen und Schüler durchgehend schlechtere Ergebnisse erzielt hätten als die teilnehmenden und dass diese Korrelation mittelstark ausgeprägt ist, würde eine Ausschlussrate in einer Größenordnung von 5% wahrscheinlich nur zu einer Überzeichnung der nationalen Durchschnittsergebnisse um weniger als 5 Punkte führen. Zudem waren die Ausschlüsse in den meisten Fällen unvermeidlich. Bei einer Korrelation zwischen der Ausschlussneigung und den Schülerleistungen von 0,3 wären die resultierenden durchschnittlichen Ergebnisse bei einer Ausschlussrate von 1% um 1 Punkt, bei einer Ausschlussrate von 5% um 3 Punkte und bei einer Ausschlussrate von 10% um 6 Punkte überzeichnet. Beträge die Korrelation zwischen der Ausschlussneigung und den Schülerleistungen 0,5, wären die resultierenden Durchschnittsergebnisse bei einer Ausschlussrate von 1% um 1 Punkt, von 5% um 5 Punkte und von 10% um 10 Punkte überzeichnet. Für diese Berechnung wurde ein Modell verwendet, in dem von einer bivariaten Normalverteilung der Teilnahmeneigung und der Leistungen ausgegangen wurde. Wegen Einzelheiten vgl. *PISA 2003 Technical Report* (OECD, 2005a).



Daher kann dieser Bericht Aussagen über die Kenntnisse und Fähigkeiten von Personen machen, die im gleichen Jahr geboren sind und im Alter von 15 Jahren noch zur Schule gehen, die aber über unterschiedliche inner- wie außerschulische Bildungserfahrungen verfügen. Die Zahl der unterschiedlichen Klassenstufen, in denen sich diese Schülerinnen und Schüler befinden, wird durch die jeweilige nationale Politik in Bezug auf Einschulung und Versetzung bestimmt. Zudem sind die Schülerinnen und Schüler der PISA-Zielpopulation in einigen Ländern unterschiedlichen Bildungssystemen, Bildungsgängen oder -zweigen zugeordnet.

Für die Definition der nationalen PISA-Zielpopulation und die möglichen Ausschlüsse von dieser Definition wurden strenge technische Standards festgelegt (wegen näherer Einzelheiten vgl. die PISA-Website www.pisa.oecd.org). Ferner sollte die Gesamtausschlussrate für ein Land unter 5% bleiben, um sicherzustellen, dass unter normalen Umständen etwaige Verzerrungen bei den Mittelwerten für die einzelnen Länder innerhalb einer Spanne von plus/minus 5 Skaleneinheiten bleiben, d.h. in der Regel in der Größenordnung von zwei Standardfehlern der Stichprobe (Kasten 1.2). Der Ausschluss konnte auf Schulebene oder innerhalb der Schulen erfolgen. Bei PISA gibt es mehrere Gründe für den Ausschluss einer Schule bzw. einer Schülerin oder eines Schülers. Ausschlüsse auf Schulebene können sich dadurch erklären, dass eine Schule in einer kleinen, abgelegenen geografischen Region wegen der Unzugänglichkeit oder der Größe bzw. wegen organisatorischer oder operationeller Faktoren ausgeklammert wird. Zu Ausschlüssen auf Schülerebene kann es wegen kognitiver Behinderung oder einer beschränkten Beherrschung der Testsprache kommen.

In 34 der 57 an PISA 2006 teilnehmenden Länder belief sich die Ausschlussrate auf Schulebene auf weniger als 1% und auf weniger als 3% in allen Ländern außer Kanada (4,3%) und den Vereinigten Staaten (3,3%). Bei Berücksichtigung des Ausschlusses von Schülerinnen und Schülern innerhalb der Schulen gemäß international festgelegter Ausschlusskriterien erhöht sich die Ausschlussrate geringfügig. Die gesamte Ausschlussrate verharrt aber in 32 Teilnehmerländern unter 2%, in 51 Teilnehmerländern unter 4% und in sämtlichen Ländern unter 6%, mit Ausnahme Kanadas (6,35%) und Dänemarks (6,07%).

Zu den Beschränkungen bezüglich der Ausklammerungen aus verschiedenen Gründen zählen in PISA 2006 folgende:

- Ausschlüsse auf Schulebene wegen geografischer Unzugänglichkeit, Durchführungsschwierigkeiten oder aus anderen Gründen durften 0,5% der Gesamtzahl der Schülerinnen und Schüler der internationalen PISA-Zielpopulation nicht überschreiten. In den Stichprobenrahmen für Schulen einbezogene Schulen mit nur einem oder zwei in Betracht kommenden Schülern durften nicht aus dem Rahmen ausgeklammert werden. War es jedoch auf der Basis dieses Stichprobenrahmens klar, dass der prozentuale Anteil der Schülerinnen und Schüler in diesen Schulen keinen Verstoß gegen die zulässige Grenze von 0,5% darstellen würde, konnten diese Schulen von dem Feldtest ausgeschlossen werden, wenn sie dann immer noch nur einen oder zwei für PISA in Betracht kommende Schüler hatten.
- Ausschlüsse auf Schulebene von kognitiv behinderten oder funktionsgestörten Schülerinnen und Schülern oder von Schülern mit beschränkter Beherrschung der Testsprache durften 2% der gesamten Schülerzahl nicht überschreiten.
- Ausschlüsse innerhalb der Schulen von kognitiv behinderten oder funktionsgestörten Schülerinnen und Schülern oder von Schülern mit beschränkter Beherrschung der Testsprache durften 2,5% der gesamten Schülerzahl nicht überschreiten.

Innerhalb der Schulen konnten bei PISA 2006 folgende Schülerinnen und Schüler ausgeschlossen werden:

- Schülerinnen und Schüler mit kognitiver Behinderung, d.h. solche, die nach dem fachlichen Urteil der Schulleitung oder anderer qualifizierter Mitglieder des Lehrkörpers bzw. auf Grund psychologischer Tests



als kognitiv retardiert eingestuft wurden. Unter diese Kategorie fallen auch Schülerinnen und Schüler, die in emotionaler oder intellektueller Hinsicht unfähig waren, den allgemeinen Testanweisungen zu folgen. Schülerinnen und Schüler durften nicht allein wegen schlechter schulischer Leistungen oder normaler Disziplinprobleme ausgeschlossen werden.

- Schülerinnen und Schüler mit Funktionsstörungen, d.h. solche mit einer dauerhaften körperlichen Behinderung dergestalt, dass sie nicht an der Erhebung unter den PISA-Testbedingungen teilnehmen konnten. Funktionsgestörte Schülerinnen und Schüler, die dazu in der Lage waren, mussten in die Erhebung einbezogen werden.
- Schülerinnen und Schüler mit beschränkter Beherrschung der Sprache, in der der PISA-Test durchgeführt wird, definiert als Schülerinnen und Schüler, die weniger als ein Jahr Unterricht in der Testsprache hatten.

Aufbau und Umfang der Länderstichproben wurden jeweils so gewählt, dass eine größtmögliche Stichprobeneffizienz für die Schätzungen auf Schülerebene gewährleistet werden konnte. In den OECD-Ländern

Kasten 1.3 **Wie ein PISA-Test in einer Schule gewöhnlich durchgeführt wird**

Nachdem eine Schule zur Teilnahme an PISA ausgewählt wurde, wird ein Schulkoordinator bestimmt. Er stellt eine Liste aller 15-Jährigen in der Schule zusammen und übermittelt diese Liste dem nationalen PISA-Zentrum des betreffenden Landes, das nach einem Zufallsverfahren 35 Schülerinnen und Schüler für die Teilnahme auswählt. Der Schulkoordinator nimmt dann mit den für die Stichprobe ausgewählten Schülerinnen und Schülern Kontakt auf, um die notwendigen Genehmigungen von den Eltern einzuholen. Mit der Durchführung des Tests sind Testleiter beauftragt, die vom nationalen PISA-Zentrum geschult und eingestellt werden. Der Testleiter/die Testleiterin setzt sich mit dem Schulkoordinator in Verbindung, um die Testdurchführung zu planen. Der Schulkoordinator stellt sicher, dass die Schülerinnen und Schüler an dem Testtag anwesend sind – was zuweilen schwierig sein kann, da die Schülerinnen und Schüler aus unterschiedlichen Klassenstufen oder Klassen kommen können. Die vorrangigen Aufgaben der Testleitung bestehen darin, dafür zu sorgen, dass die einzelnen Testhefte korrekt an die Schülerinnen und Schüler verteilt werden, und den Schülerinnen und Schülern die Tests darzustellen. Nach Beendigung des Tests sammeln die Testleiter die Testhefte ein und übermitteln sie dem nationalen PISA-Zentrum zur Kodierung.

