



8

## Konsequenzen der PISA-Ergebnisse für die Politik

Eine solide naturwissenschaftliche Grundbildung ist nicht nur für die Schülerinnen und Schüler notwendig, die Wissenschaftler oder Ingenieur werden wollen; vielmehr müssen alle jungen Menschen verstehen, was die Naturwissenschaften ausmacht und worauf naturwissenschaftliches Wissen beruht, damit sie „bessere“ Bürger und kritische Verbraucher werden können. Im vorliegenden Kapitel wird analysiert, was die Unterschiede bei den Schülerleistungen, bei den Einstellungen gegenüber Naturwissenschaften sowie den naturwissenschaftlich orientierten Berufsvorstellungen für die Bildungspolitik und -praxis bedeuten.

### Anmerkung zu Israel

Die statistischen Daten für Israel wurden von den zuständigen israelischen Stellen bereitgestellt, die für sie verantwortlich zeichnen. Die Verwendung dieser Daten durch die OECD erfolgt unbeschadet des Status der Golanhöhen, von Ost-Jerusalem und der israelischen Siedlungen im Westjordanland gemäß internationalem Recht.



Von der Einnahme eines Schmerzmittels bis zur Definition einer „ausgewogenen“ Mahlzeit, vom Konsum pasteurisierter Milch bis zur Entscheidung für oder gegen den Kauf eines Hybridfahrzeugs, die Naturwissenschaften sind in unserem Leben weit verbreitet. In den Naturwissenschaften geht es um mehr als um Reagenzgläser und das Periodensystem. Auf Naturwissenschaften basieren fast alle Instrumente, die wir nutzen – vom einfachen Dosenöffner bis zur komplexesten Weltraumsonde. Und die Naturwissenschaften sind auch nicht die alleinige Domäne der Naturwissenschaftler. Jeder muss in der Lage sein, „wie ein Naturwissenschaftler zu denken“, d.h. verschiedene Informationen gegeneinander abzuwägen, um zu einer Schlussfolgerung zu gelangen, und zu begreifen, dass sich das, was wir im naturwissenschaftlichen Bereich für gültig erachten, im Lauf der Zeit immer wieder ändern kann, wenn neue Entdeckungen gemacht werden und wir die Kräfte der Natur und die Möglichkeiten und Grenzen der Technologie besser verstehen lernen.

In der PISA-Erhebung 2015 lag der Schwerpunkt auf der naturwissenschaftlichen Grundbildung der 15-Jährigen – ihr Wissen über natürliche und technologische Phänomene und ihre Fähigkeit, wie Naturwissenschaftler zu denken –, während zugleich auch ihre Leistungen in den Bereichen Lesekompetenz und Mathematik getestet wurden. Da sich die Welt seit der ersten PISA-Erhebung vor 15 Jahren verändert hat, haben sich auch die Tests weiterentwickelt, um diesen Veränderungen Rechnung zu tragen. 2015 fand der Test erstmals ausschließlich am Computer statt, um mehr dynamische und interaktive Aufgabenstellungen zu ermöglichen. Diese Veränderung in der Erhebungsmethode sollte nicht nur als Bestätigung dafür betrachtet werden, dass die meisten 15-Jährigen von heute mit der Computernutzung voll vertraut sind, sondern auch als Anerkennung der Tatsache, dass ganz unabhängig davon, welchen Beruf diese Schülerinnen und Schüler letztlich für sich wählen, diese Art des vertrauten Umgangs notwendig ist, wenn sie voll am Leben der Gesellschaft teilhaben sollen.

Die Naturwissenschaften waren 2006 zum letzten Mal PISA-Schwerpunktbereich. Seither hat sich die Welt der Wissenschaft und Technologie deutlich verändert. Das Smartphone (Android, das iPhone und das iPad) wurde erfunden und ist allgegenwärtig. Soziale Medien (wie Facebook, Twitter, YouTube), Cloud-Dienste sowie Fortschritte in Robotik und maschinellem Lernen, die auf Big Data beruhen, wurden verfügbar und haben seither tiefgreifende Folgen für unser wirtschaftliches und soziales Leben (z.B. Spracherkennung, maschinelle Übersetzung, Finanzhandel, autonome Fahrzeuge und Logistik). Ferner entstanden das Internet der Dinge sowie die erweiterte und virtuelle Realität. Außerdem hat die Biotechnologie seit 2006 erhebliche Fortschritte erzielt, wie aus den Möglichkeiten der Gensequenzierung und des Gen-Editing, der synthetischen Biologie, Stammzelltherapien, Bioprinting, Optogenetik, regenerativen Medizin und Gehirn-Computer-Schnittstellen ersichtlich ist. Vor dem Hintergrund dieses raschen wissenschaftlichen und technologischen Wandels ist es enttäuschend zu beobachten, dass in der Mehrzahl der Länder mit vergleichbaren Daten die Schülerleistungen in Naturwissenschaften in PISA seit 2006 praktisch unverändert sind. Effektiv konnten in nur einem Dutzend Länder unter den 15-Jährigen messbare Leistungsverbesserungen in Naturwissenschaften festgestellt werden, darunter besonders leistungsstarke Bildungssysteme, wie Singapur und Macau (China), ebenso wie leistungsschwache Systeme, etwa Peru und Kolumbien.

## WIE UNIVERSELL SIND GRUNDKOMPETENZEN?

Im September 2015 kamen die Staats- und Regierungschefs der Welt in New York zusammen, um ehrgeizige Ziele für die Zukunft der Weltgemeinschaft aufzustellen. Ziel 4 der Nachhaltigen Entwicklungsziele (SDG) ruft dazu auf, eine „inklusive, gerechte und hochwertige Bildung [zu] gewährleisten und Möglichkeiten des lebenslangen Lernens für alle [zu] fördern“. Dazu gehört, dass „alle Lernenden die notwendigen Kenntnisse und Qualifikationen zur Förderung nachhaltiger Entwicklung erwerben“ (Ziel 4.7). Eine Möglichkeit, zu beurteilen und zu überwachen, wie gut Länder ihre Schülerinnen und Schüler nach der Pflichtschulzeit auf das Leben vorbereiten, besteht darin, den Anteil der 15-Jährigen zu ermitteln, die im PISA-Test Leistungen über dem Grundkompetenzniveau erzielen.

In allen drei zentralen Erhebungsbereichen von PISA ist das Basisniveau das Niveau, auf dem die Schülerinnen und Schüler in der Lage sind, Aufgaben zu lösen, die wenigstens ein Mindestmaß an Kompetenzen und Bereitschaft zum selbstständigen Denken voraussetzen.

In Naturwissenschaften entspricht das Grundkompetenzniveau dem Niveau, auf dem die Schülerinnen und Schüler nicht nur Alltagswissen über bekannte naturwissenschaftliche Phänomene anwenden können, um die richtige Erklärung für ein Phänomen auszuwählen, sondern dieses Wissen auch verwenden können, um die Frage zu identifizieren, auf die in einer einfachen Versuchsgestaltung eingegangen wird oder in einfachen Fällen anhand der verfügbaren Daten zu identifizieren, ob eine Schlussfolgerung gültig ist.

In Mathematik wird das Grundkompetenzniveau definiert als das Niveau, auf dem die Schülerinnen und Schüler in Situationen, in denen ihnen alle Anweisungen gegeben wurden, nicht nur Routineverfahren, wie arithmetische Operationen, anwenden können, sondern darüber hinaus auch in der Lage sind, zu interpretieren und zu erkennen, wie eine (einfache) Situation (z.B. Vergleich der Gesamtstrecke zweier alternativer Wege oder Konvertierung von Preisen in eine andere Währung) mathematisch dargestellt werden kann.



Im Bereich Lesekompetenz wird das Grundkompetenzniveau definiert als das Niveau, auf dem die Schülerinnen und Schüler nicht nur einfache und ihnen vertraute Texte lesen und vom Wortlaut her verstehen können, sondern auch – selbst ohne explizite Anweisungen – unter Beweis stellen können, dass es ihnen gelingt, mehrere Informationen miteinander zu verknüpfen, Schlüsse zu ziehen, die über die im Text explizit ausgedrückten Informationen hinausgehen, und einen Text mit eigenen Erfahrungen und Kenntnissen zu verknüpfen.

Der kanadische Youth in Transition Survey aus dem Jahr 2009, der die weitere Entwicklung von Schülerinnen und Schülern untersuchte, die an PISA 2000 teilgenommen hatten, machte deutlich, dass für 15-Jährige mit Lesekompetenzen unter Stufe 2 ein unverhältnismäßig hohes Risiko besteht, nicht an postsekundärer Bildung teilzunehmen und im Alter von 19 Jahren – bzw. noch mehr im Alter von 21 Jahren – schlechte Arbeitsmarktergebnisse zu erzielen (OECD, 2010). Eine ähnliche Langzeitstudie in der Schweiz, in der die PISA-Kohorte 2000-2010 verfolgt wurde, zeigte auf, dass für Schülerinnen und Schüler, deren Leistungen im Bereich Lesekompetenz den Anforderungen von Stufe 2 nicht gerecht werden, ein hohes Risiko besteht, den Sekundarbereich II nicht abzuschließen. Etwa 19% der Schülerinnen und Schüler auf Kompetenzstufe 1 und über 30% der Schülerinnen und Schüler unter Kompetenzstufe 1 hatten bis zum Alter von 25 Jahren keinen Bildungsgang des Sekundarbereichs II abgeschlossen, verglichen mit weniger als 10% der Schülerinnen und Schüler, die im Bereich Lesekompetenz über dem Grundkompetenzniveau lagen (Scharenberg et al., 2014).

Zwei Follow-up-Studien in Uruguay auf der Basis der PISA-Kohorten 2003 und 2006 ist ebenfalls zu entnehmen, dass bei Schülerinnen und Schülern, die in den Mathematiktests unter Kompetenzstufe 2 abgeschnitten hatten, die Wahrscheinlichkeit deutlich geringer war, den Sekundarbereich II abzuschließen (Cardozo, 2009), und deutlich größer, dass sie eine Klassenstufe wiederholten oder die Schule abbrachen, und dies selbst nach Bereinigung um sonstige demografische und soziale Unterschiede unter den Schülerinnen und Schülern (Ríos González, 2014). Auch aus einer dänischen Studie, in der die PISA-Studie mit der Erhebung über die Kompetenzen Erwachsener (die aus der Internationalen Vergleichsstudie der Kompetenzen Erwachsener der OECD – PIAAC – hervorgegangen ist) verknüpft wurde, geht hervor, dass Schülerinnen und Schüler, die in PISA 2000 im Bereich Lesekompetenz unter Stufe 2 abgeschnitten hatten, mit größerer Wahrscheinlichkeit zwischen dem Alter von 18 und 27 Jahren über ein Jahr lang Einkommenstransfers bezogen – was mit anderen Worten bedeutet, dass sie über längere Perioden arbeitslos oder krank waren (Rosdahl, 2014). Und die Langzeitstudie „Survey of Australian Youth (LSAY)“ zeigt, dass die 25% der Schülerinnen und Schüler mit den niedrigsten Ergebnissen im PISA-Mathematiktest 2003 mit größerer Wahrscheinlichkeit 2013 arbeitslos oder nicht in der Erwerbsbevölkerung waren als die darüber liegenden 25% der Schülerinnen und Schüler (LSAY, 2014).

Der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die in allen drei Bereichen (Naturwissenschaften, Lesekompetenz und Mathematik) das Grundkompetenzniveau erreichen, variiert unter den Ländern erheblich – er reicht von über 80% in Kanada, Estland, Finnland, Hongkong (China), Japan, Macau (China) und Singapur bis zu weniger als 20% der Schülerinnen und Schüler in einigen Ländern der mittleren Einkommensgruppe. Die kulturell und geografisch vielfältige Zusammensetzung der Länder in der ersten Gruppe zeigt, dass universelle Grundkompetenzen in der nächsten Generation auf allen Kontinenten Realität werden könnten. Zugleich verdeutlicht die kleine Gruppe von Ländern, die das Grundkompetenzniveau heute bereits erreichen, dass in den meisten Ländern – darunter einige der wohlhabendsten OECD-Länder – noch viel getan werden muss, um die nachhaltigen Entwicklungsziele zu verwirklichen (Tabelle I.2.10a).

## **HÖHERE ÖFFENTLICHE BILDUNGS-AUSGABEN HABEN NICHT IMMER ZU BESSEREN ERGEBNISSEN GEFÜHRT**

Geld ist erforderlich, um in den Schulen ein hohes und gerechtes Leistungsniveau zu garantieren, reicht allein aber nicht aus. Nur eines der 10 PISA-Teilnehmerländer mit den höchsten öffentlichen Gesamtausgaben je Schüler bis zum Alter von 15 Jahren – Singapur – zählt zu den sieben Ländern bzw. Volkswirtschaften, in denen weniger als 20% der Schülerinnen und Schüler in einem der drei Bereiche zu den Leistungsschwachen zählen. Zu diesen sieben Ländern bzw. Volkswirtschaften gehören aber auch Estland und Korea, wo die öffentlichen Ausgaben je Schüler unter dem OECD-Durchschnitt liegen.

