

## 2 LÄNDERVERGLEICH IN DEN NATURWISSENSCHAFTEN 2012

### 2.1 ANLIEGEN DES LÄNDERVERGLEICHES



Die KMK beauftragte das IQB in einer Studie zu überprüfen, ob die Schülerinnen und Schüler

der einzelnen Bundesländer den Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss für die Fächer Mathematik, Biologie, Chemie und Physik gerecht werden.

Dazu wurden die in den Bildungsstandards beschriebenen Anforderungen für den Mittleren Schulabschluss auf den Schuljahrgang 9 übertragen. Dies war verbunden mit der Annahme, dass die Schülerinnen und Schüler, die im Schuljahrgang 9 in der Regel zwei Drittel der Aufgaben richtig bearbeiten, die charakteristisch sind für das Mindestniveau, wahrscheinlich auch erfolgreich ihren Mittleren Schulabschluss erreichen.

Die Aufgaben für den Ländervergleich wurden für den Teil Naturwissenschaften auf der Basis des gemeinsamen Konzeptes der naturwissenschaftlichen Grundbildung entwickelt. Der Ländervergleich 2012 beschränkte sich dabei auf die Kompetenzbereiche „Fachwissen“ und „Erkenntnisgewinnung“. Die Kompetenzbereiche „Kommunikation“ und „Bewertung“ sollen neben „Fachwissen“ und „Erkenntnisgewinnung“ erstmals im Ländervergleich 2018 getestet werden.

Dabei ist zu beachten, dass die Bezeichnungen der einzelnen Kompetenzbereiche bei den KMK-Bildungsstandards und den Fachlehrplänen Sachsen-Anhalts etwas abweichen (vgl. Tabelle 5).

Bildungsstandards	Lehrpläne Sachsen-Anhalt
Fachwissen	Fachwissen anwenden
Erkenntnisgewinnung	Erkenntnisse gewinnen
Kommunikation	Kommunizieren
Bewertung	Bewerten

Tabelle 5: Gegenüberstellung der Bezeichnung der Kompetenzbereiche in den Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss und den Fachlehrplänen für die Sekundarschule

Am Ländervergleich 2012 nahmen etwa 50.000 Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe aus über 1.300 Schulen teil, die durch ein Zufallsverfahren bestimmt wurden.

Im Rahmen der Studie wurde auch untersucht,

- welche Rolle schulische und außerschulische Lerngelegenheiten für die Kompetenzentwicklung von Schülerinnen und Schülern spielen,
- welche Rahmenbedingungen für die Optimierung von Lernprozessen genutzt werden können,
- wie die Lesekompetenz ausgeprägt ist,
- über welche kognitiven Grundfähigkeiten die Schülerinnen und Schüler verfügen.

Mit der Erfassung dieser Hintergrundvariablen wurden fundierte und differenzierte Analysen der Ergebnisse der Studie ermöglicht, die wichtige Anhaltspunkte für die Weiterentwicklung des Bildungssystems liefern können (vgl. /8/).

### 2.2 BESCHREIBUNG VON KOMPETENZSTUFEN

In den KMK-Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss (MSA) werden Kompetenzen für die Fächer Biologie, Chemie und Physik ausgewiesen, die bei der Erlangung dieses Schulabschlusses in diesen Fächern in der Regel erwartet werden.

Um die Kompetenzen darüber hinaus möglichst umfassend darstellen zu können, wurde vom IQB für jedes Fach

ein Kompetenzstufenmodell entwickelt, das eine präzise Beschreibung der Kompetenzen auf fünf Stufen erlaubt. Die Festlegung der Kompetenzstufen in den naturwissenschaftlichen Fächern erfolgte nach einem empirischen Verfahren im Wechselspiel von fachdidaktischen Erwägungen und psychometrischen Analysen.

Den auf empirischen Daten beruhenden Kompetenzstufen können fünf qualitativ abgestufte, normative Standards zugeordnet und bezogen auf den Mittleren Schul-

abschluss (wie in Tabelle 6) beschrieben werden (vgl. /9/ S. 21, /10/ S. 19 und /11/ S. 19).