Für PISA 2006 wurden 13 verschiedene Testhefte entwickelt. Innerhalb jeder Gruppe von 35 Schülerinnen und Schülern erhielten jeweils nicht mehr als drei dasselbe Testheft. Die Testhefte wurden auf die einzelnen Schülerinnen und Schüler nach dem Zufallsprinzip verteilt. Die Darstellung der Tests durch die Testleitung basierte auf einem vorher abgefassten Text, so dass alle Schülerinnen und Schüler in den unterschiedlichen Schulen und Ländern genau die gleichen Anweisungen erhielten. Vor Beginn des effektiven Tests wurden die Schülerinnen und Schüler aufgefordert, eine Übungsfrage aus ihren Testheften zu bearbeiten. Die Durchführung der Tests erfolgte in zwei Teilen – dem zweistündigen Test und der Bearbeitung des Fragebogens, deren Dauer entsprechend den Optionen, die ein Land gewählt hat, unterschiedlich ausfallen konnte, aber in der Regel rd. 30 Minuten betrug. Die Schülerinnen und Schüler durften gewöhnlich nach etwa der Hälfte des Tests und nochmals vor der Beantwortung des Fragebogens eine kurze Pause einlegen.



reichte der Stichprobenumfang von 3 789 Schülern in Island bis zu über 30 000 Schülern in Mexiko. Länder mit umfangreichen Stichproben haben PISA häufig sowohl auf nationaler als auch auf regionaler bzw. Länderebene durchgeführt, so z.B. Australien, Belgien, Deutschland, Italien, Kanada, Mexiko, die Schweiz, Spanien und das Vereinigte Königreich. Die Stichprobenauswahl wurde auf internationaler Ebene überwacht und durch die Festlegung strenger Regeln in Bezug auf die Beteiligungsquote (sowohl unter den von dem internationalen Kontraktor ausgewählten Schulen als auch unter den Schülerinnen und Schülern in diesen Schulen) unterstützt, um sicherzustellen, dass die PISA-Ergebnisse die tatsächlichen Kompetenzen der 15-jährigen Schülerinnen und Schüler in den Teilnehmerländern widerspiegeln. Die Länder waren auch dazu verpflichtet, den Schülerinnen und Schülern den Test auf dieselbe Art und Weise darzulegen, um sicherzustellen, dass die Schülerinnen und Schüler dieselben Informationen vor dem Test und während seiner Bearbeitung erhalten (Kasten 1.3).

WAS IST BEI PISA 2006 ANDERS?

PISA 2006 liefert eine detaillierte Analyse der Schülerleistungen in Naturwissenschaften und ihrer Einstellungen hierzu

Da über die Hälfte der Testzeit auf die Naturwissenschaften entfiel, kann PISA 2006 wesentlich detailliertere Informationen zu den Leistungen im Bereich Naturwissenschaften liefern als dies bei PISA 2000 und PISA 2003 der Fall war. Neben der Berechnung der Gesamtpunktzahlen ist es möglich, gesonderte Angaben zu den verschiedenen naturwissenschaftlichen Kenntnissen zu machen und konzeptuell begründete Kompetenzstufen auf jeder Leistungsskala festzulegen, die eine Verbindung zwischen den Punktzahlen der Schülerinnen und Schüler und ihren konkreten Fähigkeiten herstellen. Die Schülerinnen und Schüler erhielten Punkte entsprechend ihrer Fähigkeiten in jedem der drei naturwissenschaftlichen Kompetenzbereiche (*naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen, Phänomene naturwissenschaftlich erklären und naturwissenschaftliche Beweise heranziehen*). Dies ist anders als beim Mathematik-Test in PISA 2003, wo sich die Hauptunterscheidung auf die Inhaltsbereiche (*quantitatives Denken, Raum und Form, Veränderung und funktionale Abhängigkeiten sowie Zufall und Wahrscheinlichkeit*) bezog.

Im Einklang mit den jüngsten Forschungsarbeiten und mit moderneren Denkweisen über die Gestaltung des naturwissenschaftlichen Unterrichts (z.B. Bybee, 1997; Fensham, 2000; Law, 2002; Mayer und Kumano, 2002) befragte PISA 2006 die Schülerinnen und Schüler auch nach ihren Einstellungen zu den Naturwissenschaften im Kontext der naturwissenschaftlichen Aufgaben selbst. Hier ging es darum, ein besseres Verständnis der Schüleransichten über bestimmte naturwissenschaftliche Themen zu erhalten und die Ergebnisse der Befragung in ein metrisches Maß für das Interesse der Schülerinnen und Schüler an Naturwissenschaften und für den Wert, den sie naturwissenschaftlichen Untersuchungen beimessen, umzuformen.

Ein weiteres innovatives Element von PISA 2006, das bei einem Feldtest in Australien, Dänemark, Irland, Island, Japan, Korea, Norwegen, Österreich, Portugal, Schottland, Slowakische Republik und Chinesisch Taipeh erprobt wurde, war die Erweiterung des naturwissenschaftlichen Tests um einen computergestützten Teil. Das erlaubte es, Fragen zu stellen, die in einen Papier- und Bleistift-Test schwer einzubauen wären – die relevanten Fragen umfassten u.a. Videofilmmaterial, Simulationen und Animationen. Dadurch wurde auch der Umfang des erforderlichen Lesens verringert, so dass die naturwissenschaftlichen Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler in direkterer Weise getestet wurden. Um die internationale Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurde der Computertest den Schülerinnen und Schülern auf einer Reihe von Standardlaptops vorgelegt, auf die der Test geladen worden war. Diese Computer wurden von speziell geschulten Testleiterinnen und Testleitern von Schule zu Schule gebracht. Die Ergebnisse liegen für die drei Länder, die die Hauptstudie abgeschlossen haben, vor: Dänemark, Island und Korea.



Die Entwicklung einer computergestützten Erhebungskomponente hat bei der Konzipierung der PISA-Fragen für den naturwissenschaftlichen Bereich geholfen, und die Erarbeitung verschiedener Verfahren wird sich für die Entwicklung der Erhebung 2009 als nützlich erweisen, vor allem durch einen rascheren Übersetzungsprozess und automatisierte Kodierverfahren. Damit ist PISA zu einem Vorreiter vergleichender internationaler computergestützter Tests geworden, und die Mehrheit der OECD-Länder wird an einer computergestützten Evaluierung der Lesekompetenz im Rahmen von PISA 2009 teilnehmen.

Ein Vergleich im Zeitverlauf

PISA dient vor allen Dingen als ein Monitoring-Instrument. Alle drei Jahre misst PISA die Kenntnisse und Fertigkeiten der Schülerinnen und Schüler in den drei Erhebungsbereichen, wobei jeder dieser Bereiche bei den drei im Neunjahreszyklus durchgeführten Tests einmal die Hauptkomponente und zweimal eine Nebenkomponekte bildet. Das Grundschema der Erhebungen bleibt identisch, um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse von einem PISA-Test zum nächsten zu gewährleisten. Längerfristig gibt dies den Ländern die Möglichkeit, bildungspolitische Veränderungen zu Verbesserungen der Bildungsstandards in Bezug zu setzen und mehr darüber zu erfahren, wie die Veränderungen ihrer Bildungsergebnisse im internationalen Vergleich einzuordnen sind.