Noch wichtiger ist vielleicht, dass mehrere Länder ihre Ausgaben in den vergangenen zehn Jahren erhöht haben, ohne eine entsprechende Verbesserung der in PISA gemessenen Lernergebnisse verzeichnen zu können. Im OECD-Raum stiegen die Ausgaben je Schüler im Primar- und Sekundarbereich zwischen 2005 und 2013 um nahezu 20% (OECD, 2016). Dennoch stagniert im Durchschnitt der OECD-Länder die durchschnittliche Lesekompetenz der Schülerinnen und Schüler seit dem Jahr 2000 (Tabelle I.4.4a), und der prozentuale Anteil der Schülerinnen und Schüler mit Leistungen unter dem Grundkompetenzniveau ist nicht nennenswert zurückgegangen (Tabelle I.2.2a, I.4.2a und I.5.2a).

Die finanziellen Ressourcen können allgemeine Muster der Leistungsvarianz in PISA erklären. Beispielsweise sind 36% der Varianz bei den Durchschnittsergebnissen durch Unterschiede im Pro-Kopf-BIP unter den Ländern und 55% der Varianz



bei den Durchschnittsergebnissen durch Unterschiede bei den Gesamtausgaben für Schülerinnen und Schüler bis zum Alter von 15 Jahren bedingt. Während in Ländern mit niedrigem Ausgabenniveau zwischen den bereitgestellten Mitteln und den Lernergebnissen ein Zusammenhang besteht, existiert in der Mehrzahl der OECD-Länder gewöhnlich kein derartiger Zusammenhang zwischen den Ausgaben je Schüler und den Ergebnissen in PISA. Entscheidend sind die Modalitäten der Ressourcenallokation sowie die qualitativen Unterschiede zwischen den bildungspolitischen Maßnahmen, kulturellen Normen und professionellen Praktiken, die den Leistungsunterschieden zwischen den Ländern und innerhalb der Länder zugrunde liegen (diese werden in Band II eingehender erörtert).

Die Länder, deren Leistungen sich in den PISA-Erhebungen in den vergangenen zehn Jahren am stärksten verbesserten, haben häufig ihre Fähigkeit unter Beweis gestellt, Lösungen für die Herausforderungen zu finden, denen sie sich gegenübersehen, indem sie die PISA-Studie und andere solide Informationsquellen sowohl als Spiegel als auch als Mittel zur Konsensbildung in Bezug auf den vorrangigen Handlungsbedarf verwendeten. Es ist nicht ungewöhnlich, dass sich die Leistungen von PISA-Teilnehmerländern zwischen den ersten beiden Erhebungen, an denen sie teilnehmen, rasch verbessern. Derartige Verbesserungen könnten ein Hinweis darauf sein, dass die Länder die ersten Früchte ihrer Anstrengungen zur Verbesserung ihrer Bildungssysteme ernten. Demgegenüber lassen sich nachhaltige Verbesserungen über mehrere Jahre und PISA-Erhebungen sehr viel schwerer erreichen. Kolumbien und Portugal zählen zu den wenigen Bildungssystemen, deren Reformen dazu geführt haben, die durchschnittlichen Schülerleistungen in Naturwissenschaften in aufeinanderfolgenden PISA-Zyklen zu verbessern.

### **DER ZUGANG ZU BILDUNG IST NOCH IMMER NICHT UNIVERSELL**

In vielen Ländern reicht es nicht aus, die Bildungsqualität zu verbessern, um sicherzustellen, dass bis 2030 alle jungen Menschen nach der Pflichtschulzeit über Grundkompetenzen verfügen; diese Länder müssen auch gewährleisten, dass alle jungen Menschen die Primar- und Sekundarschulbildung abschließen. In einigen Ländern ist es effektiv so, dass die 15-Jährigen, die eine Schule besuchen, Zugang zu einer ausgezeichneten Bildung haben, es aber viele 15-Jährige gibt, die keine Schule mehr besuchen, um von diesem Angebot zu profitieren, oder weiter Klassen der Primarschule besuchen. In Peking-Shanghai-Jiangsu-Guangdong (China) (im Folgenden „P-S-J-G (China)“) und Vietnam beispielsweise ist die Zahl der leistungsschwachen Schülerinnen und Schüler in der Schule geringer als im Durchschnitt der OECD-Länder; in Vietnam macht die PISA-Zielpopulation aber weniger als 50% und in P-S-J-G (China) nur 64% der Gesamtpopulation aus.

In Brasilien, Costa Rica, dem Libanon und Mexiko erfüllen weniger als zwei Drittel der 15-Jährigen die Voraussetzungen für eine PISA-Teilnahme; unter diesen Schülern gelang es aber bestenfalls etwa jedem Dritten (36% der Schülerinnen und Schüler in Mexiko) in allen drei Bereichen das Grundkompetenzniveau zu erreichen. Diese Länder stehen vor einer doppelten Herausforderung: Sie müssen die Sekundarschulbildung ausweiten und zugleich sicherstellen, dass die Schülerinnen und Schüler nach Abschluss der Pflichtschulzeit zumindest in der Lage sind, Texte auf einem Niveau zu lesen und zu verstehen sowie Zahlen auf einem Niveau zu verwenden, das es ihnen ermöglicht, ihr Potenzial weiter zu entfalten und an einer wissensbasierten Gesellschaft teilzuhaben.

Während einige OECD-Länder und mehrere Partnerländer und -volkswirtschaften weiterhin von einem universellen Schulbesuch für alle 15-Jährigen entfernt sind, haben sich viele von ihnen diesem Ziel in den vergangenen Jahrzehnten aber nach und nach genähert. Beispielsweise erhöhte sich zwischen 2003 und 2015 die Population der 15-Jährigen, die mindestens Klassenstufe 7 besuchen, in Brasilien um nahezu 500 000, in der Türkei um mehr als 375 000 und in Mexiko um mehr als 300 000 Schülerinnen und Schüler, eine Entwicklung, in der sich die wachsende Kapazität dieser Länder widerspiegelt, junge Menschen in der Schule zu halten. Diese Verbesserungen kommen auch in den höheren Erfassungsquoten für den Prozentsatz der nationalen Population der 15-Jährigen (Schulbesucher und Nichtschulbesucher) in den PISA-Stichproben zum Ausdruck. Zu den Ländern mit positiven Erfassungstrends zählen auch Costa Rica, Indonesien und Uruguay.

Maßnahmen zur Erhöhung der Teilnahme an Sekundarbildung können darauf ausgerichtet sein, Schulen mit mehr Ressourcen auszustatten, was eine Möglichkeit darstellt, entweder die direkten Kosten für Familien zu reduzieren oder die Schulen zu befähigen, ein sichereres und zugänglicheres Umfeld zu schaffen bzw. Kindern, bei denen die Gefahr des Schulabbruchs besteht, spezifische Lernunterstützung anzubieten. Eine alternative Politikstrategie besteht darin, die Ressourcen direkt den Familien der Schüler zuzuteilen, u.a. durch Programme mit an Bedingungen geknüpften Transferzahlungen, die benachteiligten bzw. marginalisierten Familien Anreize bieten, ihre Kinder zur Schule zu schicken und die Pflichtschulzeit zu absolvieren. Brasilien, Mexiko und Peru haben derartige Programme eingeführt. Mexikos Oportunidades (heute umbenannt in Prospera) und Programa de Becas de Media Superior sind Beispiele für Programme mit Transferzahlungen an arme Familien, die die Schulbesuchsquoten im Sekundarbereich insbesondere unter Mädchen erhöhen sollen (OECD, 2014).



Politikanstrengungen zur Verbesserung der Inklusion von Bildungssystemen durch einen breiteren Zugang zum Schulbesuch sind in Ländern mit relativ niedrigen Schulbesuchsquoten und Ländern, in denen das demografische Wachstum zu größeren Schülerpopulationen im Primar- und Sekundarschulalter führt, ein besonders dringendes Anliegen. Indessen sollten die Bemühungen um eine Verbesserung des Zugangs zu Bildung mit einer Steigerung der Bildungsqualität Hand in Hand gehen. Schüler und Eltern werden ihre Zeit und ihr Geld nicht in die formale Bildung investieren, wenn sich die künftigen Ergebnisse der Schülerinnen und Schüler durch den Schulbesuch nicht verbessern.

## **DIE LÄNDER MÜSSEN NICHT ZWISCHEN FÖRDERUNG VON SPITZENLEISTUNGEN IN DER BILDUNG UND ABBAU VON LEISTUNGSSCHWÄCHEN WÄHLEN**

Die Beherrschung von Grundkompetenzen schützt den Einzelnen vor den negativen Folgen rascher Veränderungen in interdependenten, wissensbasierten Volkswirtschaften; sie leistet einen Beitrag zu einem in Zukunft nachhaltigeren Wachstum und resilienteren Gesellschaften. Grundbildung reicht aber nicht aus, um es einzelnen Personen und Ländern zu ermöglichen, an einem hochentwickelten wirtschaftlichen und sozialen Umfeld teilzuhaben. Die Lösungen für die komplexesten Probleme, die die Menschheit heute zu bewältigen hat – vom Klimawandel über die interkulturelle Kommunikation bis hin zur Bewältigung technischer Risiken – werden von kreativen Personen kommen, die bereit sind, sich mit diesen schwierigen Problemen auseinanderzusetzen, und die über die hierfür notwendigen Fähigkeiten verfügen.

Der Anteil der besonders leistungsstarken Schülerinnen und Schüler in PISA – Schülerinnen und Schüler, die in der Lage sind, komplexe Aufgaben zu verstehen und zu kommunizieren, Situationen mit mehreren Variablen mathematisch zu formulieren und ihr naturwissenschaftliches Wissen und Wissen über Naturwissenschaften zu nutzen, um ihnen nicht vertraute bzw. komplexe naturwissenschaftsbezogene Probleme zu analysieren – ist ein Indikator dafür, ob Bildungssysteme bei der Förderung von Spitzenleistungen erfolgreich sind. Im Durchschnitt der OECD-Länder erreicht etwa jeder sechste Schüler in den Bereichen Naturwissenschaften, Lesekompetenz oder Mathematik mindestens Kompetenzstufe 5 (Tabelle I.2.9a); 3,7% dieser Schüler sind in allen drei Bereichen besonders leistungsstark. Schätzungen zufolge können in den OECD-Ländern 1 Million 15-Jährige in Naturwissenschaften Aufgaben auf dieser Stufe lösen (Tabelle I.2.9c).

Jedoch sind die besonders leistungsstarken Schülerinnen und Schüler in PISA nicht gleichmäßig auf die Länder verteilt. In 12 Ländern und Volkswirtschaften – P-S-J-G (China), Kanada, Estland, Finnland, Hongkong (China), Japan, Korea, Macau (China), Neuseeland, Singapur, der Schweiz und Chinesisch Taipeh – erzielte mehr als jeder fünfte Schüler in mindestens einem PISA-Bereich Leistungen auf den höchsten Kompetenzstufen (Stufe 5 und 6), und in Singapur und P-S-J-G (China) erreichten jeweils 13,7% bzw. 7,6% diese Stufen in allen drei Bereichen.

In Macau (China) und Portugal haben sich die Leistungen in Naturwissenschaften, Mathematik und Lesekompetenz in den vergangenen 10 Jahren generell verbessert, indem zugleich die Zahl der besonders leistungsstarken Schülerinnen und Schüler erhöht und die der Schülerinnen und Schüler, die das Grundkompetenzniveau nicht erreichen, reduziert wurde. Die in diesen Ländern gesammelten Erfahrungen veranschaulichen, dass Bildungssysteme zugleich besonders leistungsstarke Schülerinnen und Schüler fördern und leistungsschwache Schülerinnen und Schüler unterstützen können.

Gleichzeitig geht aus der PISA-Erhebung auch hervor, dass einige Bildungssysteme eine relativ große Zahl von Schülerinnen und Schülern darauf vorbereiten, die höchsten Kompetenzstufen zu erreichen, sich aber größeren Herausforderungen gegenübersehen, wenn es darum geht, zu gewährleisten, dass leistungsschwache Schülerinnen und Schüler nicht zu sehr den Anschluss verlieren. In Mathematik beispielsweise ist der Anteil der besonders leistungsstarken Schülerinnen und Schüler in der Schweiz trotz ähnlicher Durchschnittsergebnisse deutlich größer als in Estland, und Israel weist einen größeren Anteil an besonders leistungsstarken Schülerinnen und Schülern auf als die Vereinigten Staaten. Im Bereich Lesekompetenz hat Frankreich einen der größten Anteile an besonders leistungsstarken Schülerinnen und Schülern (12,5%), die mittlere Punktzahl liegt aber nahe am OECD-Durchschnitt. Frankreich, Israel und die Schweiz gelingt die Förderung von Spitzenleistungen (im Vergleich zu Ländern mit ähnlichen Durchschnittsergebnissen) relativ gut, doch weisen diese Länder gleichzeitig auch eine hohe Zahl an Schülerinnen und Schülern auf, die das Grundkompetenzniveau nicht erreichen.