Kompetenzstufe		Beschreibung des Standards
V	Optimalstandard (Maximalstandard)	Schülerinnen und Schüler, die die höchste Kompetenzstufe und somit den Optimalstandard erreichen, können sehr gute bzw. ausgezeichnete individuelle Lernvoraussetzungen und Bereitstellungen von Lerngelegenheiten innerhalb und außerhalb der Schule optimal nutzen. Sie übertreffen die Erwartungen der Bildungsstandards bei weitem.
IV	Regelstandard plus	Die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler auf dieser Kompetenzstufe liegen über dem definierten Standard zur Erreichung des MSA. Der Regelstandard plus kann daher Schulen bei der Formulierung von Zielen für die Weiterentwicklung des Unterrichts zur Orientierung dienen.
III	Regelstandard	Schülerinnen und Schüler auf dieser Kompetenzstufe verfügen über Kompetenzen, die im Durchschnitt bis zur Erreichung des MSA erworben werden sollen.
II	Mindeststandard	Schülerinnen und Schüler, die den Mindeststandard erreichen, erreichen das gesetzte Mindestniveau, welches alle Schülerinnen und Schüler bis zum MSA erworben haben sollten.
I	Unter Mindeststandard	Schülerinnen und Schüler auf diesem Kompetenzniveau verfehlen den für den MSA gesetzten Mindeststandard. Sie erreichen somit nicht das definierte Minimum an Kompetenzen, das alle Schülerinnen und Schüler zum Zeitpunkt des MSA erworben haben sollten.

Tabelle 6: Beschreibung von Standards für Kompetenzstufen der naturwissenschaftlichen Bildung durch das IQB

Auf den folgenden Seiten werden für die Kompetenzbereiche „Fachwissen“ und „Erkenntnisgewinnung“ die konkreten Beschreibungen der Kompetenzstufe „Mindeststandard“ für die Fächer Biologie, Chemie und Physik

gegenübergestellt. Danach werden diese Anforderungen durch je ein Aufgabenbeispiel für Biologie, Chemie und Physik verdeutlicht.

**KOMPETENZBEREICH FACHWISSEN**

Biologie (/9/ S. 30)	Chemie (/10/ S. 28)	Physik (/11/ S. 30)
<b>Die Schülerinnen und Schüler können auf der Kompetenzstufe II (Mindeststandard)</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elemente eines biologischen Systems durch Beziehungen verknüpfen.</li> <li>- mehrere Wechselwirkungen im Organismus, zwischen Organismen sowie zwischen Organismen und unbelebter Materie / abiotischen Faktoren identifizieren (z. B. Konkurrenz, Nahrungsbeziehungen).</li> <li>- strukturell-funktionelle Zusammenhänge auf biologische Phänomene (z. B. Stoff- und Energieumwandlungen in Organen und Organsystemen) anwenden.</li> <li>- die vorstrukturierten Schritte eines biologischen Prozesses (z. B. auf zellulärer oder subzellulärer Ebene) geordnet wiedergeben.</li> <li>- Organismen nach einem biologischen Prozess (z. B. Metamorphose) vorgegebenen Kategorien (z. B. einer systematischen Gruppe) zuordnen.</li> <li>- die Angepasstheit von Lebewesen (Morphologie) benennen.</li> <li>- Stadien der Individualentwicklung geordnet wiedergeben.</li> <li>- Kennzeichen verschiedener Fortpflanzungsformen identifizieren.</li> <li>- Mechanismen der Evolution (Mutation, Selektion) identifizieren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- einfache Beziehungen zwischen Struktur und Eigenschaft herstellen.</li> <li>- einfache chemische Ordnungsprinzipien (z. B. Siedetemperaturen) auf vorgegebene Beispiele anwenden.</li> <li>- einfache chemische Reaktionen mit Hilfe von Wortgleichungen beschreiben.</li> <li>- einfachen chemischen Reaktionen grundlegende Merkmale zuordnen.</li> <li>- Energie als Einflussgröße bei chemischen Reaktionen identifizieren.</li> <li>- vorgegebene chemische Zusammenhänge zur Erklärung für Phänomene nutzen.</li> <li>- vorgegebene chemische Zusammenhänge auf ähnliche Situationen übertragen.</li> <li>- chemische Zusammenhänge auf Basis vorliegender Fachinformationen selbstständig formulieren.</li> <li>- vorgegebene, einfache Abstraktionen (z. B. Teilchenmodell) auf Beispiele anwenden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- einzelne Energieformen und in diesem Rahmen Umwandlung von Energie und Energieerhaltung beschreiben.</li> <li>- Beispiele für die Strukturiertheit von Materie und die daraus resultierenden Eigenschaften (Aggregatzustände, Festigkeit, Formen, Volumen, Brownsche Bewegung) beschreiben.</li> <li>- unterschiedliche Wirkungen von Kräften beschreiben.</li> <li>- grundlegende Gleichgewichtszustände (mechanisch, thermisch, elektrisch) und ihre Veränderungen (z. B. durch Ströme) beschreiben.</li> <li>- gegebene Lösungen von physikbezogenen Aufgaben und Problemen wiedergeben und erläutern.</li> <li>- Beispiele für Anwendungen einzelner funktionaler Zusammenhänge, Gesetzmäßigkeiten, Größenordnungen, Messvorschriften etc. wiedergeben.</li> <li>- Kernaussagen einfacher Modelle wiedergeben.</li> </ul>

Tabelle 7: Beschreibung der Kompetenzstufe II (Mindeststandard) für den Kompetenzbereich „Fachwissen“

## AUFGABENBEISPIELE

Untersuchungen des IQB haben gezeigt, dass die naturwissenschaftliche Kompetenz bez. des Kompetenzbereiches „Fachwissen“ der Schülerinnen und Schüler, die

folgende Aufgaben in der Regel (zwei von drei) erfolgreich bearbeiten können, auf Mindestniveau oder höher ausgeprägt ist.