Nach ersten Erkenntnissen über Veränderungen im Zeitverlauf zwischen PISA 2000 und PISA 2003 liefert PISA 2006 nun Informationen über die Leistungstrends in Lesekompetenz seit PISA 2000 mit der ersten umfassenden Leistungsmessung in diesem Bereich sowie über die Leistungstrends in Mathematik seit PISA 2003, als der erste umfassende Mathematiktest durchgeführt wurde. Für den Bereich Naturwissenschaften war PISA 2006 die erste umfassende Erhebung und wird die Grundlage für das Monitoring künftiger Trends bilden.

Die Lieferung neuer Hintergrundinformationen über Schülerinnen und Schüler

Die von Schülern und Schulleitungen ausgefüllten Hintergrundfragebogen liefern für die PISA-Analysen wichtige Informationen. Für PISA 2006 wurden diese Fragebogen weiter verfeinert und ausgeweitet. Namentlich ist in diesem Zusammenhang festzustellen:

- Die Fragebogen befassten sich eingehender mit der Organisation des naturwissenschaftlichen Unterrichts in den Schulen und lieferten weitere Informationen über die Einstellungen der Schülerinnen und Schüler zu den Naturwissenschaften.
- Schülerinnen und Schüler in 39 Ländern⁴ füllten einen fakultativen PISA-Fragebogen aus mit Angaben darüber, wo sie Zugang zu Computern haben, wie oft sie diese benutzen und zu welchem Zweck. (Ein ähnlicher Fragebogen wurde in PISA 2003 eingesetzt, dessen Ergebnisse in dem Bericht *Haben Schüler das Rüstzeug für eine technologieintensive Welt? Erkenntnisse aus den PISA-Studien*, OECD, 2006b, veröffentlicht wurden).
- In 16 Ländern gab es einen Elternfragebogen, der von den Eltern der für die PISA-Erhebung ausgewählten Schülerinnen und Schüler ausgefüllt wurde⁵. Dieser Fragebogen sammelte Informationen über die Investitionen der Eltern in die Ausbildung ihrer Kinder und ihre Ansichten über naturwissenschaftsbezogene Fragen und Berufe.

AUFBAU DES BERICHTS

In den Kapiteln 2 bis 5 werden die Ergebnisse von PISA 2006 im Bereich Naturwissenschaften erörtert und zur Analyse einer Reihe von Faktoren verwendet, die mit der Leistung in Zusammenhang stehen. Kapitel 6 befasst sich dann mit einer Analyse der Leistungen in Lesekompetenz und Mathematik und untersucht,



welche Veränderungen im Zeitverlauf eingetreten sind. Funktion und Inhalt der einzelnen Kapitel lassen sich wie folgt umreißen:

- *Kapitel 2 liefert ein Profil der Schülerleistungen in Naturwissenschaften.* Dabei werden die Ergebnisse zunächst in den Kontext der Definitions-, Messungs- und Darstellungsmethoden für die Schülerleistungen in Naturwissenschaften gestellt und dann wird untersucht, wozu die Schülerinnen und Schüler in Naturwissenschaften in der Lage sind. Nach einer Präsentation des Gesamtbilds der Leistungen wird jeder der drei naturwissenschaftlichen Kompetenzbereiche gesondert analysiert, da die Ergebnisse in den drei Bereichen in wichtiger Hinsicht voneinander abweichen. Anschließend werden die verschiedenen naturwissenschaftlichen Inhaltsbereiche eingehender untersucht und geschlechtsspezifische Unterschiede im Zusammenhang mit den verschiedenen Kompetenz- und Inhaltsbereichen erörtert. Bei allen Vergleichen der Ergebnisse unterschiedlicher Bildungssysteme müssen die sozialen und wirtschaftlichen Verhältnisse der jeweiligen Länder und die Ressourcen, die sie für die Bildung aufwenden, berücksichtigt werden. Zu diesem Zweck werden die Ergebnisse in dem Kapitel auch im wirtschaftlichen und sozialen Kontext der einzelnen Länder betrachtet.
- *Kapitel 3 erstellt ein Profil des Schülerengagements im Bereich Naturwissenschaften.* Am Anfang des Kapitels steht eine Analyse der Frage, inwieweit die Schülerinnen und Schüler naturwissenschaftliche Untersuchungen unterstützen und welchen Wert sie den Naturwissenschaften beimessen. Anschließend wird die Selbsteinschätzung der Schülerinnen und Schüler beschrieben, und zwar unter dem Gesichtspunkt des Vertrauens in ihre eigenen Fähigkeiten, naturwissenschaftliche Aufgaben effektiv zu bearbeiten und Schwierigkeiten bei der Lösung naturwissenschaftlicher Probleme zu überwinden. Darauf folgt eine Beschreibung ihres Interesses an Naturwissenschaften, darunter solcher Aspekte wie ihr Engagement für naturwissenschaftsbezogene Fragen, ihre Bereitschaft zum Erwerb naturwissenschaftlicher Kenntnisse und Fertigkeiten und ihr Interesse an naturwissenschaftsbezogenen Berufen. Im Anschluss daran werden in diesem Kapitel die Ansichten und Einstellungen der Schülerinnen und Schüler in Bezug auf Umweltprobleme erörtert. Soweit möglich untersucht das Kapitel, wie diese Aspekte des Engagements in Naturwissenschaften mit den Schülerleistungen in Zusammenhang stehen.
- *Kapitel 4 untersucht, inwieweit die Lernergebnisse der Schülerinnen und Schüler vom sozioökonomischen Hintergrund der Familien und der Schulen abhängen, wobei es sich um eine wichtige Messgröße für die Chancengerechtigkeit in der Bildung handelt.* Es beginnt mit einer eingehenderen Untersuchung der in Kapitel 2 aufgezeigten Leistungsvarianz und geht insbesondere der Frage nach, wie die Gesamtvarianz der Schülerleistungen mit Unterschieden bei den von den verschiedenen Schulen erzielten Ergebnissen in Zusammenhang steht. Anschließend befasst sich das Kapitel damit, in welcher Weise Faktoren wie Migrantensstatus und sozioökonomischer Hintergrund die Schüler- und die Schulleistungen beeinflussen und welche Rolle die Bildungspolitik dabei spielen kann, den Effekt dieser Faktoren abzumildern.
- *Kapitel 5 versucht, Lösungsansätze dafür aufzuzeigen, was die Schulen und die Bildungssysteme tun können, um das Leistungsniveau anzuheben und gleichzeitig die Wirkung des sozioökonomischen Hintergrunds auf die Schülerleistungen zu mindern, um dadurch für mehr Chancengerechtigkeit in der Bildung zu sorgen.* Das Kapitel befasst sich nacheinander mit den Aspekten der Schulpolitik und -praxis in Bezug auf Aufnahmeregeln, Selektivität der Schulen und Einteilung nach Leistungsgruppen, Charakteristiken der Schulfinanzierung und -verwaltung, der Rolle der Eltern bei der Schulwahl und den Erwartungen der Eltern an die Schulen, der Rechenschaftspflicht der Schulen, der Schulautonomie in verschiedenen Bereichen sowie der Ausstattung der Schulen mit ausgewählten Humanressourcen und Lehr- und Sachmitteln und deren Verteilung auf die einzelnen Schulen. Unter jeder Überschrift werden die relevanten Charakteristiken der Schulpolitik und -praxis und die institutionellen Merkmale jeweils gesondert unter-



sucht. Es schließen sich Überlegungen darüber an, welche Rolle die relevanten Faktoren dabei spielen, dass Länder einerseits ein überdurchschnittliches Niveau der Schülerleistungen erzielen und andererseits einen unterdurchschnittlichen Einfluss des sozioökonomischen Umfelds auf die Lernergebnisse aufweisen, welcher Zusammenhang zwischen diesen Faktoren und den Schülerleistungen vor und nach Berücksichtigung des sozioökonomischen Hintergrunds besteht sowie über den globalen Zusammenhang zwischen diesen Faktoren und dem Einfluss des sozioökonomischen Hintergrunds auf die Leistungen, um zu untersuchen, welchen Beitrag jeder dieser Faktoren zu einer gerechteren Verteilung der Bildungschancen leisten kann.