## **GESCHLECHTSSPEZIFISCHE LEISTUNGSUNTERSCHIEDE BESTEHEN FORT**

Unter den Fächern Naturwissenschaften, Mathematik und Lesekompetenz sind die Naturwissenschaften der Bereich, in dem die geschlechtsspezifischen Leistungsunterschiede in PISA am geringsten sind. In den insgesamt ähnlichen Durchschnittsergebnissen in Naturwissenschaften kommt aber weder die hohe Zahl der Mädchen zum Ausdruck, die Schwierigkeiten haben, die höchste Kompetenzstufe zu erreichen, noch die hohe Zahl der Jungen, denen der Erwerb der Grundkompetenzen schwer fällt. In allen drei Bereichen weisen die Jungen größere Leistungsunterschiede auf als die Mädchen, was mit anderen Worten bedeutet, dass zwischen den leistungsstärksten und den leistungsschwächsten



Jungen eine große Lücke klafft. Unter den Mädchen ist der Abstand zwischen den leistungsschwachen und den besonders leistungsstarken Schülerinnen geringer.

Für jedes dieser Ergebnisse gibt es aber unter den Ländern und im Zeitverlauf erhebliche Unterschiede. In Finnland beispielsweise zählen mehr Mädchen als Jungen zu den besonders leistungsstarken Schülerinnen und Schülern in Naturwissenschaften (und der Anteil der besonders leistungsstarken Mädchen ist in Finnland größer als der Anteil der besonders leistungsstarken Jungen in den meisten anderen PISA-Teilnehmerländern). In Hongkong (China) und Singapur, zwei der leistungsstärksten Länder und Volkswirtschaften, ist der Anteil der Jungen und Mädchen, die in Mathematik mindestens Kompetenzstufe 5 erreichen, ähnlich groß. In Kolumbien, dem Land mit dem größten Leistungsvorsprung (der Jungen) in Mathematik unter allen PISA-Teilnehmerländern bzw. -volkswirtschaften im Jahr 2012, verringerte sich dieser Abstand im Jahr 2015 deutlich – und die leistungsstärksten Mädchen erreichen heute Punktwerte, die näher an denen der leistungsstärksten Jungen liegen. Im Vereinigten Königreich sind die Leistungsunterschiede unter Jungen und Mädchen in allen drei Bereichen – Naturwissenschaften, Lesekompetenz und Mathematik – ähnlich.

Dies deutet darauf hin, dass die geschlechtsspezifischen Leistungsunterschiede nicht auf Begabungsunterschiede zurückzuführen sind, sondern vielmehr auf Faktoren, auf die Eltern, Lehrkräfte, Politikverantwortliche und Meinungsführer Einfluss ausüben können. Gemeinsame Anstrengungen zur Förderung erfolgversprechender Schülereinstellungen unter Jungen und Mädchen und zur Veränderung der Verhaltensmuster, die Lernprozesse behindern, können dafür sorgen, dass Jungen und Mädchen die gleichen Chancen geboten werden, ihr Potenzial zu verwirklichen und mit ihren einzigartigen, individuellen Kapazitäten zum Wohl der Gesellschaft beizutragen.

Bei den Einstellungen gegenüber Berufen mit naturwissenschaftlichem Bezug sind selbst bei Schülerinnen und Schülern, die ähnliche Ergebnisse in Naturwissenschaften erzielen und eigenen Angaben zufolge ein ähnliches Maß an Freude am naturwissenschaftlichen Lernen mitbringen, geschlechtsspezifische Unterschiede festzustellen. In Deutschland, Ungarn und Schweden war beispielsweise festzustellen, dass Jungen, die in Naturwissenschaften auf oder über Kompetenzstufe 5 liegen (besonders leistungsstarke Jungen) mit sehr viel größerer Wahrscheinlichkeit als besonders leistungsstarke Mädchen eine Berufslaufbahn anstreben, die eine über die Pflichtschulzeit hinausgehende naturwissenschaftliche Ausbildung erfordert (das Gegenteil wurde in Dänemark und Polen beobachtet, aber nur, weil in diesen Ländern wesentlich mehr Mädchen als Jungen in Gesundheitsberufen tätig sein wollen). Dies deckt sich mit Ergebnissen anderer Studien, in denen viele Schülerinnen und Schüler angaben, dass sie sich gerne mit Naturwissenschaften befassen, aber trotzdem keine naturwissenschaftliche Laufbahn ins Auge fassen (Archer et al., 2010). Vielleicht fällt es Schülerinnen und Schülern schwer, sich mit diesem Bild zu identifizieren, selbst wenn sie im Allgemeinen ein positives Bild von Naturwissenschaftlern haben (DeWitt und Archer, 2015).

## **POLITIKIMPLIKATIONEN DER ERGEBNISSE DES PISA-NATURWISSENSCHAFTSTESTS**

Die Öffentlichkeit sieht sich tagtäglich mit neuen naturwissenschaftsbezogenen Meldungen konfrontiert. „Revolutionäre neue Zahnpasta entfernt nicht nur mehr Plaque, sondern schützt Sie möglicherweise auch vor Herzinfarkt“; „Pille gegen Autismus? Studie identifiziert Defekt in Zellen von Autisten, der mit existierenden Medikamenten behandelbar wäre“; „Ein Glas Rotwein pro Tag schützt möglicherweise vor polyzystischen Ovarien“. Dies sind nur einige der Schlagzeilen, die am Morgen des 19. Oktober 2016 auf der Website einer beliebten britischen Boulevardzeitung veröffentlicht wurden<sup>1</sup>.

Wenn in Zeitungen über die Nebenwirkungen gängiger Medikamente berichtet wird; wenn ein Freund einen Link zu einer Website über den „Nutzen“ des Alkoholkonsums weiterleitet; wenn in einer Zahnpastawerbung im Supermarkt behauptet wird, dass es wissenschaftlich erwiesen sei, dass sie „99% der Bakterien“ töte – dann muss der Empfänger dieser Nachrichten in der Lage sein, zwischen Wissenschaft und Fiktion zu unterscheiden, Falschdarstellungen von Ergebnissen zu identifizieren und die Unsicherheit bzw. die Glaubwürdigkeit einer bestimmten Behauptung zu beurteilen. Nicht nur Schülerinnen und Schüler, die Wissenschaftler oder Ingenieur werden wollen, brauchen eine solide naturwissenschaftliche Grundbildung. Alle jungen Menschen müssen verstehen, was die Naturwissenschaften ausmacht und worauf naturwissenschaftliches Wissen beruht, damit sie „bessere“ Bürger und kritische Verbraucher werden können.

Aus diesem Grund misst der PISA-Naturwissenschaftstest nicht nur das Wissen der Schülerinnen und Schüler in Form von Fakten, Konzepten und Erklärungsansätzen über die natürliche Welt und technologische Instrumente. Ebenso großes Gewicht kommt in PISA der Untersuchung ihrer Kenntnisse und Verständniskapazitäten in Bezug auf naturwissenschaftliche Forschungsmethoden bzw. Wesen und Entstehung von naturwissenschaftlichem Wissen zu. Mit den PISA-Testaufgaben (von denen einige Beispiele in Anhang C präsentiert werden bzw. online unter [www.oecd.org/pisa](http://www.oecd.org/pisa) zur Verfügung stehen) wird ermittelt, ob die Schülerinnen und Schüler Phänomene naturwissenschaftlich erklären können. Zudem wird gemessen, inwieweit die Schülerinnen und Schüler in der Lage und bereit sind, naturwissenschaftliche Forschung zu bewerten bzw. Daten und Evidenz naturwissenschaftlich zu interpretieren. Alle drei dieser Kompetenzen sind wichtig, um Themen mit



naturwissenschaftlichem und technologischem Bezug, die in zunehmendem Maße allgegenwärtig sind, verstehen bzw. sich kritisch damit auseinandersetzen zu können.

Die PISA-Ergebnisse verdeutlichen darüber hinaus, wie wichtig die Werte, Überzeugungen und Einstellungen der Schülerinnen und Schüler in Bezug auf Naturwissenschaften sind: Die Unterstützung naturwissenschaftlicher Forschungsansätze, das Interesse an Naturwissenschaften und die Freude am naturwissenschaftlichen Lernen korrelieren allesamt positiv mit den Leistungen in Naturwissenschaften und fördern eine lebenslange Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Themen. Die PISA-Daten zeigen beispielsweise, dass Schülerinnen und Schüler, die der Aussage, dass naturwissenschaftliches Wissen vorläufig ist, nicht zustimmen, in Naturwissenschaften mit geringerer Wahrscheinlichkeit gut abschneiden als Schülerinnen und Schüler, die anerkennen, dass naturwissenschaftliche Erkenntnisse grundsätzlich nicht endgültig sind und manchmal aufgrund neuer Erkenntnisse revidiert werden. Aus den Daten geht zudem hervor, dass zwischen dem naturwissenschaftlichen Engagement und positiven Einstellungen gegenüber Naturwissenschaften ein enger Zusammenhang besteht, der auch von den Leistungen der Schülerinnen und Schüler in Naturwissenschaften abhängt. So ist der positive Zusammenhang zwischen den Leistungen im Bereich Naturwissenschaften und naturwissenschaftlich orientierten Berufsvorstellungen bei den Schülerinnen und Schülern am stärksten ausgeprägt, denen das naturwissenschaftliche Lernen am meisten Freude bereitet. Dies bedeutet möglicherweise, dass ein umfassendes Engagement im Bereich Naturwissenschaften nicht nur von guten schulischen Leistungen herrührt und dass schwache Leistungen nicht durch positive Einstellungen kompensiert werden können. Wenn sich die Lehrkräfte nur auf einen dieser Aspekte konzentrieren und den jeweils anderen außer Acht lassen, verlieren höchstwahrscheinlich beide ihre Wirkung. Diese Ergebnisse zeigen vielmehr, dass sich positive Einstellungen und umfassende Kenntnisse und Kompetenzen bei der Förderung einer lebenslangen Auseinandersetzung mit Naturwissenschaften gegenseitig verstärken.

### **Ein umfassendes Engagement im Bereich Naturwissenschaften fördern und zugleich den Bedarf an naturwissenschaftlichen Spitzenleistungen decken**

Während eines Großteils des 20. Jahrhunderts zielten die schulischen Curricula im Bereich Naturwissenschaften, insbesondere im Sekundarbereich II, in erster Linie darauf ab, eine solide Grundlage für die berufliche Ausbildung einer kleinen Zahl von Wissenschaftlern und Ingenieuren zu schaffen. Dabei wurden die Naturwissenschaften zumeist in einer Form präsentiert, bei der der Fokus darauf lag, den Schülerinnen und Schülern grundlegende Fakten, Gesetze und Theorien aus den verschiedenen naturwissenschaftlichen Fächern zu vermitteln, und nicht auf großen Paradigmen und interdisziplinären Aspekten von epistemischem und prozeduralem Wissen. Ausgehend davon, inwieweit die Schülerinnen und Schüler diese Fakten und Theorien beherrschten, ermittelten die Lehrkräfte in der Regel, wer eine über die Pflichtschulzeit hinausgehende naturwissenschaftliche Ausbildung erhalten konnte, statt alle Schülerinnen und Schüler zu ermutigen, sich mit Naturwissenschaften zu befassen.

Unter dem Einfluss der wissenschaftlichen und technologischen Fortschritte in den heutigen Volkswirtschaften und durch die Allgegenwart naturwissenschafts- bzw. technologiebezogener Themen – die vom Verstehen von Informationen zur Lebensmittelsicherheit über die Verbesserung lokaler Abfallentsorgungssysteme und die Bekämpfung antibakterieller Resistenzen bis hin zur Erhöhung der Energieeffizienz reichen – veränderte sich diese Denkweise jedoch. Alle Bürger, nicht nur die künftigen Forscher und Ingenieure, müssen in der Lage und bereit sein, sich scheinbar unlösbaren naturwissenschaftlichen Problemen zu stellen.

Dem PISA-Rahmenkonzept für den Naturwissenschaftstest liegt die Feststellung zugrunde, dass alle jungen Menschen ein Verständnis von Naturwissenschaften und naturwissenschaftsbasierten Technologien besitzen sollten, um zu informierten Bürgern zu werden und sich an maßgeblichen Diskussionen zu naturwissenschafts- und technologiebezogenen Themen beteiligen zu können. Sich über die Pflichtschulzeit hinaus ein Leben lang mit Naturwissenschaften zu befassen, setzt jedoch mehr voraus als nur Kenntnisse und Kompetenzen. Nur wenn sie auch eine positive Einstellung zu Naturwissenschaften haben, werden Schülerinnen und Schüler ihr Wissen optimal nutzen und Aktivitäten mit naturwissenschaftlichem Bezug nachgehen. Besonders wichtig ist dies natürlich für Schülerinnen und Schüler, die Naturwissenschaftler oder Ingenieur werden möchten oder einen anderen Beruf mit Naturwissenschaftsbezug ins Auge fassen.

Ermutigend ist, dass die Schülerinnen und Schüler in der Regel positive Einstellungen gegenüber Naturwissenschaften bekundeten. Die meisten Schülerinnen und Schüler erklärten, ein breites Interesse an Naturwissenschaften zu haben, und waren sich der Bedeutung bewusst, die die Naturwissenschaften für ihr Leben haben. Zudem signalisierte die überwiegende Mehrheit der Schülerinnen und Schüler Unterstützung für naturwissenschaftliche Forschungsansätze (etwa, dass fundierte Schlussfolgerungen auf mehrfach wiederholten Experimenten beruhen). Dies bietet eine Grundlage, auf der das naturwissenschaftliche Lehren und Lernen in Schulen aufbauen kann.