### Beispiel 1: Stechmücken (/9/ S. 25)

Sicherlich hat dich schon mal eine Mücke gestochen. Die weiblichen Stechmücken benötigen nach der Befruchtung das Blut als eiweißhaltige Nahrungsquelle für ihre Eierproduktion. Nur die Weibchen nehmen neben Pflanzensäften Blut als sogenannte „Brutmahlzeit“ zu sich. Die Männchen saugen ausschließlich Pflanzensäfte.

Der Lebenszyklus der Stechmücken ist ans Wasser gebunden. Je nach Stechmückenart werden Eier in Wasser oder in nasses Gras (z. B. in Überflutungsgebieten) abgelegt. Aus den Eiern schlüpfen Mückenlarven. Die Larven verwandeln sich zu Puppen. Die Larven und Puppen der Stechmücke müssen zum Luftholen an die Wasseroberfläche kommen. Aus den Puppen entwickeln sich schließlich die ausgewachsenen Stechmücken.

Nenne die Reihenfolge, in welcher die Stechmücke ihre Entwicklungsschritte durchläuft.

### Beispiel 2: Wasserstoffauto (/10/ S. 23)

In den letzten Jahrzehnten hat die Verschmutzung der Luft durch Autoabgase zugenommen. Als eine umweltfreundliche Alternative wurden Wasserstoff-Autos entwickelt. In Wasserstoff-Autos setzt man Wasserstoff statt Benzin als Treibstoff ein.

Im Motor reagieren Wasserstoff und Sauerstoff in einer chemischen Reaktion zu Wasser. Eine solche Reaktion eines Stoffes mit Sauerstoff heißt Oxidation.

Man kann nicht nur unter Energiefreisetzung Wasser aus Sauerstoff und Wasserstoff erzeugen (Synthese), sondern auch unter Energieeinsatz Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegen (Analyse).

Kreuze an.



Durch den Energieeinsatz

- ... kann die Reaktionsrichtung umgekehrt werden.
- ... läuft die Synthese schneller ab.
- ... kann man mehr Wasser herstellen.
- ... läuft die Analyse langsamer ab.

### Beispiel 3: Lichtmessung über Entfernung (/11/ S. 25)

Fachinformation

Um von einem Ort zu einem anderen zu gelangen, benötigt das Licht eine gewisse Zeit. Durch Luft hindurch bewegt es sich in einer Sekunde ca. 300.000 km weit.

A und B haben einen Abstand von 3 km. Schätze, wie lange die Laufzeit des Lichtes von A zu B ungefähr ist.

Kreuze an.