- *Kapitel 6 befasst sich mit den Schülerleistungen in den Bereichen Lesekompetenz und Mathematik in PISA 2006 und untersucht die Veränderungen, die in diesen Bereichen gegenüber früheren PISA-Erhebungen eingetreten sind.*

Ein diesen Kapiteln folgender technischer Anhang erläutert die Konstruktion der Fragebogenindizes, befasst sich mit Fragen der Stichprobenauswahl, beschreibt die Qualitätssicherungsverfahren und die zur Entwicklung der Erhebungsinstrumente eingesetzten Methoden und liefert Informationen zur Reliabilität des Kodierprozesses. Viele der im technischen Anhang behandelten Fragen werden im *PISA 2006 Technical Report* (OECD, erscheint demnächst) eingehender erörtert.

Im Anschluss an dieses Kapitel findet sich auch eine Anleitung für den Leser, die Hinweise darauf gibt, wie die Tabellen und Abbildungen zu diesem Bericht zu interpretieren sind.

Band II dieses Berichts (nur in Englisch und Französisch verfügbar) enthält die Datentabellen, die den einzelnen Kapiteln zu Grunde liegen.



Anmerkung

1. Das BIP der an PISA 2006 teilnehmenden Länder entspricht 86% des weltweiten BIP von 2006. Einige der in diesem Bericht erwähnten Einheiten werden als Partnervolkswirtschaften bezeichnet, weil es sich genau genommen nicht um nationale Einheiten handelt.
2. In diesem Bericht werden die Bezeichnungen Mazedonien, Moldau, Montenegro und Serbien für die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, die Republik Moldau, die Republik Montenegro und die Republik Serbien verwendet.
3. Links zu den nationalen PISA-Websites und den nationalen PISA-Berichten finden sich unter www.pisa.oecd.org.
4. Der PISA-2006-Fragebogen über die IKT-Vertrautheit wurde in Australien, Belgien, Dänemark, Finnland, Griechenland, Irland, Island, Italien, Japan, Kanada, Korea, Neuseeland, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, Schweiz, Slowakische Republik, Spanien, Tschechische Republik, Türkei und Ungarn sowie in den Partnerländern/-volkswirtschaften Bulgarien, Chile, Jordanien, Katar, Kolumbien, Kroatien, Lettland, Litauen, Macau (China), Montenegro, Russische Föderation, Serbien, Slowenien, Thailand und Uruguay eingesetzt.
5. Der PISA-2006-Elternfragebogen wurde in Dänemark, Deutschland, Island, Italien, Korea, Luxemburg, Neuseeland, Polen, Portugal und Türkei sowie in den Partnerländern/-volkswirtschaften Bulgarien, Hongkong (China), Katar, Kolumbien, Kroatien und Macau (China) eingesetzt.



Hinweise für den Leser

Die den Abbildungen zu Grunde liegenden Daten

Die Daten, auf die sich die Kapitel 2 bis 6 dieses Berichts beziehen, sind Band 2 (nur in Englisch und Französisch verfügbar) zu entnehmen, zusätzliche Informationen finden sich auf der PISA-Website unter www.pisa.oecd.org. Fehlende Daten werden durch fünf Symbole ausgedrückt:

- a Die Kategorie ist für das betreffende Land nicht anwendbar. Es gibt diesbezüglich keine Daten.
- c Die Zahl der Beobachtungen reicht nicht aus, um verlässliche Schätzungen zu liefern (d.h. es gibt weniger als 30 Schüler bzw. weniger als 3% von Schülern für diese Zelle oder zu wenig Schulen für valide Schlüsse).
- m Es stehen keine Daten zur Verfügung. Entsprechende Daten wurden zwar erhoben, später jedoch aus technischen Gründen aus der Publikation herausgenommen.
- w Die Daten wurden auf Ersuchen des betreffenden Landes zurückgezogen.
- x Die Daten sind in einer anderen Kategorie oder einer anderen Spalte der Tabelle enthalten.

Berechnung der internationalen Durchschnittswerte

Für die meisten Indikatoren in diesem Bericht wurde der OECD-Durchschnitt errechnet. Für einige Indikatoren wurde auch ein OECD-Gesamtwert ermittelt:

- Der *OECD-Durchschnitt* erfasst die OECD-Länder als Einheit, zu der jedes Land mit gleicher Gewichtung beiträgt. Bei statistischen Größen, wie beispielsweise Prozentsätzen oder Mittelwerten, entspricht der OECD-Durchschnitt dem arithmetischen Mittel der jeweiligen Länderstatistik.
- Der Wert *OECD insgesamt* erfasst die OECD-Länder als Einheit, zu der jedes Land proportional zur Anzahl der 15-jährigen Schülerinnen und Schüler des Landes beiträgt (vgl. Anhang A3 wegen Daten). Der Wert veranschaulicht, wie ein Land im Vergleich zum OECD-Raum insgesamt abschneidet.

In dieser Veröffentlichung wird der Wert *OECD insgesamt* generell verwendet, wenn auf die Gesamtsituation im OECD-Raum Bezug genommen wird. Wo es mehr um einen Leistungsvergleich zwischen Bildungssystemen geht, wird der *OECD-Durchschnitt* herangezogen. Bei einigen Ländern sind für bestimmte Indikatoren möglicherweise keine Daten verfügbar bzw. einzelne Kategorien treffen u.U. nicht zu. Der Leser sollte daher beachten, dass sich die Begriffe *OECD-Durchschnitt* und *OECD insgesamt* auf die in die jeweiligen Vergleiche einbezogenen OECD-Länder erstrecken.

Runden der Zahlen

Durch Auf- und Abrunden einiger Zahlen in den Tabellen stimmt die Summe der Zahlen mit der Gesamtsumme möglicherweise nicht immer überein. Summen, Differenzen und Durchschnittswerte werden stets auf der Grundlage der exakten Zahlenwerte berechnet und erst danach auf- bzw. abgerundet.



Alle Standardfehler in dieser Publikation wurden bis auf zwei Dezimalstellen auf- oder abgerundet. Wenn der Wert 0,00 angegeben ist, bedeutet dies nicht, dass der Standardfehler bei null liegt, sondern dass er geringer ist als 0,005.

Darstellung der Schülerdaten

PISA bezieht sich auf alle Schülerinnen und Schüler, die zum Zeitpunkt der Erhebung im Alter von 15 Jahren und 3 Monaten bis zu 16 Jahren und 2 Monaten sind und die mindestens sechs Jahre formaler Bildung abgeschlossen haben, gleichgültig in welcher Art von Bildungseinrichtung sie eingeschrieben sind und unabhängig davon, ob es sich um eine Ganztags- oder Halbtagschule, eine allgemein- oder berufsbildende Einrichtung, eine öffentliche oder private Schule oder auch eine Auslandsschule in dem betreffenden Land handelt.

Darstellung der Schuldaten

Die Leiterinnen und Leiter der Schulen, in denen Schülerinnen und Schüler am Test teilnahmen, haben durch Ausfüllen eines Schulfragebogens Informationen über die Merkmale ihrer jeweiligen Schule geliefert. Bei der Darstellung der Antworten der Schulleiterinnen und Schulleiter in dieser Publikation wurde eine Gewichtung in der Weise vorgenommen, dass ihre Zahl im richtigen Verhältnis zur Anzahl der 15-Jährigen in der betreffenden Schule steht.

Im Bericht verwendete Abkürzungen

| | |
|-------|--|
| BIP | Bruttoinlandsprodukt |
| ISCED | Internationale Standardklassifikation des Bildungswesens |
| KKP | Kaufkraftparitäten |
| S.D. | Standardabweichung |
| S.E. | Standardfehler |

Weiterführende Dokumentation

Für weitere Informationen zu den in PISA verwendeten Erhebungsinstrumenten und Methoden vgl. *PISA 2006 Technical Report* (OECD, erscheint demnächst) sowie die PISA-Website (www.pisa.oecd.org).