## Kompetenzen steigern und positive Einstellungen fördern, um Anreize für eine lebenslange Auseinandersetzung mit Naturwissenschaften zu schaffen

Kapitel 3 zeigt, dass das Engagement in Naturwissenschaften, das Interesse daran und die Sensibilisierung für ihren Nutzen unter den 15-jährigen Schülerinnen und Schülern in vielen Ländern zunimmt. In Irland, Polen und den Vereinigten Staaten etwa hatten die Schülerinnen und Schüler 2015 eigenen Angaben zufolge deutlich mehr Freude am naturwissenschaftlichen Lernen und Interesse an Naturwissenschaften als die Schülerinnen und Schüler im Jahr 2006. In Irland, Neuseeland, Schweden und dem Vereinigten Königreich gaben die Schülerinnen und Schüler 2015 überdies häufiger an, dass das im naturwissenschaftlichen Unterricht Gelernte ihrer Ansicht nach nützlich für ihre Zukunft und ihren künftigen Beruf sei, als dies 2006 der Fall war.

Diese positiven Veränderungen bei den Einstellungen gegenüber Naturwissenschaften sind jedoch nach wie vor bescheiden und gehen allzu oft nicht mit einer Verbesserung der Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler einher. Trotzdem könnten sie darauf hindeuten, dass eine stärkere Berücksichtigung der affektiven Aspekte des naturwissenschaftlichen Lernens einen Wandel bewirken kann und auch bewirkt.

PISA zeigt, dass im Ländervergleich sowie innerhalb der einzelnen Länder zwischen den Schulen bedeutende Unterschiede im Hinblick auf die naturwissenschaftlichen Kompetenzen junger Menschen und ihre Einstellungen gegenüber Naturwissenschaften festzustellen sind. Aus Band II (Kapitel 2) geht hervor, dass die Leistungsunterschiede in Naturwissenschaften sowie die Unterschiede bei den Einstellungen und Orientierungen gegenüber diesem Bereich oft positiv mit den Unterschieden bei der den Naturwissenschaften gewidmeten Lernzeit korrelieren. Sie stehen auch mit bestimmten, von Lehrkräften in naturwissenschaftlichen Fächern angewandten Unterrichtsstrategien in einem positiven Zusammenhang. Dazu zählen zum Beispiel klare Erklärungen naturwissenschaftlicher Konzepte, die Anleitung der Reflexionen von Schülerinnen und Schülern über die Anwendbarkeit eines naturwissenschaftlichen Prinzips auf verschiedene Phänomene oder die spezifische Ausrichtung des Unterrichts auf die Schülerinnen und Schüler in ihren Klassen.

Die Erhebung liefert jedoch nur begrenzt Erkenntnisse darüber, worauf diese Unterschiede zurückzuführen sind und wie sich die Kompetenzen und Einstellungen sowohl in als auch außerhalb der Schule verbessern lassen. Die Forschungsliteratur bestätigt jedoch, dass die Lehrkräfte großen Einfluss auf die Einstellungen der Schülerinnen und Schüler gegenüber naturwissenschaftlichem Lernen und naturwissenschaftlichen Berufszielen haben (Jones, Taylor und Forrester, 2011; Logan und Skamp, 2013; Tröbst et al., 2016; vgl. auch Kunter, Baumert und Köller, 2007). Das Angebot an naturwissenschaftlichen Lernmöglichkeiten lässt sich durch das praxisnahe Erleben von Naturwissenschaften, den Besuch von Museen oder die Teilnahme an informellen naturwissenschaftlichen Workshops erweitern. Damit dieses größere Angebot jedoch zu positiveren Einstellungen und zu mehr Freude an Naturwissenschaften führt, kommt es entscheidend auf die Qualität der Lehrkräfte und die vermittelnde Rolle von Eltern, Lehrern sowie Naturwissenschaftlern an, mit denen die Kinder persönlich in Kontakt kommen. Interessen, Freude an bestimmten Dingen, Nützlichkeitsvorstellungen und Leistungen entstehen nicht von allein einfach dadurch, dass man den Kindern entsprechende Aktivitäten anbietet.

Erfolgreiche Naturwissenschaftler und Techniker betonen häufig, wie sehr ihre Berufswahl durch bestimmte Lehrer, die sie im Sekundarbereich hatten, oder durch Familienmitglieder gefördert wurde. In einer retrospektiven Studie, die auf informellen Berichten von 37 Naturwissenschaftlern und Technikern beruht, wurden Aktivitäten wie Basteln, Modellbau und die selbstständige Auseinandersetzung mit Naturwissenschaften in und außerhalb der Schule als Faktoren eingestuft, die Einfluss auf das Interesse an Naturwissenschaften und Technik haben (Jones, Taylor und Forrester, 2011).

In Langzeitstudien, die Schülerinnen und Schüler und deren Lehrkräfte über einen längeren Zeitraum begleiteten, wurde auch ein Zusammenhang zwischen der Qualität des Unterrichts und der Entwicklung eines anfänglichen bzw. langfristigen Interesses an Naturwissenschaften festgestellt. Im Rahmen einer deutschen Studie wurde die kurzfristige Entwicklung des Interesses bei mehr als 2000 Schülerinnen und Schülern in der Grundschule und im Sekundarbereich I beobachtet, denen von unterschiedlichen Lehrkräften der gleiche Stoff (Verdampfung und Kondensation) vermittelt wurde. Die Forscher stellten fest, dass ein beträchtlicher Teil der in diesem kurzen Zeitraum beobachteten Zu- bzw. Abnahme des Interesses der Schülerinnen und Schüler durch die Bezugnahme auf Alltagskontexte im Unterricht, die Klarheit des Unterrichts, die Rolle der von Schülerinnen und Schülern erarbeiteten Erklärungen sowie Experimente bzw. deren Qualität erklärt werden konnte (Tröbst et al., 2016). Eine kleine Fallstudie in Australien, bei der Schülerinnen und Schüler im Alter von 14-17 Jahren beobachtet wurden, zeigte, dass das Interesse an Naturwissenschaften mit der Qualität des Unterrichts ab- bzw. zunahm. Am erfolgreichsten waren jene Lehrkräfte, die nach Ansicht der Schülerinnen und Schüler klare Anweisungen gaben und den Schwerpunkt auf ein tiefgehendes Verständnis der Konzepte und nicht auf den Umfang des vermittelten Wissens legten, deren Unterricht für die Schülerinnen und Schüler eine Herausforderung darstellte und die sich bemühten, die Bedeutung der Naturwissenschaften für das Leben der Schülerinnen und Schüler herauszustellen (Logan und Skamp, 2013). Andere Studien



deuten darauf hin, dass es sich nicht nur auf das Interesse der Schülerinnen und Schüler an Naturwissenschaften, sondern auch auf ihre späteren Leistungen an der Universität positiv auswirkt, wenn im Sekundarbereich II weniger Unterrichtsstoff behandelt wird, dafür aber intensiver (Schwartz et al., 2009).

Obwohl in zunehmendem Maße Informationen darüber vorliegen, welche zentrale Rolle hochqualifizierten Lehrkräften zukommt und was sie auszeichnet, beklagen in diesem Bereich tätige Pädagogen die zwischen dem Wissen über qualitativ hochwertigen Unterricht und der gängigen Unterrichtspraxis bestehende Diskrepanz. Bereits im 19. Jahrhundert beschrieb der französische Naturwissenschaftler Claude Bernard die Naturwissenschaften treffend als „einen prächtigen, hell erleuchteten Salon, den man jedoch nur über eine lange, scheußliche Küche betreten könne“<sup>2</sup>. Mehr als ein Jahrhundert später bezeichneten es Osborne, Simon und Collins (2003) als die „Ironie der Naturwissenschaften, dass der Unterricht in Disziplinen, die die Möglichkeit bieten, den Intellekt von den Fesseln landläufiger Vorstellungen zu befreien, autoritär, dogmatisch und nichtreflexiv ist“. (Die in Bezug auf den Naturwissenschaftsunterricht im Ländervergleich festzustellenden Unterschiede und ihr Einfluss auf die Leistungen der Schülerinnen und Schüler in diesem Bereich bzw. auf deren Interesse an naturwissenschaftsbezogenen Berufen werden in Band II in Kapitel 2 behandelt.)

### **Stereotype Vorstellungen von naturwissenschaftsbezogenen Berufen hinterfragen, um allen Jungen und Mädchen bei der Entfaltung ihres Potenzials zu helfen**

Die PISA-Ergebnisse zeigen durchgehend, dass sich Schülerinnen und Schüler, die ähnliche Fähigkeiten in Naturwissenschaften und ein vergleichbares Interesse daran haben, im Hinblick auf ihr Engagement in diesem Bereich und eventuelle naturwissenschaftlich orientierte Berufsvorstellungen unterscheiden. In der Mehrzahl der Länder und Volkswirtschaften rechnen Schülerinnen und Schüler aus bessergestellten Familien mit höherer Wahrscheinlichkeit damit, später einen Beruf mit naturwissenschaftlichem Bezug auszuüben. Dies ist selbst unter Schülerinnen und Schülern festzustellen, die im Bereich Naturwissenschaften ähnliche Leistungen erzielen und eigenen Angaben zufolge ein vergleichbares Maß an Freude am naturwissenschaftlichen Lernen mitbringen.

Auch geschlechtsspezifische Unterschiede sind bei den Einstellungen nach wie vor festzustellen. Es wurden mehrere Maßnahmen vorgeschlagen, um den geschlechtsspezifischen Unterschieden entgegenzuwirken, und generell mehr junge Menschen, insbesondere aus derzeit in den Naturwissenschaften unterrepräsentierten sozialen Gruppen, zu einem Studium und einer beruflichen Tätigkeit mit naturwissenschaftlichem Bezug zu ermutigen.

Stereotype Vorstellungen von Naturwissenschaftlern und Tätigkeiten mit naturwissenschaftlichem Bezug (z.B. dass Informatik eine „männliche“ und Biologie eine „weibliche“ Disziplin sei; dass Naturwissenschaftler ihren Erfolg einer besonderen Begabung und nicht etwa harter Arbeit verdanken oder dass Naturwissenschaftler „verrückt“ seien) können manche Schülerinnen und Schüler davon abhalten, sich weiter mit Naturwissenschaften zu befassen. Schulen können solchen Stereotypen entgegenwirken und den Schülerinnen und Schülern u.a. durch eine bessere Berufsberatung helfen, ein umfassenderes Bild von den Naturwissenschaften zu gewinnen (DeWitt und Archer, 2015). Die Schülerinnen und Schüler sollten Zugang zu genauen und glaubwürdigen Informationen haben, bei denen unrealistische oder übertriebene Beschreibungen vermieden werden. Diese Informationen sollten von unabhängigen Beobachtern zusammengestellt und sowohl den Eltern als auch den Schülerinnen und Schülern zur Verfügung gestellt werden (OECD, 2008; OECD, 2004). Arbeitgeber und Lehrkräfte in Disziplinen, die als „weiblich“ oder „männlich“ wahrgenommen werden, können ebenfalls helfen, bestehende Stereotypen abzubauen, z.B. indem sie das Bewusstsein dafür schärfen, dass die Informatik (also etwas für „Männer“ und „Nerds“) zur Behandlung von Krankheiten beitragen kann (was als „weiblich“ bzw. „fürsorglich“ gilt) (Wang und Degol, 2016), oder indem sie sich um einen direkten Kontakt mit Schülerinnen und Schülern bzw. Schulen bemühen (OECD, 2008).

Sowohl Jungen als auch Mädchen objektive und zuverlässige Berufsinformationen, einschließlich persönlicher Kontakte zu Arbeitgebern und Fachkräften, zu bieten, kann helfen, den Einfluss informeller Informationsquellen zu mindern, die möglicherweise unzureichend zuverlässig, fundiert und neutral sind und die Auswahl auf das Altbekannte und Vertraute begrenzen (OECD, 2004). Die PISA-Daten zeigen, dass Schülerinnen und Schüler zuweilen eine begrenzte Vorstellung von Berufen mit naturwissenschaftlichem Bezug haben. Andere Daten lassen erkennen, dass wenige Schülerinnen und Schüler über ein umfassendes bzw. genaues Verständnis naturwissenschaftlich orientierter Berufe verfügen. Viele sind sich der Bandbreite der beruflichen Möglichkeiten nach einer naturwissenschaftlichen oder technischen Ausbildung großenteils nicht bewusst. Ihr Wissen stammt häufig aus zwischenmenschlichen Interaktionen – vor allen mit Lehrkräften, manchmal mit Familienmitgliedern – oder aus den Medien, in denen Naturwissenschaftler häufig als weiße Männer in weißen Mänteln dargestellt werden und Techniker als Männer, die unbeliebte bzw. uninteressante Tätigkeiten ausüben (OECD, 2008).

Die Wirkung zwischenmenschlicher Interaktionen kann man sich auch bei einer formelleren Berufsberatung zunutze machen, um stereotypen Vorstellungen entgegenzuwirken, die andernfalls dominieren würden. Allen Kindern Möglichkeiten



für einen persönlichen Kontakt mit Naturwissenschaftlern und Technikern zu bieten, etwa durch Vorträge von Arbeitgebern in Schulen, kann Kindern helfen, sachkundige Entscheidungen über die von ihnen angestrebte Bildungs- und Berufslaufbahn zu treffen, und hat in manchen Kontexten nachweislich langfristig positive Auswirkungen (Kashefpakdel und Percy, 2016).

Andere Forschungsarbeiten haben gezeigt, dass auch das schulische Umfeld bleibenden Einfluss darauf hat, mit welcher Wahrscheinlichkeit Mädchen eine naturwissenschaftliche oder technische Laufbahn einschlagen. Einer Langzeitstudie zufolge, bei der Schülerinnen und Schüler aus 250 US-amerikanischen Highschools von der 8. Klasse (vor Eintritt in die Highschool) bis zum Highschool-Abschluss begleitet wurden, ist eine geschlechtsspezifische Berufswahl in Highschools, die im Bereich Naturwissenschaften ein weniger anspruchsvolles Lehrangebot aufweisen und in denen Jungen und Mädchen an unterschiedlichen außercurricularen Aktivitäten teilnehmen, häufiger zu beobachten (Legewie und DiPrete, 2014). Im Gegensatz dazu ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Schülerinnen und Schüler bei Abschluss der Highschool angeben, ein naturwissenschaftliches oder technisches Studium als Hauptfach wählen zu wollen, in Schulen mit einem anspruchsvollen Lehrangebot in den Bereichen Mathematik und Naturwissenschaften bei Jungen und Mädchen gleich groß.

Ebenso wichtig ist es, ein positives und inklusives Bild der Naturwissenschaften zu fördern. Zu oft wird der naturwissenschaftliche Unterricht als der erste Abschnitt einer („undichten“) Pipeline betrachtet, die letztlich der Selektion der künftigen Naturwissenschaftler und Techniker dient. Diese Metapher der „leaky Pipeline“ lässt nicht nur die Vielzahl verschiedener Bildungswege unberücksichtigt, die erfolgreiche Naturwissenschaftler zu ihrem Berufsziel geführt haben (Cannady, Greenwald und Harris, 2014; Maltese, Melki und Wiebke, 2014), sondern vermittelt auch ein negatives Bild derjenigen, die nicht Naturwissenschaftler oder Techniker werden. Kenntnisse und Verständniskapazitäten im Bereich Naturwissenschaften sind nicht nur für die berufliche Tätigkeit von Naturwissenschaftlern von Nutzen, sondern, wie PISA darlegt, in einer durch naturwissenschaftsbasierte Technologien geprägten Zeit auch Voraussetzung für eine volle gesellschaftliche Teilhabe. Deshalb sollte darauf hingearbeitet werden, dass der naturwissenschaftliche Unterricht ein positiveres Image erhält, etwa indem er als Sprungbrett in neue Wissensbereiche präsentiert wird, die interessant sind und Spaß machen (Archer, Dewitt und Osborne, 2015). Eine stärkere Sensibilisierung der Schülerinnen und Schüler für die über Lehre und Forschung hinausgehende Nützlichkeit der Naturwissenschaften kann zur Entwicklung eines inklusiveren Bildes der Naturwissenschaften beitragen, bei dem sich weniger von ihnen ausgeschlossen fühlen (Alexander, Johnson und Kelley, 2012).

## **POLITIKIMPLIKATIONEN VON UNTERSCHIEDEN BEI DER BILDUNGSGERECHTIGKEIT ZWISCHEN DEN EINZELNEN LÄNDERN**

Bildungsgerechtigkeit beruht auf der Konzeption des Bildungssystems und konzertierten Politikanstrengungen. Eine Erhöhung der Bildungsgerechtigkeit ist nicht nur im Hinblick auf die soziale Gerechtigkeit zwingend erforderlich, sondern trägt auch dazu bei, dass Ressourcen effektiver genutzt werden, das Kompetenzreservoir zur Steigerung des Wirtschaftswachstums ausgebaut und der gesellschaftliche Zusammenhalt gefördert wird. Dementsprechend sollte Bildungsgerechtigkeit eines der Hauptziele aller Strategien zur Verbesserung von Bildungssystemen sein.

PISA 2015 zeigt, dass in den meisten Teilnehmerländern und -volkswirtschaften der sozioökonomische und Migrationsstatus mit erheblichen Unterschieden bei den Schülerleistungen assoziiert sind. Beispielsweise schneiden benachteiligte Schülerinnen und Schüler (jene, die sich in ihren Ländern bzw. Volkswirtschaften im untersten Quartil des PISA-Index des wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Status befinden) im OECD-Durchschnitt in Naturwissenschaften um 88 Punkte schlechter ab als begünstigte Schülerinnen und Schüler (jene im obersten Quartil des Index). In P-S-J-G (China), Belgien, CABA (Argentinien), Frankreich, Ungarn, Luxemburg, Malta und Singapur lag die Differenz zwischen 110 und 125 Punkten (Tabelle I.6.3a).

Zugleich beträgt der Anteil derjenigen, die in Naturwissenschaften das Grundkompetenzniveau (Stufe 2) nicht erreichen, im OECD-Durchschnitt unter benachteiligten Schülerinnen und Schülern bis zu 34%, während es unter sozioökonomisch begünstigten Schülerinnen und Schülern lediglich 9% sind (Tabelle I.6.6a). Unter Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund ist die Wahrscheinlichkeit einer Leistungsschwäche – selbst nach Berücksichtigung des sozioökonomischen Status – mehr als doppelt so hoch wie unter Schülerinnen und Schülern ohne Migrationshintergrund (Tabelle I.7.5a).

PISA zeigt jedoch auch, dass der Zusammenhang zwischen dem Hintergrund der Schülerinnen und Schüler und ihren Bildungsergebnissen von Land zu Land sehr unterschiedlich ausgeprägt ist. In einigen leistungsstarken Ländern ist dieser Zusammenhang schwächer als im Durchschnitt, was darauf hindeutet, dass sich gute Leistungen und Bildungsgerechtigkeit nicht gegenseitig ausschließen. Dies steht im Einklang mit der PISA-Definition von Bildungsgerechtigkeit, wonach darunter ein hohes Leistungsniveau von Schülern jeglicher Herkunft anstatt lediglich einer geringen Varianz der Schülerleistungen zu verstehen ist. Bei PISA 2015 erzielten Kanada, Dänemark, Estland, Hongkong (China) und Macau (China) sowohl gute Leistungen als auch ein hohes Maß an Bildungsgerechtigkeit.



PISA gibt Aufschluss über die gesamte Lernentwicklung seit der Geburt. Investitionen in frühkindliche Bildung bringen im Verlauf der weiteren Schullaufbahn der Kinder relativ hohe Erträge (Kautz et al., 2014). Dagegen gestalten sich Interventionen oft teurer und weniger effektiv, wenn Schüler bereits im Rückstand sind, selbst wenn Kompetenzen in jedem Alter entwickelt werden können. In den meisten Ländern muss sich eine umfassende Bildungspolitik auch darauf konzentrieren, die sozioökonomische Inklusion zu steigern und es mehr Familien zu ermöglichen, die Bildung ihrer Kinder besser zu unterstützen. In anderen Ländern könnte dazu auch eine generelle Verbesserung des schulischen Bildungsangebots und der Bildungsqualität gehören. Wichtig ist jedoch vor allem, dass ein hohes Maß an Bildungsgerechtigkeit und gute Leistungen nicht als konkurrierende, sondern als komplementäre Ziele betrachtet werden.

### **Politikmaßnahmen daran ausrichten, inwieweit der sozioökonomische Status ein Prädiktor für die Leistungen ist und wie stark Leistungsunterschiede sich mit sozioökonomischen Disparitäten überschneiden**

Für Politikverantwortliche und Schulverwaltungen stellt sich häufig die Frage, ob Maßnahmen zur Steigerung der Schülerleistungen und der Bildungsgerechtigkeit hauptsächlich auf leistungsschwache oder auf benachteiligte Schülerinnen und Schüler ausgerichtet werden sollten.

Eine Strategie, bei der statt des Leistungsniveaus die Bildungsgerechtigkeit im Vordergrund steht, hätte in denjenigen Ländern und Volkswirtschaften den größten Effekt, in denen erhebliche Leistungsunterschiede zwischen begünstigten und benachteiligten Schülerinnen und Schülern und ein starker Zusammenhang zwischen Leistung und sozioökonomischem Status festzustellen sind. Diese Länder können die Bildungsgerechtigkeit fördern und ihr durchschnittliches Leistungsniveau steigern, indem sie Politikmaßnahmen umsetzen, die in erster Linie einer sozioökonomischen Benachteiligung entgegenwirken. In Ländern mit diesem Profil lässt die Steigung der sozioökonomischen Gradienten (der durchschnittliche Umfang des Leistungsabstands, der mit einem gegebenen Unterschied beim sozioökonomischen Status verbunden ist) den Schluss zu, dass leistungsschwache Schüler ihre Leistungen rasch steigern könnten, wenn sich auch ihr sozioökonomischer Status verbessern würde. Der überdurchschnittlich starke Zusammenhang zwischen sozioökonomischem Status und Leistung signalisiert jedoch, dass sehr wenige Schülerinnen und Schüler die mit sozioökonomischer Benachteiligung verbundenen Hindernisse für hohe Leistungen überwinden.

Bei PISA 2015 waren Belgien, Singapur und die Schweiz die einzigen drei leistungsstarken Länder mit unterdurchschnittlicher Bildungsgerechtigkeit. Österreich, die Tschechische Republik und Frankreich wiesen ebenfalls eine unterdurchschnittliche Bildungsgerechtigkeit auf, wobei die Leistungen dieser Länder aber im Bereich des OECD-Durchschnitts lagen. In Ländern mit niedrigen Leistungen und geringer Bildungsgerechtigkeit, wie z.B. Ungarn und Luxemburg, würden Maßnahmen, die sowohl auf leistungsschwache als auch auf benachteiligte Schülerinnen und Schüler ausgerichtet sind, denjenigen zugutekommen, die am dringendsten Unterstützung benötigen, da es sich in diesen Fällen zumeist um dieselben Schülerinnen und Schüler handelt. Länder und Volkswirtschaften, in denen der sozioökonomische Status ein starker Prädiktor der Leistungen ist und in denen ein großer Leistungsabstand zwischen begünstigten und benachteiligten Schülerinnen und Schülern besteht, würden von kompensatorischen Maßnahmen profitieren, die für benachteiligte Schüler und Schulen mehr Ressourcen verfügbar machen als für begünstigte Schüler und Schulen.

Eine zweite Gruppe von Ländern umfasst jene, in denen ein starker Zusammenhang zwischen dem Leistungsniveau und dem sozioökonomischen Status besteht, die Leistungsabstände zwischen begünstigten und benachteiligten Schülerinnen und Schülern aber relativ gering sind. Dieser Gruppe gehören Chile, Peru und Uruguay an. Über ein Drittel der Schülerinnen und Schüler in Chile und Uruguay und mehr als die Hälfte der Schülerinnen und Schüler in Peru schneiden in Naturwissenschaften unter dem Grundkompetenzniveau ab. In weiteren 14 Ländern und Volkswirtschaften, darunter Griechenland, Mexiko, Portugal, Spanien und die Vereinigten Staaten, sind die Leistungsabstände relativ gering, der Effekt des sozioökonomischen Status auf die Leistungen liegt aber im Bereich des Durchschnitts. In Ländern und Volkswirtschaften mit diesem Profil könnte eine Kombination aus universellen Maßnahmen, die generelle Leistungsverbesserungen anstreben (wie z.B. eine Steigerung des Umfangs oder der Qualität der in der Schule verbrachten Zeit), sowie Maßnahmen, die mehr und bessere Ressourcen für benachteiligte Schüler verfügbar machen, die besten Ergebnisse erzielen.

In einer dritten Gruppe von Ländern und Volkswirtschaften sind die mit dem sozioökonomischen Status zusammenhängenden Leistungsabstände gering und besteht ein schwacher Zusammenhang zwischen Schülerleistungen und sozioökonomischem Status. Obwohl in diesen Ländern bzw. Volkswirtschaften die Varianz der Schülerleistungen eher gering ist, kann das Leistungsniveau insgesamt von Land zu Land sehr unterschiedlich ausfallen. Kanada, Dänemark, Estland, Hongkong (China) und Macau (China) sind die einzigen Länder bzw. Volkswirtschaften, deren Schulsysteme überdurchschnittliche Leistungen und überdurchschnittliche Bildungsgerechtigkeit vereinen, sowohl im Hinblick auf die Stärke des Zusammenhangs zwischen sozioökonomischem Status und Leistungen als auch hinsichtlich des Umfangs der Leistungsunterschiede



zwischen verschiedenen sozioökonomischen Gruppen. Lettland ist ebenfalls ein Land mit hoher Bildungsgerechtigkeit, die Schülerleistungen liegen jedoch im Bereich des OECD-Durchschnitts.

Auch Finnland, Japan, Norwegen und das Vereinigte Königreich sind leistungsstarke Länder mit schwachem Zusammenhang zwischen sozioökonomischem Status und Leistungen, allerdings liegen die mit dem sozioökonomischen Status verbundenen Leistungsunterschiede in diesen Ländern um den Durchschnitt. Neben universellen Maßnahmen könnten diese Länder gezielte Maßnahmen für leistungsschwache Schüler erwägen, die sich u.U. nicht zwangsläufig über ihren sozioökonomischen Status definieren lassen (z.B. Schüler mit Migrationshintergrund), oder für leistungsschwache Schulen, wenn die zwischenschulischen Leistungsunterschiede groß sind.