Dieser Bericht verwendet den StatLinks-Service für OECD-Veröffentlichungen. Unter jeder Tabelle und Abbildung befindet sich ein URL-Link, der zu einer Datei im Excel-Format führt, die die zu Grunde liegenden Daten enthält. Diese URL sind stabil und bleiben im Zeitverlauf unverändert. Darüber hinaus können Leser des E-Book *PISA 2006 – Naturwissenschaftliche Kompetenzen für die Welt von morgen* diese Links direkt anklicken, die Excel-Datei öffnet sich dann in einem neuen Fenster.

Anmerkung zur Übersetzung

Die Übersetzung der Mathematik-Subskalen *uncertainty scale* und *change and relationship scale* entspricht den im PISA-Bericht 2000 verwendeten Subskalen *Zufall und Wahrscheinlichkeit* bzw. *Veränderung und funktionale Abhängigkeiten* und weicht damit von PISA 2003 ab.



2

Ein Profil der Schülerleistungen in Naturwissenschaften

| | |
|--|-----|
| Einführung | 38 |
| Der PISA-Ansatz zur Beurteilung der Schülerleistungen im Bereich Naturwissenschaften | 39 |
| ▪ Das PISA-Konzept der naturwissenschaftlichen Grundbildung | 39 |
| ▪ Die PISA-Definition der naturwissenschaftlichen Grundbildung | 41 |
| ▪ Das PISA-Rahmenkonzept im Bereich Naturwissenschaften | 43 |
| ▪ Die naturwissenschaftlichen Testeinheiten von PISA 2006 | 47 |
| ▪ Wie die Ergebnisse dargestellt sind | 49 |
| ▪ Ein Profil der PISA-Aufgaben im Bereich Naturwissenschaften | 53 |
| Wozu die Schülerinnen und Schüler in Naturwissenschaften in der Lage sind | 58 |
| ▪ Schülerleistungen in Naturwissenschaften | 58 |
| Überblick über die Schülerleistungen in verschiedenen Naturwissenschaftsbereichen | 74 |
| ▪ Schülerleistungen auf den verschiedenen naturwissenschaftlichen Kompetenzskalen | 74 |
| ▪ Schülerleistungen in den verschiedenen Wissensbereichen | 83 |
| Genauere Analyse der Schülerleistungen auf den naturwissenschaftlichen Kompetenzskalen | 92 |
| ▪ Schülerleistungen auf der Skala Naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen | 92 |
| ▪ Schülerleistungen auf der Skala Phänomene naturwissenschaftlich erklären | 100 |
| ▪ Schülerleistungen auf der Skala Naturwissenschaftliche Beweise heranziehen | 116 |
| Politikimplikationen | 120 |
| ▪ Den Bedarf an herausragenden naturwissenschaftlichen Kräften decken | 120 |
| ▪ Solide naturwissenschaftliche Grundkompetenzen sichern | 131 |
| ▪ Stärken und Schwächen in verschiedenen Bereichen der naturwissenschaftlichen Grundbildung | 131 |
| ▪ Geschlechtsspezifische Unterschiede | 132 |
| ▪ Welche Rolle spielen die Ergebnisse? | 133 |



EINFÜHRUNG

Inwieweit sind die Schülerinnen und Schüler mit grundlegenden naturwissenschaftlichen Konzepten und Theorien vertraut? Wie gut gelingt es ihnen, naturwissenschaftliche Fragestellungen zu erkennen, Phänomene naturwissenschaftlich zu erklären und naturwissenschaftliche Beweise im Umgang mit realen wissenschafts- und technologiebezogenen Problemen zu nutzen, um diese zu interpretieren und zu lösen? Um politischen Entscheidungsträgern und Pädagogen Antworten auf diese Fragen zu geben und ihnen bei der Verbesserung des Lehr- und Lernprozesses im naturwissenschaftlichen Bereich zu helfen, liefert PISA eine Reihe internationaler Vergleichsmaßstäbe, die sich auf folgende Elemente beziehen:

- Das Verständnis grundlegender naturwissenschaftlicher Konzepte und Theorien, das die Schülerinnen und Schüler entwickelt haben, sowie ihre Fähigkeit, ausgehend von bereits erworbenen naturwissenschaftlichen Kenntnissen zu extrapolieren und ihr Wissen zur Lösung realitätsnaher Probleme einzusetzen.
- Das Interesse der Schülerinnen und Schüler an Naturwissenschaften, den Wert, den sie naturwissenschaftlichen Ansätzen zum Verständnis der Welt beimessen, und ihre Bereitschaft, naturwissenschaftliche Untersuchungen anzustrengen.
- Das schulische Umfeld der Schülerinnen und Schüler, einschließlich des sozioökonomischen Hintergrunds der Mitschüler sowie anderer Faktoren, die Forschungsarbeiten zufolge Einfluss auf die Schülerleistungen haben.

PISA 2006 ist die erste internationale Erhebung, in der die naturwissenschaftlichen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler, ihre Interessen und Einstellungen im naturwissenschaftlichen Bereich sowie das schulische Umfeld zusammen in einem länderübergreifenden Kontext untersucht wurden. PISA 2006 bietet daher eine wichtige Gelegenheit zu beurteilen, wie sich die Schülerleistungen in Naturwissenschaften im Ländervergleich sowie im Vergleich zwischen verschiedenen schulischen Kontexten innerhalb der Länder darstellen. Gegenüber den vorangegangenen PISA-Erhebungen in Naturwissenschaften wurden zwei wichtige Änderungen vorgenommen: Zum einen wird in PISA 2006 klarer unterschieden zwischen *Wissen über Naturwissenschaften* als eine Form menschlichen Forschens und *naturwissenschaftlichem Wissen*, d.h. der Kenntnis der natürlichen Welt, wie sie in den verschiedenen naturwissenschaftlichen Disziplinen zum Ausdruck kommt. In PISA 2006 wird insbesondere dem Bereich *Wissen über Naturwissenschaften* als Aspekt der naturwissenschaftlichen Leistung mehr Bedeutung beigemessen, wozu neue Elemente aufgenommen wurden, mit denen stärker auf die Sensibilisierung der Schülerinnen und Schüler für die charakteristischen Merkmale der Naturwissenschaften eingegangen wird. Zum anderen wurde das Rahmenkonzept von PISA 2006 durch die Einbeziehung einer zusätzlichen Komponente zu den Zusammenhängen zwischen Naturwissenschaften und Technologie verbessert. Des Weiteren kam es im Vergleich zu PISA 2003 und PISA 2000 zu zwei wichtigen Neuerungen in Bezug darauf, wie die Leistungen im Bereich Naturwissenschaften in PISA 2006 beurteilt wurden. Im Interesse einer klareren Trennung zwischen *naturwissenschaftlicher Grundbildung* und *Lesekompetenz* wurde erstens dafür gesorgt, dass die Schülerinnen und Schüler zur Beantwortung der naturwissenschaftlichen Test-Items von PISA 2006 durchschnittlich weniger Text lesen mussten als bei den naturwissenschaftlichen Aufgaben der vorangegangenen PISA-Erhebungen. Zweitens wurden in PISA 2006 insgesamt 108 naturwissenschaftliche Items verwendet, gegenüber 35 in PISA 2003; 22 davon wurden bereits in PISA 2003 eingesetzt und 14 bereits in PISA 2000.

Als die erste umfassende Erhebung im Bereich Naturwissenschaften bildet PISA 2006 die Grundlage für die Analyse künftiger Trends bei den Schülerleistungen in diesem Bereich, weshalb es nicht möglich ist, die Ergebnisse im Bereich Naturwissenschaften von PISA 2006 mit den Ergebnissen früherer PISA-Erhebungen



zu vergleichen, wie dies in den Bereichen Lesekompetenz und Mathematik geschieht. Die Unterschiede, die die Leser beim Vergleich der naturwissenschaftlichen Ergebnisse von PISA 2006 mit denen früherer PISA-Erhebungen feststellen können, sind in der Tat größtenteils auf Veränderungen in der Form des naturwissenschaftlichen Erhebungssteils und der Testgestaltung zurückzuführen¹.