In weiteren 15 Ländern mit unterdurchschnittlichen Leistungen in Naturwissenschaften, darunter die OECD-Länder Island, Italien und die Türkei, besteht nur ein schwacher Zusammenhang zwischen sozioökonomischem Status und Leistungen, während zugleich der Leistungsabstand zwischen begünstigten und benachteiligten Schülerinnen und Schülern relativ gering ist. In all diesen Ländern außer Island, Italien und der Russischen Föderation schneidet über ein Viertel der Schülerinnen und Schüler in Naturwissenschaften unter dem Grundkompetenzniveau ab. Indikatoren der sozialen Gerechtigkeit deuten darauf hin, dass in vielen dieser Länder zahlreiche leistungsschwache Schülerinnen und Schüler u.U. nicht aus benachteiligten Verhältnissen stammen. Daher würden Maßnahmen, die speziell auf benachteiligte Schüler zugeschnitten sind, für sich allein genommen den Bedürfnissen vieler leistungsschwacher Schüler in diesen Ländern nicht gerecht werden. Ebenso wie in leistungsstarken Systemen dürften auch in diesen Ländern universelle Maßnahmen, die allen Schülern und Schulen zugutekommen, oder gezielte Maßnahmen für leistungsschwache Schulen, Regionen oder andere Gruppen, die sich nicht zwangsläufig über ihren sozioökonomischen Status definieren lassen, wirkungsvoller sein, um die Leistung zu steigern und zugleich weiterhin eine hohe Bildungsgerechtigkeit sicherzustellen.

### **Zielgerichtete Ressourcen für Schulen mit einer hohen Konzentration von leistungsschwachen und benachteiligten Schülern bereitstellen**

Bei PISA 2015 machten – analog zu früheren Erhebungen – zwischenschulische Leistungsunterschiede im OECD-Durchschnitt etwas weniger als ein Drittel der Gesamtvarianz der Schülerleistungen aus (Tabelle 1.6.9). Allerdings fiel der Umfang der zwischenschulischen Leistungsunterschiede in den einzelnen Schulsystemen sehr unterschiedlich aus. In leistungsstarken Systemen mit geringen zwischenschulischen Leistungsunterschieden, wie z.B. Kanada, Dänemark, Finnland, Irland, Norwegen und Polen, ist davon auszugehen, dass die Schülerinnen und Schüler unabhängig davon, welche Schule sie besuchen, ein hohes Leistungsniveau erreichen.

In leistungsstarken Ländern mit einer über dem OECD-Durchschnitt liegenden zwischenschulischen Leistungsvarianz, insbesondere in P-S-J-G (China), Belgien, Deutschland, den Niederlanden und Slowenien, ist das sozioökonomische Profil der Schulen hingegen ein stärkerer Prädiktor der Schülerleistungen. In diesen Ländern bzw. Volkswirtschaften beträgt der zwischen der mittleren Punktzahl von begünstigten Schulen einerseits und benachteiligten Schulen andererseits gemessene Leistungsabstand in Naturwissenschaften über 140 Punkte, d.h. rd. 40 Punkte mehr als im OECD-Durchschnitt (Tabelle 1.6.11). In einer größeren Anzahl von Ländern und Volkswirtschaften mit unterdurchschnittlichen Leistungen, insbesondere Bulgarien, CABA (Argentinien), Ungarn, Luxemburg und Peru, ist ebenfalls ein großer Anteil der zwischenschulischen Leistungsvarianz in Naturwissenschaften dem sozioökonomischen Status zuzuschreiben. Dies schlägt sich auch hier in erheblichen Differenzen bei der mittleren Punktzahl nieder, die von Schülerinnen und Schülern an begünstigten Schulen im Vergleich zu jenen an benachteiligten Schulen erzielt wird.

Um an dieser Situation etwas zu ändern, bieten sich im Wesentlichen zwei Handlungsoptionen. Zum einen kann versucht werden, die Konzentration von benachteiligten und leistungsschwachen Schülerinnen und Schülern an bestimmten Schulen zu verringern. PISA zeigt, dass auf Systemebene eine bessere sozioökonomische Inklusion in den Schulen mit einem geringeren Anteil an leistungsschwachen Schülern und einem größeren Anteil an besonders leistungsstarken Schülern assoziiert ist (OECD, 2016). Dies lässt darauf schließen, dass Maßnahmen, die die sozioökonomische Inklusion in den Schulen erhöhen, Leistungsverbesserungen bei leistungsschwachen Schülern bewirken können, ohne leistungsstarke Schüler zu beeinträchtigen. In Bildungssystemen, die Eltern und Schülern die Auswahl der Schule überlassen, kann die sozioökonomische Heterogenität an den Schulen durch entsprechende Regulierungsrahmen, eine bessere Verbreitung von Informationen über die verfügbaren Optionen und finanzielle Anreize gefördert werden. Der Gesetzgeber könnte dafür sorgen, dass staatliche sowie private Schulen, die staatliche Finanzmittel erhalten, allen Schülern unabhängig von ihrem sozioökonomischen Status, vorherigen Leistungen oder anderen persönlichen Merkmalen offenstehen. Derartige Maßnahmen wurden in Chile mit dem Allgemeinen Bildungsgesetz von 2009 eingeführt (OECD, 2015a). Bildungssysteme könnten auch Zulassungsquoten für benachteiligte Schülerinnen und Schüler festlegen, um sicherzustellen, dass sie an allen Schulen vertreten sind. So werden beispielsweise in der Französischen Gemeinschaft Belgiens – wo den Eltern große



Wahlfreiheit bei der Auswahl einer Sekundarschule für ihr Kind gewährt wird – an Schulen, an denen die Nachfrage nach Plätzen das Angebot übersteigt, ungefähr 20% der Plätze für Schülerinnen und Schüler aus benachteiligten Grundschulen reserviert (OECD, 2013).

Eine andere Politikoption besteht darin, mehr Ressourcen für benachteiligte Schulen sowie Schulen mit einer höheren Konzentration an leistungsschwachen Schülern bereitzustellen. In mehr als 30 der an PISA 2015 teilnehmenden Länder und Volkswirtschaften haben Schülerinnen und Schüler begünstigter Schulen Zugang zu besseren materiellen oder personellen Ressourcen als Schülerinnen und Schüler benachteiligter Schulen, obwohl dies nicht in allen Ländern mit überdurchschnittlicher zwischenschulischer Leistungsdisparität der Fall ist. Beispielsweise setzen die Niederlande in großem Umfang auf eine frühe Aufteilung der Schülerinnen und Schüler auf verschiedene Schultypen und weisen unter den OECD-Ländern mit 68% den höchsten Prozentsatz an zwischenschulischer Leistungsvarianz in Naturwissenschaften auf. Bei den Äußerungen der Schulleitungen über die Ausstattung mit Bildungsressourcen bestanden jedoch keine Unterschiede zwischen den Schulleitungen begünstigter und benachteiligter Schulen. Das niederländische System kombiniert eine gleichberechtigte Zuteilung von Mitteln an alle öffentlich finanzierten Schulen mit zielgerichteten Pauschalzuweisungen an Schulen mit vielen benachteiligten Schülern sowie für besondere Zwecke, wie z.B. zur Senkung der Schulabbrecherquoten (vgl. Kasten 5.2 in Band II).

In Fällen, in denen Disparitäten bei der Ressourcenallokation zwischen Schulen mit unterschiedlichen sozioökonomischen Profilen auf residentielle Segregation zurückzuführen sind, kann die Übertragung der Verantwortung für die Ressourcenallokation an höherrangige Stellen und die Stärkung ihrer Kapazitäten zur Überwachung und Unterstützung gefährdeter Schulen einen ersten Schritt zur Bewältigung der Probleme darstellen. Andere Optionen umfassen den Einsatz spezifischer materieller und/oder personeller Ressourcen für benachteiligte Schulen, wie z.B. Lehrkräfte mit einer Spezialisierung in bestimmten Fächern und/oder einer Ausbildung mit besonderer Relevanz für leistungsschwache Schülerinnen und Schüler, die Bereitstellung sonstiger Fach- und Verwaltungskräfte sowie Lehr- und Sachmittel (z.B. Computer, Labore, Bibliotheken) oder die Verbesserung der Schulinfrastruktur. Irland beispielsweise verfügt mit Delivering Equality of Opportunity in Schools über ein nationales Programm, um sozioökonomische Benachteiligung an Schulen auf Basis ihres Einzugsgebiets zu bestimmen und – in Abhängigkeit vom Grad der Benachteiligung – verschiedene Arten von Ressourcen und Unterstützung bereitzustellen (OECD, 2015a).

Neben Maßnahmen zur Förderung der sozioökonomischen Inklusion und kompensatorischen Ressourcenallokationsmechanismen muss sich die Politikgestaltung an erfolgreichen Praktiken auf Schulebene zur Förderung der naturwissenschaftlichen Grundbildung orientieren. Eine Studie, bei der für die gesamte Population der Neuntklässler in Schweden untersucht wurde, wie hoch ihre Wahrscheinlichkeit ist, sich für das schwedische Naturwissenschaftsprogramm – ein Programm zur Vorbereitung auf tertiäre Bildungsgänge in naturwissenschaftlichen Fächern – zu bewerben, kam zu dem Schluss, dass in ungefähr 10% der Schulen des Landes die tatsächlichen Bewerberzahlen von den auf ihrem sozioökonomischen Status beruhenden Prognosen abwichen. Über der Hälfte dieser Schulen gelang es, den sozioökonomischen Status ihrer Schülerinnen und Schüler zu kompensieren und ihr Interesse an dem Programm zu steigern (Anderhag et al., 2013). Die Identifizierung erfolgreicher „Ausreißer“ stellt einen ersten Schritt zur näheren Untersuchung von Lehrmethoden und Führungspraktiken an Schulen dar, die sich positiv auswirken können.

### **Unabhängig von ihrem Hintergrund eine positive Einstellung aller Schüler zum naturwissenschaftlichen Lernen fördern**

Obwohl PISA 2015 bei 15-jährigen Schülerinnen und Schülern in vielen OECD- und Partnerländern ein erfreuliches Niveau an Engagement im Bereich Naturwissenschaften und Unterstützung für naturwissenschaftliche Forschungsansätze festgestellt hat, lassen die Ergebnisse auch Unterschiede bei den Einstellungen gegenüber Naturwissenschaften erkennen, die mit dem sozioökonomischen Status zusammenhängen. Ein Bereich, in dem diese Unterschiede besonders deutlich zutage treten, sind die Erwartungen der Schülerinnen und Schüler, im Alter von 30 Jahren einen Beruf mit naturwissenschaftlichem Bezug auszuüben, worin die Absichten der 15-Jährigen zum Ausdruck kommen, einen naturwissenschaftlich orientierten postsekundären Bildungsgang zu wählen. Selbst nach Berücksichtigung der Leistungen im Naturwissenschaftstest (die stark mit den beruflichen Erwartungen korrelieren) gehen in mehr als 40 Ländern und Volkswirtschaften benachteiligte Schüler mit deutlich geringerer Wahrscheinlichkeit als begünstigte Schüler davon aus, später einen naturwissenschaftlichen Beruf auszuüben. In den OECD-Ländern Finnland und Polen ist die Wahrscheinlichkeit, dass benachteiligte Schülerinnen und Schüler mit einer naturwissenschaftlich geprägten Berufstätigkeit rechnen, nur halb so hoch wie bei sozioökonomisch begünstigten Schülerinnen und Schülern – selbst wenn sie im Naturwissenschaftstest ähnliche Ergebnisse erzielen. Zudem bringen begünstigte Schülerinnen und Schüler in fast allen an PISA teilnehmenden Ländern und Volkswirtschaften naturwissenschaftlichen Forschungsansätzen im Allgemeinen eine höhere Wertschätzung entgegen als benachteiligte Schülerinnen und Schüler (Tabelle I.6.8).



Für die Politik besteht die wichtigste Schlussfolgerung aus diesen Erkenntnissen darin, dass sich Schulsysteme auf die psychologischen und affektiven Faktoren konzentrieren müssen, die mit den Leistungen in Naturwissenschaften zusammenhängen, um positive Einstellungen gegenüber Naturwissenschaften zu fördern und für eine größere sozio-ökonomische Heterogenität der Schülerinnen und Schüler, die später eine naturwissenschaftliche Laufbahn einschlagen, zu sorgen. Möglicherweise sind spezielle Programme erforderlich, um ein Interesse an Naturwissenschaften bei jenen Schülerinnen und Schülern zu wecken, bei denen dies nicht von der Familie gefördert wird, und die Entscheidung von Schülerinnen und Schülern für ein naturwissenschaftlich orientiertes Studium zu unterstützen.

Die naheliegendste Möglichkeit, bei Schülerinnen und Schülern mit weniger familiärer Förderung ein Interesse an Naturwissenschaften zu wecken, könnte darin bestehen, das Angebot an qualitativ hochwertigem naturwissenschaftlichen Unterricht für die unteren Jahrgangsstufen auszubauen. Eine Erhebung unter Schülerinnen und Schülern in städtischen öffentlichen Schulen in Israel gelangte zu dem Ergebnis, dass mit dem familiären Hintergrund zusammenhängende Unterschiede beim Interesse an einer Tertiärbildung in MINT-Fächern bei Schülerinnen und Schülern, die im Sekundarbereich an vertieftem naturwissenschaftlichen Unterricht teilnehmen, nicht mehr zutage treten (Chachashvili-Bolotin, Milner-Bolotin und Lissitsa, 2016). Museen und naturwissenschaftliche Zentren könnten dabei als inoffizielle Partner fungieren. Ethnografische Forschung im Vereinigten Königreich lässt darauf schließen, dass informelle naturwissenschaftliche Bildungseinrichtungen mehr daransetzen könnten, Programme zu entwickeln, die dem Wissensstand, den Sprachkenntnissen und den finanziellen Möglichkeiten von Jugendlichen aus benachteiligten Verhältnissen und mit Migrationshintergrund gerecht werden (Dawson, 2014). Um inklusiver zu werden, müssen sich informelle naturwissenschaftliche Bildungseinrichtungen möglicherweise stärker für Besucher aus einem breiteren sozialen, kulturellen und sprachlichen Spektrum öffnen und engagieren.

### **Unterschiede bei der Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Unterrichtsinhalten an Schulen durch strenge Lehrplanstandards verringern**

Ungleiche Lernmöglichkeiten können in jedem Fach zu erheblichen Leistungsdifferenzen führen, bei PISA 2015 wurde jedoch festgestellt, dass die mit dem Hintergrund der Schülerinnen und Schüler zusammenhängenden Unterschiede bei der Unterrichtszeit in Naturwissenschaften stärker ausgeprägt sind als im Bereich Lesekompetenz oder Mathematik. Dies ist umso relevanter, als die auf naturwissenschaftliche Inhalte verwendete Unterrichtszeit ein maßgebliches Element der naturwissenschaftlichen Lernmöglichkeiten darstellt. Im OECD-Durchschnitt ist der Prozentsatz der Schülerinnen und Schüler, die mindestens eine Stunde naturwissenschaftlichen Unterricht pro Woche haben, unter sozioökonomisch begünstigten Schülerinnen und Schülern höher als unter sozioökonomisch benachteiligten. Dies hat zur Folge, dass begünstigte Schülerinnen und Schüler u.U. etwa 20 Stunden mehr naturwissenschaftlichen Unterricht pro Jahr haben als benachteiligte Schülerinnen und Schüler (Tabelle I.6.15).

Die Gründe, warum Schülerinnen und Schüler mit unterschiedlichem sozioökonomischen Status mehr oder weniger naturwissenschaftlichen Unterricht haben, können natürlich mit den ihnen zur Verfügung stehenden Wahlmöglichkeiten zusammenhängen, aber auch mit bildungspolitischen Praktiken, aufgrund derer Schüler in verschiedene Klassenstufen oder Bildungsgänge mit unterschiedlich anspruchsvollem Unterrichtsstoff eingeteilt werden. Nach Berücksichtigung von Leistungsunterschieden hatten bei PISA 2015 benachteiligte Schülerinnen und Schüler mit nahezu doppelt so hoher Wahrscheinlichkeit wie begünstigte Schüler zum Zeitpunkt ihrer Teilnahme an der PISA-Erhebung bereits eine Klasse wiederholt – d.h. sie hatten im Alter von 15 Jahren wahrscheinlich keine anspruchsvolleren naturwissenschaftlichen Inhalte behandelt – und absolvierten mit fast dreimal so hoher Wahrscheinlichkeit keinen allgemeinbildenden, sondern einen beruflichen Bildungsgang –, was ebenfalls bedeuten könnte, dass naturwissenschaftliche Inhalte weniger vertieft behandelt werden (Tabelle I.6.14 und I.6.16).

Eine potenzielle Politikreaktion zur Steigerung der Chancengerechtigkeit bei den Lernmöglichkeiten besteht darin, die Aufteilung von Schülern, wie z.B. eine frühzeitige Einstufung in verschiedene Schultypen oder andere Formen der Einteilung in Leistungsgruppen, die die Auseinandersetzung von Schülerinnen und Schülern mit allgemeinbildenden Inhalten begrenzen könnte, zu verringern oder zu verzögern.

Eine ergänzende Maßnahme stellt die Festlegung robuster Lehrplanstandards für alle Schülerinnen und Schüler – unabhängig von der Schulform – dar. Gemeinsame Standards und qualitativ hochwertige, auf diese Standards abgestimmte Lehrmittel können dazu beitragen, dass jeder Schüler ein grundlegendes Kompetenzniveau entwickelt und auf anspruchsvolleren naturwissenschaftlichen Unterrichtsstoff sowie letztlich auf eine naturwissenschaftlich ausgerichtete postsekundäre Bildung oder Berufstätigkeit vorbereitet ist. Die Einführung strenger und einheitlicher Standards für alle Schülerinnen und Schüler bedeutet nicht, dass die curricularen und pädagogischen Optionen der Schulen begrenzt werden, sondern dass alle Schulen – unabhängig vom sozioökonomischen Hintergrund ihrer Schüler und von ihren jeweiligen Bildungsgängen – die gleichen Mindeststandards zu erfüllen haben. Deutschland führte beispielsweise im Jahr 2004 allgemeine Bildungsstandards in



verschiedenen Fächern wie Biologie, Chemie und Physik ein. Diese Standards haben die Kohärenz innerhalb des dreigliedrigen Schulsystems in Deutschland verbessert und dazu geführt, dass in den beruflichen Bildungsgängen an Haupt- und Realschulen mehr allgemeinbildende Inhalte vermittelt werden (OECD, 2014).

## **BILDUNGSPOLITISCHE MASSNAHMEN ZUR UNTERSTÜTZUNG VON SCHÜLERINNEN UND SCHÜLERN MIT MIGRATIONSHINTERGRUND**

Die Politikmaßnahmen und Praktiken, die die Länder konzipieren und umsetzen, um Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund zu unterstützen, haben einen großen Einfluss darauf, ob die Integration in den Aufnahmeländern erfolgreich verläuft oder nicht. Wie gut Schüler mit Migrationshintergrund in der Schule abschneiden, hängt nicht nur mit ihren Einstellungen, ihrem sozioökonomischen Status und ihrer Vorbildung zusammen, sondern auch mit der Qualität und Aufnahmebereitschaft des Bildungssystems des Gastlands.

Von den Schülern, die an PISA 2015 teilnahmen, wies mehr als jeder zehnte (12,5%) einen Migrationshintergrund auf. Das weltweite Migrationsgeschehen führt nicht nur dazu, dass der Anteil der Schüler mit Migrationshintergrund von einer PISA-Erhebung zur nächsten steigt, sondern hat auch den Effekt, dass die Migrantpopulationen in den einzelnen Aufnahmeländern zunehmend vielfältiger werden (Tabelle I.7.1 und I.7.2). Im OECD-Durchschnitt erzielten Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund in allen Erhebungsbereichen geringere Leistungen als ihre Mitschüler ohne Migrationshintergrund, und sie erreichten mit größerer Wahrscheinlichkeit nicht das Grundkompetenzniveau (Kompetenzstufe 2) (Tabelle I.7.4a-c und I.7.5a-c). Allerdings strebten Schüler mit Migrationshintergrund mit 50% höherer Wahrscheinlichkeit an, mit 30 Jahren einen naturwissenschaftlich orientierten Beruf auszuüben, als Schüler ohne Migrationshintergrund, die in Naturwissenschaften ähnliche Ergebnisse aufwiesen (Tabelle I.7.7). Der Leistungsabstand in Naturwissenschaften zwischen Schülerinnen und Schülern mit und ohne Migrationshintergrund ist seit PISA 2006 zudem um 6 Punkte gesunken. 2015 entfielen im OECD-Durchschnitt rd. 40% dieses Leistungsabstands auf den sozioökonomischen Status der Schüler und ihre Vertrautheit mit der Unterrichts- bzw. Testsprache in den Aufnahmeländern (Tabelle I.7.15a).

Die Ergebnisse von Schülern mit Migrationshintergrund variieren zwischen den Ländern und Volkswirtschaften jedoch erheblich und hängen nicht nur von ihrem sozioökonomischen Status und ihrem Herkunftsland ab, sondern auch von den Merkmalen der Schulsysteme in den Zielländern. Eine wichtige bildungspolitische Frage lautet daher, wie Schüler mit Migrationshintergrund, die sich in Anbetracht sozioökonomischer Benachteiligung, niedriger Bildungsstandards in ihren Herkunftsländern und der kulturellen Anpassung an das jeweilige Aufnahmeland, einschließlich des Erwerbs einer neuen Sprache, mehreren Formen der Benachteiligung auf einmal gegenübersehen, am besten unterstützt werden können. Wie können die Zielländer bzw. -volkswirtschaften die Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund und ihre Familien in ihren hohen Erwartungen unterstützen und das hohe Kompetenzniveau, das viele von ihnen mitbringen, in nützliche Bahnen leiten? In früheren Arbeiten der OECD wurden verschiedene bildungspolitische Maßnahmen beschrieben, die sich als effektiv erwiesen haben, um Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund zu schulischem Erfolg zu verhelfen (Nusche, 2009; OECD, 2010; OECD, 2015b).

### **Kurzfristige bildungspolitische Maßnahmen mit hohem Wirkungspotenzial**

Eine bildungspolitische Maßnahme, die zu raschen Erfolgen führt, ist das Angebot einer nachhaltigen Sprachförderung für Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund, die nur über eingeschränkte Kenntnisse der Unterrichtssprache verfügen. Sprachkenntnisse sind für die meisten Lernprozesse von grundlegender Bedeutung, so dass Schüler, die die Unterrichtssprache nicht beherrschen, einen erheblichen Nachteil haben. Zu den üblichen Merkmalen erfolgreicher Sprachförderprogramme zählen nachhaltige Sprachförderung in allen Klassenstufen, zentral entwickelte Lehrpläne, speziell für das Unterrichten einer Zweitsprache ausgebildete Lehrkräfte und die Fokussierung auf die sprachlichen Grundlagen, die die Schüler für den Unterricht benötigen, sowie auf die Verbindung des Erwerbs sprachlicher und fachbezogener Inhalte. Da die sprachliche Entwicklung und die allgemeine kognitive Entwicklung eng miteinander verknüpft sind, ist es am besten, die Vermittlung der Inhalte des Hauptlehrplans nicht aufzuschieben, bis die Schüler ihre neue Sprache vollständig beherrschen. Sprachliches und fachliches Lernen lässt sich beispielsweise durch die Ausarbeitung von Lehrplänen für den Erwerb der Zweitsprache miteinander verbinden. Dies lässt sich auch erreichen, indem sichergestellt wird, dass die Sprachlehrer und die Lehrkräfte, die den regulären Unterricht erteilen, eng zusammenarbeiten – dieser Ansatz ist in Ländern, die den größten Erfolg bei der Ausbildung von Schülern mit Migrationshintergrund zu haben scheinen, weit verbreitet, etwa in Australien, Kanada und Schweden (Christensen und Stanat, 2007).

Eine weitere bildungspolitische Maßnahme mit unmittelbarer Wirkung ist das Angebot qualitativ hochwertiger frühkindlicher Bildung, die auf die sprachliche Entwicklung abzielt. Durch den Besuch von Einrichtungen der frühkindlichen Bildung verbessern sich die Chancen, dass Schüler mit Migrationshintergrund mit denselben Vorkenntnissen eingeschult werden



wie Kinder ohne Migrationshintergrund. Die Verbesserung des Zugangs zur Vorschulbildung kann kostenfreie Angebote für sozioökonomisch benachteiligte Schüler und die Verknüpfung des Vorschulbesuchs mit allgemeineren sozialpolitischen Programmen zur Förderung der Integration von Migrantenfamilien umfassen. Um das Bewusstsein für den Wert der frühkindlichen Bildung zu schärfen und potenzielle Vorbehalte gegenüber der Anmeldung zum Vorschulbesuch zu überwinden, können gezielte Hausbesuche die Familien bei der Förderung der Lernprozesse ihrer Kinder zu Hause unterstützen und zudem den Zugang zu geeigneten Bildungseinrichtungen erleichtern.

Eine dritte bildungspolitische Handlungsoption mit hohem Wirkungspotenzial ist der Kapazitätsaufbau in Schulen, die Kinder mit Migrationshintergrund aufnehmen, da die erfolgreiche Integration von Kindern mit Migrationshintergrund entscheidend von der Verfügbarkeit hochqualifizierter Lehrkräfte abhängt, die ausreichend Unterstützung erhalten. Dies kann spezielle Fortbildungsangebote beinhalten, in denen die Lehrkräfte lernen, ihre Lehrmethoden stärker auf unterschiedliche Schülerpopulationen auszurichten und den Zweitspracherwerb zu fördern, ebenso wie allgemeiner die Verringerung der Lehrerfluktuation in Schulen, die von sozioökonomisch benachteiligten Bevölkerungsgruppen und Migrantenpopulationen besucht werden, und die Ermutigung hochqualifizierter und erfahrener Lehrkräfte zur Tätigkeit in entsprechenden Schulen. Die Einstellung zusätzlicher Lehrkräfte, die einer ethnischen Minderheit angehören oder einen Migrationshintergrund aufweisen, kann dazu beitragen, die zunehmenden Disparitäten umzukehren, die zwischen zunehmend unterschiedlichen Schülerpopulationen und weitgehend homogenen Lehrerschaften bestehen, insbesondere in Ländern, in denen Zuwanderung ein jüngeres Phänomen ist.