In diesem Kapitel wird zunächst anhand zahlreicher Beispiele erläutert, wie die Schülerleistungen im Bereich Naturwissenschaften in PISA gemessen und dargestellt werden, und dann analysiert, wozu die Schülerinnen und Schüler in diesem Bereich in den verschiedenen Ländern in der Lage sind.

Bei allen Vergleichen der Ergebnisse unterschiedlicher Bildungssysteme müssen die sozialen und wirtschaftlichen Verhältnisse der jeweiligen Länder und die Ressourcen, die sie für die Bildung aufwenden, berücksichtigt werden. Zu diesem Zweck werden die Ergebnisse in diesem Kapitel im wirtschaftlichen und sozialen Kontext der einzelnen Länder betrachtet. In Kapitel 4 wird diese Analyse weitergeführt, wobei untersucht wird, inwieweit sich der sozioökonomische Hintergrund auf Schüler- und Schulebene auf die Lernergebnisse auswirkt. In Kapitel 5 werden dann die individuellen, schulischen und systemischen Faktoren analysiert, die zur Erklärung der beobachteten Leistungsunterschiede zwischen Schülern, Schulen und Ländern beitragen können.

DER PISA-ANSATZ ZUR BEURTEILUNG DER SCHÜLERLEISTUNGEN IM BEREICH NATURWISSENSCHAFTEN

Das PISA-Konzept der naturwissenschaftlichen Grundbildung

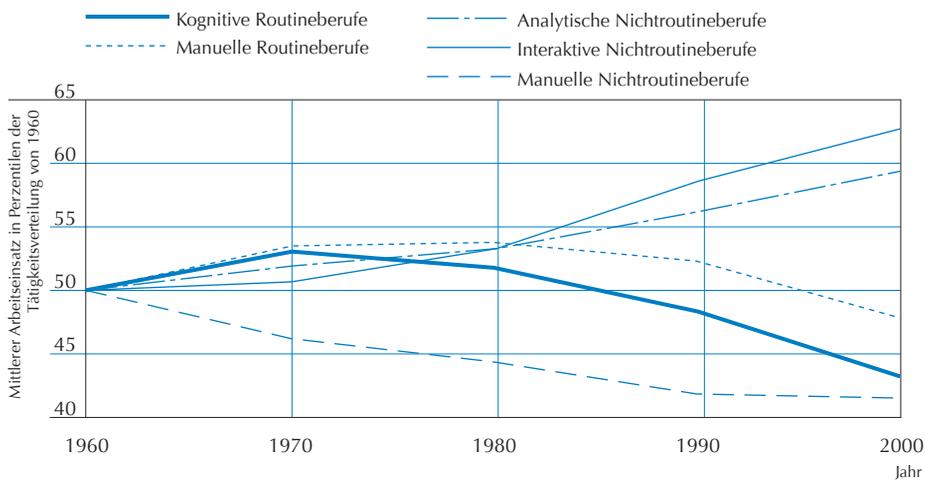
Anders als viele herkömmliche Evaluierungen der Schülerleistungen im Bereich Naturwissenschaften beschränkt sich PISA nicht darauf zu messen, inwieweit die Schülerinnen und Schüler bestimmte naturwissenschaftliche Inhalte beherrschen. Stattdessen wird ihre Fähigkeit beurteilt, naturwissenschaftliche Fragestellungen zu erkennen, Phänomene naturwissenschaftlich zu erklären und naturwissenschaftliche Beweise in realen wissenschafts- und technologiebezogenen Situationen zu nutzen, um diese zu interpretieren, zu lösen und entsprechende Entscheidungen zu treffen.

Dieser Ansatz wurde gewählt, um der Art von Kompetenzen Rechnung zu tragen, auf die es in unserer modernen Gesellschaft ankommt, und zwar in vielen Lebensbereichen, vom Erfolg bei der Arbeit bis hin zum aktiven bürgerschaftlichen Engagement. Darin drückt sich auch aus, wie die zunehmende Globalisierung und Computerisierung die Realität von Gesellschaft und Arbeitsmärkten verändert. So dürfte sich der Abbau von Arbeitsschritten, die zu geringeren Kosten von Computern oder in Niedriglohnländern verrichtet werden können, in den OECD-Ländern wohl weiter fortsetzen. Davon sind insbesondere Arbeitsplätze betroffen, bei denen die erforderlichen Informationen in computerlesbarer Form ausgedrückt werden können und/oder die Arbeitsabläufe einfachen, leicht zu erklärenden Regeln folgen. In Kasten 2.1 wird dies anhand einer Analyse der Entwicklung der Qualifikationsanforderungen erläutert, die im Laufe der letzten Generationen auf den Arbeitsmärkten der Vereinigten Staaten zu beobachten war. Diese Analyse zeigt, dass der stärkste Arbeitsrückgang während des letzten Jahrzehnts nicht etwa bei manuellen Tätigkeiten verzeichnet wurde, wie häufig behauptet wird, sondern bei routinemäßigen kognitiven Aufgaben, d.h. solchen geistigen Tätigkeiten, die sich gut durch deduktive oder induktive Regeln beschreiben lassen und die viele der heutigen Berufe der Mittelschicht charakterisieren. Somit besteht im Fall eines auf das Memorieren und Reproduzieren naturwissenschaftlicher Kenntnisse und Fertigkeiten beschränkten Lernprozesses die Gefahr, dass die Schülerinnen und Schüler hauptsächlich für Arbeitsplätze vorbereitet werden, die auf den Arbeitsmärkten vieler Länder nach und nach verschwinden werden. Um voll an der heutigen globalen Wirtschaft teilzuhaben, müssen die Schülerinnen und Schüler Probleme lösen können, für die es keine klaren, regel-



basierten Lösungen gibt, und in der Lage sein, komplexe wissenschaftliche Ideen klar und überzeugend auszudrücken. In PISA wurde dem durch die Entwicklung von Aufgaben Rechnung getragen, die über das einfache Abfragen von wissenschaftlichen Kenntnissen hinausgehen.

Kasten 2.1 **Wie sich die Qualifikationsanforderungen auf den Arbeitsmärkten verändert haben – Trends in Routine- und Nichtroutineberufen in den Vereinigten Staaten seit 1960**



Quelle: Autor *et al.*, 2003; Levy und Murmane, 2006.

Anmerkung: Die Daten wurden nach Jahren in 1 120 branchen-, geschlechts- und bildungsbezogenen Zellen aggregiert und jeder Zelle wurde ein ihrem Rangplatz in der Tätigkeitsverteilung von 1960 entsprechender Wert zugewiesen (der über die 1 120 Berufszellen von 1960 berechnet wurde). Die Kurvenwerte entsprechen dem beschäftigungsgewichteten Mittelwert jedes zugewiesenen Perzentils im angegebenen Jahr.

Aus der Abbildung ist eine Abnahme des Arbeitseinsatzes in manuellen Tätigkeiten ersichtlich, die sich gut durch deduktive oder induktive Regeln beschreiben lassen. Ein Rückgang war auch bei manuellen Tätigkeiten zu verzeichnen, die sich nicht gut durch einen einfachen Anweisungskatalog darstellen lassen, weil sie optisches Erkennen oder sehr präzise Bewegungen erfordern, für die Computer nur äußerst schwer programmiert werden können. Der Rückgang der Nachfrage nach manueller Arbeit war Gegenstand zahlreicher Studien.

Wesentlich weniger öffentliche Aufmerksamkeit erhielt demgegenüber die deutliche Abnahme der kognitiven Routineberufe, die geistige Tätigkeiten beinhalten, die sich gut durch deduktive oder induktive Regeln beschreiben lassen. Da solche Tätigkeiten nach einem festen Regelkatalog verrichtet werden können, sind sie ideale Kandidaten für die Computerisierung, und die Zahlen zeigen, dass bei diesen Berufen im Verlauf des letzten Jahrzehnts der stärkste Nachfragerückgang verzeichnet wurde. Regelbasierte Arbeitsprozesse lassen sich auch leichter ins Ausland auslagern: Wenn sich eine Aufgabe auf die Ausführung einfacher Anweisungen, d.h. einen Standardverfahrensablauf reduziert, muss sie nur einmal erklärt werden, so dass die Kommunikation mit ausländischen

...



Herstellern wesentlich einfacher ist als im Fall nicht regelbasierter Aufgaben, bei denen jeder Arbeitsschritt einen Sonderfall darstellt. Zugleich lässt sich die Produktionsqualität auch wesentlich einfacher prüfen, wenn der Arbeitsablauf mit klaren Regeln beschrieben werden kann. Daran wird deutlich, dass im Fall eines auf das Memorieren und Reproduzieren von Kenntnissen und Fertigkeiten beschränkten Lernprozesses die Gefahr besteht, dass die Schülerinnen und Schüler nur für Arbeitsplätze vorbereitet werden, die auf den Arbeitsmärkten vieler Länder effektiv nach und nach verschwinden. Anders ausgedrückt sind die am leichtesten zu vermittelnden und zu prüfenden Fähigkeiten nicht mehr ausreichend, um junge Menschen für die Zukunft vorzubereiten.

Andererseits zeigt die Abbildung einen starken Anstieg der Nachfrage nach Arbeit, die komplexe Kommunikationsfähigkeiten zur Interaktion mit anderen Menschen verlangt, um Informationen einzuholen, diese zu erklären oder andere von deren konkreten Implikationen zu überzeugen. Dies ist z.B. der Fall, wenn ein Manager seine Mitarbeiter motivieren will, ein Verkäufer die Reaktion des Kunden auf ein Kleidungsstück abschätzen muss, ein Biologielehrer erklären muss, wie die Zellteilung funktioniert, oder ein Ingenieur erläutern muss, warum seine Neuentwicklung eines DVD-Players einen Fortschritt gegenüber früheren Modellen darstellt. Ein ähnlicher Zuwachs war auch bei der Nachfrage nach spezialisierter Denkarbeit festzustellen, die die Lösung von Problemen beinhaltet, für die es keine regelbasierten Antworten gibt. Dies ist z.B. der Fall, wenn eine Krankheit bei einem Patienten diagnostiziert werden muss, der untypische Symptome aufweist, wenn ein schmackhaftes Gericht aus marktfrischen Zutaten kreiert werden soll oder wenn ein nicht richtig funktionierendes Auto repariert werden muss, das der Computeranalyse zufolge einwandfrei läuft. Solche Situationen erfordern eine Form der reinen Mustererkennung und Informationsverarbeitung, für die Computer derzeit noch nicht programmiert werden können. Computer können den Menschen bei diesen Arbeiten nicht ersetzen, sie können ihn jedoch unterstützen, indem sie die Informationen leichter zugänglich machen.

Dieser Kasten stützt sich auf eine Analyse der Veränderungen der Kompetenzanforderungen auf den Arbeitsmärkten der Vereinigten Staaten, die vom Massachusetts Institute of Technology und von der Harvard Graduate School for Education durchgeführt wurde (Levy und Murnane, 2006).

Die PISA-Definition der naturwissenschaftlichen Grundbildung

Im Rahmen von PISA 2006 ist *naturwissenschaftliche Grundbildung* definiert als:

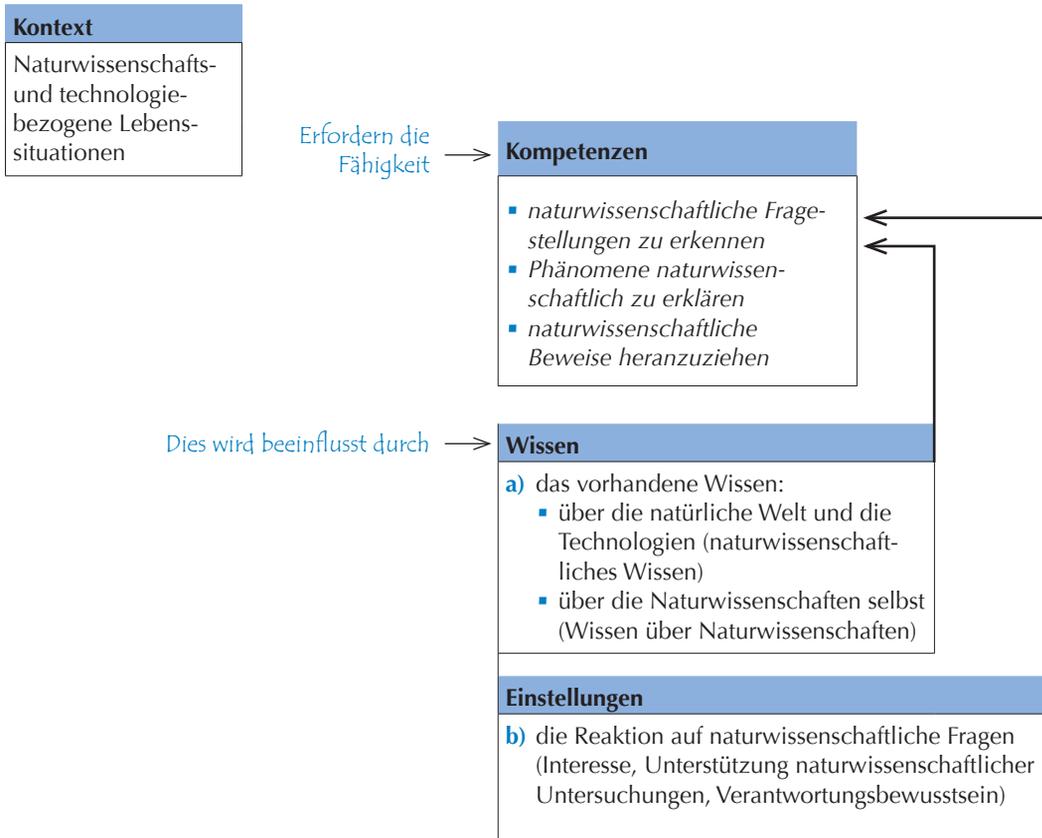
- *Das naturwissenschaftliche Wissen einer Person und deren Fähigkeit, dieses Wissen anzuwenden, um Fragestellungen zu identifizieren, neue Erkenntnisse zu erwerben, naturwissenschaftliche Phänomene zu erklären und auf Beweisen basierende Schlüsse über naturwissenschaftliche Sachverhalte zu ziehen.* Dabei geht es z.B. um die Frage, ob Personen bei der Lektüre eines Texts über ein gesundheitliches Thema zwischen wissenschaftlichen und nichtwissenschaftlichen Aspekten des Texts unterscheiden, Wissen anwenden und persönliche Entscheidungen begründen können.
- *Das Verständnis der charakteristischen Eigenschaften der Naturwissenschaften als eine Form menschlichen Wissens und Forschens.* Hier stellt sich beispielsweise die Frage, ob der Unterschied zwischen auf Beweisen basierenden Schlüssen und persönlichen Meinungsäußerungen verstanden wird.



- Die Fähigkeit zu erkennen, wie Naturwissenschaften und Technologie unsere materielle, intellektuelle und kulturelle Umgebung prägen. Können Personen beispielsweise den Einfluss erkennen und erklären, den Technologien auf die Wirtschaft, gesellschaftliche Organisation und Kultur eines Landes ausüben? Sind sie sich der Umweltveränderungen und der Auswirkungen dieser Veränderungen auf die wirtschaftliche und soziale Stabilität bewusst?
- Die Bereitschaft, sich mit naturwissenschaftlichen Themen und Ideen als reflektierender Bürger auseinanderzusetzen. Hier geht es um den Wert, den die Schülerinnen und Schüler den Naturwissenschaften beimessen, in thematischer Hinsicht ebenso wie in Bezug auf naturwissenschaftliche Ansätze als ein Mittel zum Verständnis der Welt und zur Lösung von Problemen. Dass Schülerinnen und Schüler naturwissenschaftliche Informationen auswendig lernen und wiedergeben können, heißt nicht zwangsläufig, dass sie später einen naturwissenschaftlichen Beruf wählen oder sich mit naturwissenschaftlichen Fragen befassen werden. Informationen über das Interesse der 15-Jährigen an Naturwissenschaften, ihre Unterstützung für naturwissenschaftliche Untersuchungen sowie ihr Verantwortungsbewusstsein im Hinblick auf die Bewältigung von Umweltproblemen können den politischen Entscheidungsträgern als Frühindikatoren dafür dienen, wie sehr sich die Bürger ihres Landes für Naturwissenschaften als eine treibende Kraft des sozialen Fortschritts einsetzen werden.