### **Mittelfristige bildungspolitische Maßnahmen mit hohem Wirkungspotenzial**

Zu den bildungspolitischen Maßnahmen mit mittelfristigem Wirkungshorizont zählt die Vermeidung der Konzentration von Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund in denselben sozioökonomisch benachteiligten Schulen. Schulen, die bereits Schwierigkeiten haben, Schülern ohne Migrationshintergrund eine gute Ausbildung zu bieten, werden noch größere Schwierigkeiten gegenüber großen Populationen von Kindern haben, die die Unterrichtssprache weder sprechen noch verstehen können. Die Länder verfolgen im Wesentlichen drei Möglichkeiten, um der Konzentration von Zuwanderern und anderen sozioökonomisch benachteiligten Schülern in bestimmten Schulen entgegenzuwirken. Zunächst versuchen sie, andere Schüler anzuwerben und zu halten, darunter sozioökonomisch begünstigtere Schülerinnen und Schüler. Zweitens bemühen sie sich darum, zugewanderte Eltern besser darüber zu informieren, wie sie die beste Schule für ihr Kind auswählen können. Drittens schränken sie sozioökonomisch begünstigte Schulen in ihrer Autonomie ein, Schüler auf der Basis ihres familiären Hintergrunds auszuwählen.

Eine zweite Reihe von Optionen betrifft die Einschränkung der Anwendung von Stratifizierungspolitiken, darunter die Einteilung in Leistungsgruppen, die frühe Aufteilung der Schülerinnen und Schüler auf verschiedene Schultypen und die Klassenwiederholung. Die Aufteilung der Schüler in verschiedene Arten von Bildungsgängen, z.B. beruflich oder allgemeinbildend, scheint sich auf Schüler mit Migrationshintergrund besonders negativ auszuwirken, vor allem wenn sie zu einem frühen Zeitpunkt erfolgt. Eine frühe Trennung von den Schülern der Mehrheitsgesellschaft könnte verhindern, dass Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund die einschlägigen sprachlichen und kulturellen Kompetenzen erwerben, die sie benötigen, um gute Leistungen in der Schule zu erzielen.

Die Bildungspolitik kann zugewanderten Eltern darüber hinaus zusätzliche Unterstützung und Orientierung bieten. Dies kann in Form von stimulierenden Interaktionen geschehen, z.B. indem sie ihren Kindern Geschichten vorlesen und mit ihnen über die Schule sprechen, aber auch indem sie sie bei der Wahl von Schulfächern unterstützen und ihnen helfen, ihren Weg durch das Schulsystem zu finden. Zugewanderte Eltern haben zwar oftmals hohe Erwartungen an ihre Kinder, sie können jedoch auch ein Gefühl der Entfremdung und der Einschränkung ihrer Fähigkeit, ihre Kinder zu unterstützen, empfinden, wenn sie geringe Sprachkenntnisse oder ein unzureichendes Verständnis der Funktionsweise der Schulen im Aufnahmeland haben. Maßnahmen zur Unterstützung zugewandelter Eltern können Hausbesuche umfassen, um diese Eltern zur Teilnahme an Bildungsaktivitäten zu ermutigen, den Einsatz geschulter Verbindungspersonen, um die Kommunikation zwischen Schulen und Familien zu verbessern, und Bemühungen zur Kontaktaufnahme mit den Eltern, um sie in schulbasierte Aktivitäten einzubinden. Die Befunde einer Intervention in einem sozioökonomisch benachteiligten Schulbezirk in Frankreich haben gezeigt, dass kostengünstige Maßnahmen das Engagement der Eltern für die Bildung ihrer Kinder fördern und das Verhalten der Schüler in der Schule verbessern können (Avvisati et al., 2014).



## Anmerkungen

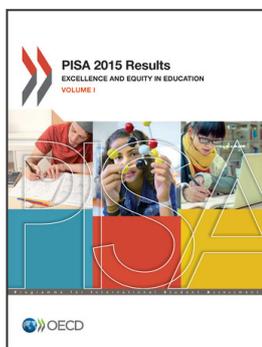
1. <http://www.dailymail.co.uk/health/article-3850014/Revolutionary-new-toothpaste-not-removes-plaque-save-heart-attack.html>; <http://www.dailymail.co.uk/health/article-3849596/A-pill-cure-autism-Study-identifies-defect-sufferers-cells-treated-existing-medication.html>; <http://www.dailymail.co.uk/health/article-3848452/A-glass-red-wine-day-polycystic-ovaries-bay-Compound-grapes-nuts-corrects-hormone-imbalance-women-PCOS.html> (Zugriff am 19. Oktober 2016).
2. „S'il fallait donner une comparaison qui exprimât mon sentiment sur la science de la vie, je dirais que c'est un salon superbe tout resplendissant de lumière, dans lequel on ne peut parvenir qu'en passant par une longue et affreuse cuisine“ (Bernard, 1865, S. 28).

## Literaturverzeichnis

- Alexander, J.M., K.E. Johnson und K. Kelley (2012), „Longitudinal analysis of the relations between opportunities to learn about science and the development of interests related to science“, *Science Education*, Vol. 96/5, S. 763–786, <http://dx.doi.org/10.1002/sce.21018>.
- Anderhag, P. et al. (2013), „Students' Choice of Post-Compulsory Science: In search of schools that compensate for the socio-economic background of their students“, *International Journal of Science Education*, Vol.35/18, S. 3141-3160, <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.696738>.
- Archer, L., J. Dewitt und J. Osborne (2015), „Is science for us? Black students' and parents' views of science and science careers“, *Science Education*, Vol. 99/2, S. 199-237, <http://dx.doi.org/10.1002/sce.21146>.
- Archer, L. et al. (2010), „'Doing' science versus 'being' a scientist: examining 10/11-year-old schoolchildren's constructions of science through the lens of identity“, *Science Education*, Vol. 94/4, S. 617-639, <http://dx.doi.org/10.1002/sce.20399>.
- Avvisati, F. et al. (2014), „Getting parents involved: A field experiment in deprived schools“, *The Review of Economic Studies*, Vol. 81/1, S. 57-83, <https://doi.org/10.1093/restud/rdt027>.
- Bernard, C. (1865), *Introduction à l'Étude de la Médecine Expérimentale*, J. B. Baillière et fils, Paris, Frankreich.
- Cannady, M.A., E. Greenwald und K.N. Harris (2014), „Problematizing the STEM pipeline metaphor: is the STEM pipeline metaphor serving our students and the STEM workforce?“, *Science Education*, Vol. 98/3, S. 443-460, <http://dx.doi.org/10.1002/sce.21108>.
- Cardozo, S. (2009), „Experiencias laborales y deserción en la cohorte de estudiantes evaluados por pisa 2003 en Uruguay: nuevas evidencias“, *REICE- Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, Vol. 7/4, S. 198-218.
- Chachashvili-Bolotin, S., M. Milner-Bolotin und S. Lissitsa (2016), „Examination of factors predicting secondary students' interest in tertiary STEM education“, *International Journal of Science Education*, Vol.38/3, S. 366-390, <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1143137>.
- Christensen, G. und P. Stanat (2007), „Language Policies and Practices for Helping Immigrants and Second-Generation Students Succeed“, Transatlantic Taskforce on Immigration and Integration, Migration Policy Institute (MPI) und Bertelsmann Stiftung.
- Dawson, E. (2014), „'Not designed for us': How science museums and science centers socially exclude low-income, minority ethnic groups“, *Science Education*, Vol. 98/6, S. 981-1008, <https://doi.org/10.1002/sce.21133>.
- DeWitt, J. und L. Archer (2015), „Who aspires to a science career? A comparison of survey responses from primary and secondary school students“, *International Journal of Science Education*, Vol. 37/13, S. 2170-2192, <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2015.1071899>.
- Jones, G., A. Taylor und J.H. Forrester (2011), „Developing a scientist: A retrospective look“, *International Journal of Science Education*, Vol. 33/12, S. 1653-1673, <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2010.523484>.
- Kashefpakdel, E.T. und C. Percy (2016), „Career education that works: an economic analysis using the British Cohort Study“, *Journal of Education and Work*, <http://dx.doi.org/10.1080/13639080.2016.1177636>.
- Kautz, T. et al. (2014), „Fostering and measuring skills: Improving cognitive and non-cognitive skills to promote lifetime success“, *OECD Education Working Papers*, No. 110, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/5jxs7vr78f7-en>.
- Legewie, J. und T.A. DiPrete (2014), „The High School Environment and the Gender Gap in Science and Engineering“, *Sociology of Education*, Vol. 87/4, S. 259-280, <http://dx.doi.org/10.1177/0038040714547770>.
- Logan, M.R. und K.R. Skamp (2013), „The impact of teachers and their science teaching on students' 'science interest': A four-year study“, *International Journal of Science Education*, Vol. 35/17, S. 2879-2904, <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2012.667167>.
- Longitudinal Study of Australian Youth (LSAY) (2014), *Y03 Cohort Report*, <http://www.lsay.edu.au/cohort/2003/3.html> (Zugriff am 20. Oktober 2016).
- Maltese, A.V., C.S. Melki und H.L. Wiebke (2014), „The nature of experiences responsible for the generation and maintenance of interest in STEM“, *Science Education*, Vol. 98/6, S. 937-962, <http://dx.doi.org/10.1002/sce.21132>.
- Nusche, D. (2009), „What works in migrant education? A review of evidence and policy options“, *OECD Education Working Papers*, No. 22, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/227131784531>.
- OECD (2016), *Low-Performing Students: Why They Fall Behind and How to Help Them Succeed*, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264250246-en>.



- OECD (2015a), *Education Policy Outlook 2015: Making Reforms Happen*, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264225442-en>.
- OECD (2015b), *Immigrant Students at School: Easing the Journey towards Integration*, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264249509-en>.
- OECD (2014), *PISA 2012 Ergebnisse: Exzellenz durch Chancengerechtigkeit (Band II): Allen Schülerinnen und Schülern die Voraussetzungen zum Erfolg sichern*, W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264207486-de>.
- OECD (2013), *PISA 2012 Results: What Makes Schools Successful? Resources, Policies and Practices (Volume IV)*, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264201156-en>.
- OECD (2010), *Closing the Gap for Immigrant Students: Policies, Practice and Performance*, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264075788-en>.
- OECD (2008), *Encouraging Student Interest in Science and Technology Studies*, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264040892-en>.
- OECD (2004), *Bildungs- und Berufsberatung: Bessere Verzahnung mit der öffentlichen Politik*, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264015838-de>.
- Osborne, J., S. Simon und S. Collins (2003), "Attitudes towards science: a review of the literature and its implications", *International Journal of Science Education*, Vol. 25/9, S. 1049-1079, <http://dx.doi.org/10.1080/0950069032000032199>.
- Ríos González A. (2014), "Calendario y determinantes de riesgo educativo: la cohorte Pisa 2006-2011 en Uruguay", *Revista de Ciencias Sociales*, n. 35, S. 109-136.
- Rosdahl, A. (2014), *Fra 15 til 27 år. PISA 2000-eleverne I 2011/12* (From 15 to 27 years. The PISA 2000- students in 2011/12), SFI-Rapport 14:13, SFI – Det Nationale Forskningscenter for Velfærd, Kopenhagen.
- Scharenberg et al. (2014), *Ausbildungsverläufe von der obligatorischen Schule bis ins junge Erwachsenenalter: Die ersten zehn Jahre*, TREE, Basel.
- Schwartz, M.S. et al. (2009), "Depth versus Breadth: How content coverage in high school science courses relates to later success in college science coursework", *Science Education*, Vol. 93/5, S. 798-826, <http://dx.doi.org/10.1002/sce.20328>.
- Wang, M-T. und J.L. Degol (2016), "Gender gap in science, technology, engineering, and mathematics (STEM): Current knowledge, implications for practice, policy, and future directions", *Educational Psychology Review*, S. 1-22, <http://dx.doi.org/10.1007/s10648-015-9355-x>.



**From:**  
**PISA 2015 Results (Volume I)**  
Excellence and Equity in Education

**Access the complete publication at:**  
<https://doi.org/10.1787/9789264266490-en>

**Please cite this chapter as:**

OECD (2016), "Konsequenzen der PISA-Ergebnisse für die Politik", in *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*, OECD Publishing, Paris.

DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264267879-12-de>

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 OECD-Mitgliedstaaten wider.

This document and any map included herein are without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries and to the name of any territory, city or area.

You can copy, download or print OECD content for your own use, and you can include excerpts from OECD publications, databases and multimedia products in your own documents, presentations, blogs, websites and teaching materials, provided that suitable acknowledgment of OECD as source and copyright owner is given. All requests for public or commercial use and translation rights should be submitted to [rights@oecd.org](mailto:rights@oecd.org). Requests for permission to photocopy portions of this material for public or commercial use shall be addressed directly to the Copyright Clearance Center (CCC) at [info@copyright.com](mailto:info@copyright.com) or the Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) at [contact@cfcopies.com](mailto:contact@cfcopies.com).