Abbildung 2.1

Das Rahmenkonzept Naturwissenschaften von PISA 2006





Das PISA-Rahmenkonzept im Bereich Naturwissenschaften

In PISA 2006 wurde die Entwicklung der Test-Items und Aufgaben in einen Rahmen eingebunden, der vier miteinander verknüpfte Aspekte umfasst: die Kontexte, in die sich die Fragen einfügen, die Kompetenzen, von denen die Schülerinnen und Schüler Gebrauch machen müssen, die damit zusammenhängenden Wissensbereiche und die Einstellungen der Schülerinnen und Schüler (Abb. 2.1).

Kontext

In Einklang mit dem bei PISA verfolgten Ziel zu beurteilen, wie gut die Schülerinnen und Schüler auf ihr künftiges Leben vorbereitet sind, wurden die naturwissenschaftlichen Aufgaben von PISA 2006 in ein breites Spektrum von Lebenssituationen eingebunden, in denen Naturwissenschaften und Technologie eine Rolle spielen, und zwar: „Gesundheit“, „natürliche Ressourcen“, „Umwelt“, „Gefahren“ und „aktuelle Entwicklungen in Forschung und Technologie“. Diese Situationen wurden mit drei großen Kontextbereichen verknüpft: *persönlich* (der Einzelne, die Familie, die Mitschüler), *sozial* (die Gemeinschaft) und *global* (das Leben weltweit). Maßgeblich für die Auswahl der Aufgabenkontexte war die Bedeutung, die ihnen im Hinblick auf die Interessen und das Leben der Schülerinnen und Schüler zukommt, wobei naturwis-

Abbildung 2.2

Die naturwissenschaftlichen Kontextbereiche von PISA 2006

| | <i>Persönlich</i> (der Einzelne, die Familie, die Mitschüler) | <i>Sozial</i> (die Gemeinschaft) | <i>Global</i> (das Leben weltweit) |
|---|---|---|--|
| „Gesundheit“ | Gesundheitsvorsorge, Unfallverhütung, Ernährung | Krankheitsbekämpfung, Eindämmung der Ansteckungsgefahr, Ernährungsaufklärung, öffentliche Gesundheit | Bekämpfung von Epidemien, Eindämmung der Verbreitung von Infektionskrankheiten |
| „Natürliche Ressourcen“ | Persönlicher Material- und Energieverbrauch | Schutz menschlicher Populationen, Lebensqualität, Nahrungsmittelsicherheit, -erzeugung und -verteilung, Energieversorgung | Erneuerbare und nicht erneuerbare Ressourcen, Ökosysteme, Bevölkerungswachstum, nachhaltige Artennutzung |
| „Umwelt“ | Umweltverträgliches Verhalten, Nutzung und Entsorgung von Materialien | Bevölkerungsverteilung, Abfallentsorgung, Umweltfolgen, örtliche Wetterverhältnisse | Biodiversität, ökologische Nachhaltigkeit, Umweltschutz, Bodenertrag und Bodenschwund |
| „Gefahren“ | Naturgefahren und vom Menschen ausgehende Gefahren, Baustandortsentscheidungen | Rasche Veränderungen (Erdbeben, Unwetter), langsame, allmähliche Veränderungen (Küstenerosion, Sedimentablagerung), Risikoabschätzung | Klimawandel, Folgen moderner Kriegsführung |
| „Aktuelle Entwicklungen in Forschung und Technologie“ | Interesse an naturwissenschaftlichen Erklärungen natürlicher Phänomene, naturwissenschaftsbezogene Hobbys, Sport- und Freizeitaktivitäten, Musik, Technologie für den persönlichen Gebrauch | Neue Werkstoffe, Geräte und Verfahren, Gentechnik, Verkehr | Artensterben, Raumforschung, Entstehung und Struktur des Weltalls |



senschaftsbezogene Situationen dargestellt werden sollten, wie sie Erwachsene erleben. Erwachsene werden fast täglich mit Informationen aus den Bereichen Gesundheit, Ressourcennutzung, Umweltqualität, Gefahrenreindämmung sowie technologischer und wissenschaftlicher Fortschritt konfrontiert und müssen diesbezügliche Entscheidungen treffen. Diese naturwissenschaftsbezogenen Kontextsituationen decken sich auch mit verschiedenen Themen, mit denen sich politische Entscheidungsträger auseinandersetzen müssen. In Abbildung 2.2 sind die Schnittstellen zwischen verschiedenen Situationen und Kontexten anhand von Beispielen aus dem Alltagsleben dargestellt.

Kompetenzen

Zur Beantwortung der naturwissenschaftlichen Aufgaben von PISA 2006 mussten die Schülerinnen und Schüler naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen, Phänomene naturwissenschaftlich erklären und naturwissenschaftliche Beweise heranziehen. Ausschlaggebend für die Wahl dieser drei Kompetenzen waren ihre Bedeutung für die naturwissenschaftliche Praxis und ihre Verknüpfungen mit entscheidenden kognitiven Fähigkeiten wie induktivem/deduktivem Denken, systematischem Denken, kritischer Entscheidungsfindung, Informationsverarbeitung (z.B. Erstellung von Tabellen und Abbildungen aus Rohdaten), datenbasierter Konstruktion und Kommunikation von Argumenten und Erklärungen, Denken in Modellen und Nutzung von Naturwissenschaften. In Abbildung 2.3 sind die wesentlichen Merkmale dieser drei naturwissenschaftlichen Kompetenzen wiedergegeben.

Abbildung 2.3

Naturwissenschaftliche Kompetenzen in PISA 2006

Naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen

- Fragestellungen erkennen, die sich auf wissenschaftlichem Wege klären lassen
- Schlüsselbegriffe für die Suche nach naturwissenschaftlichen Informationen identifizieren
- Die wesentlichen Merkmale einer naturwissenschaftlichen Untersuchung begreifen

Phänomene naturwissenschaftlich erklären

- *Naturwissenschaftliches Wissen* in einer gegebenen Situation anwenden
- Phänomene naturwissenschaftlich beschreiben oder interpretieren und Veränderungen vorhersagen
- Geeignete Beschreibungen, Erklärungen und Prognosen identifizieren

Naturwissenschaftliche Beweise heranziehen

- Naturwissenschaftliche Beweise interpretieren, daraus Schlüsse ziehen und diese kommunizieren
- Annahmen, Beweise und Überlegungen identifizieren, die Schlussfolgerungen zu Grunde liegen
- Über die gesellschaftlichen Folgen wissenschaftlicher und technologischer Entwicklungen reflektieren

Diese Kompetenzen lassen sich anhand einer Vielzahl von Beispielen beschreiben. Ein besonders gutes Beispiel ist der Klimawandel, eines der derzeit meistdiskutierten Themen: Wer in schriftlicher oder mündlicher Form mit Informationen über den Klimawandel konfrontiert wird, muss in der Lage sein, die naturwissenschaftlichen, wirtschaftlichen und sozialen Aspekte dieser Problematik auseinander zu halten. Nicht selten hört man z.B. Wissenschaftler, die die Ursachen und konkreten Auswirkungen der Freisetzung von Kohlendioxid in die Erdatmosphäre erklären. Dieser naturwissenschaftlichen Perspektive werden gelegentlich wirtschaftliche Argumente gegenübergestellt, weshalb die Bürger eines Landes in der Lage sein sollten, zwischen wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Standpunkten zu unterscheiden. Da sie zudem mit immer mehr und manchmal widersprüchlichen Informationen über verschiedenste Phänomene konfrontiert werden, müssen sie Zugang zu naturwissenschaftlichem Wissen haben und fähig sein, die von verschiede-