- 1000 s
- 1 s
- 0,001 s
- 0,00001 s

**KOMPETENZBEREICH ERKENNTNISGEWINNUNG**

Biologie (/9/ S. 38)	Chemie (/10/ S. 35)	Physik (/11/ S. 38)
<b>Die Schülerinnen und Schüler können auf der Kompetenzstufe II (Mindeststandard)</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- eine biologische Fragestellung aus einem beschriebenen Phänomen oder Sachverhalt ableiten.</li> <li>- eine Hypothese formulieren, die einer einfachen Untersuchung (Beobachtung, Experiment, Vergleich) zu Grunde liegt.</li> <li>- einen Untersuchungsplan (Beobachtung, Experiment, Vergleich) durch die Auswahl mehrerer relevanter Variablen oder Kriterien ergänzen.</li> <li>- Schlussfolgerungen aus Daten einer Untersuchung mit mehreren Variablen auswählen.</li> <li>- Charakteristika der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung (z. B. theoriegeleitetes Vorgehen) wiedergeben.</li> <li>- Informationen aus gegenständlichen Modellen mit dem Original vergleichen.</li> <li>- den Zweck und die Grenzen von abstrakten Modellen (z. B. DNA) identifizieren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sicherheitsregeln auf konkrete Situationen anwenden.</li> <li>- chemiebezogene Fragestellungen in lebensweltlichen Zusammenhängen identifizieren.</li> <li>- die Eignung von Experimenten zur Prüfung von einfachen Hypothesen beurteilen.</li> <li>- einfache Experimente zur Überprüfung von Hypothesen planen.</li> <li>- experimentelle Beobachtungen zum Ableiten von einfachen Schlussfolgerungen nutzen.</li> <li>- Aussagen des Dalton-Modells auf naturwissenschaftliche Fragestellungen beziehen.</li> <li>- eine modellhafte Darstellung einem chemischen Sachverhalt zuordnen.</li> <li>- Modelldarstellungen zum Ableiten von einfachen Schlussfolgerungen nutzen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- eine Fragestellung wiedergeben, die sich auf eine Untersuchung mit wenigen Variablen bezieht.</li> <li>- Variablen in einer gegebenen Situation identifizieren.</li> <li>- in konkreten Situationen Beobachtungen, Vermutungen und Erklärungen identifizieren.</li> <li>- Vermutungen auf der Basis gegebener Phänomene und Zusammenhänge identifizieren.</li> <li>- Experimente unter der Berücksichtigung von Hypothesen nachvollziehen und dabei gegebene Messwerte in ein Diagramm eintragen und Schlussfolgerungen identifizieren.</li> <li>- Werte von bekannten Messgeräten ablesen.</li> <li>- in vorgegebenen Tabellen und Graphen funktionale Zusammenhänge identifizieren.</li> <li>- mit Analogien und Modellvorstellungen (z. B. technische und natürliche) Prozesse beschreiben.</li> <li>- vorgegebene Anlässe der Entwicklung und Veränderung physikalischer Erkenntnisse identifizieren.</li> </ul>

Tabelle 8: Beschreibung der Kompetenzstufe II (Mindeststandard) für den Kompetenzbereich „Erkenntnisgewinnung“

## AUFGABENBEISPIELE

Untersuchungen des IQB haben gezeigt, dass die naturwissenschaftliche Kompetenz bez. des Kompetenzbereiches „Erkenntnisgewinnung“ der Schülerinnen und

Schüler, die folgende Aufgaben in der Regel (zwei von drei) erfolgreich bearbeiten können, auf Mindestniveau oder höher ausgeprägt ist.

### Beispiel 1: Fleißiges Lieschen (/9/ S. 27)

Max will die Wachstumsbedingungen von Pflanzen untersuchen. Er verwendet als Versuchspflanze das „Fleißige Lieschen“, eine pflegeleichte und widerstandsfähige Zimmerpflanze.

Max führt folgendes Experiment durch:

Faktoren	Pflanze 1	Pflanze 2
Temperatur	25 °C	25 °C
Ort	am hellen Fenster	im dunklen Schrank
Gießen	1-mal täglich	1-mal täglich
Düngen	2-mal wöchentlich	2-mal wöchentlich

Max hat bei der Planung seines Experiments ein wichtiges Prinzip beachtet.

Nenne dieses Prinzip.

Wenn dir der Name des Prinzips nicht einfällt, kannst du es auch kurz mit eigenen Worten beschreiben.

### Beispiel 2: Sauberes Wasser (/10/ S. 25)

In Deutschland verbraucht jeder Erwachsene täglich circa zwei Liter Leitungswasser zum Trinken und zum Kochen. Mit der folgenden Aussagen wird Werbung für den Kauf von Filterwasser gemacht: „Leitungswasser enthält Schadstoffe. Diese kann man mit Hilfe eines Wasserfilters entfernen.“

Die Verbraucherzentrale empfiehlt, keine Wasserfilter zu kaufen. Sie ist davon überzeugt, dass die Filterverkäufer mit falschen Aussagen werben.

Kreuze an, welche Untersuchung die Verbraucherzentrale durchführen muss, um zu zeigen, dass die Verkäuferinnen und Verkäufer von Wasserfiltern mit falschen Aussagen werben.

Schadstoffgehalt im ...

- ... Leitungswasser bestimmen.
- ... Grundwasser und im Leitungswasser bestimmen.
- ... gefilterten Leitungswasser bestimmen.
- ... Leitungswasser und im gefilterten Leitungswasser bestimmen.

**Beispiel 3: Bewegung eines Wagens (/11/ S. 27)**

Bei einem Experiment (Bild 1) wird ein Wagen aus dem Stand so lange beschleunigt, bis das Gewichtsstück den Fußboden erreicht hat. Anschließend bewegt sich der Wagen bis zum Ende der waagerechten Tischplatte mit annähernd gleichbleibender Geschwindigkeit weiter. Während der gesamten Bewegung erfolgt fortlaufend die Messung des zurückgelegten Weges und der dazugehörigen Zeit. Aus diesen Wertepaaren können Geschwindigkeit und Beschleunigung bestimmt werden.

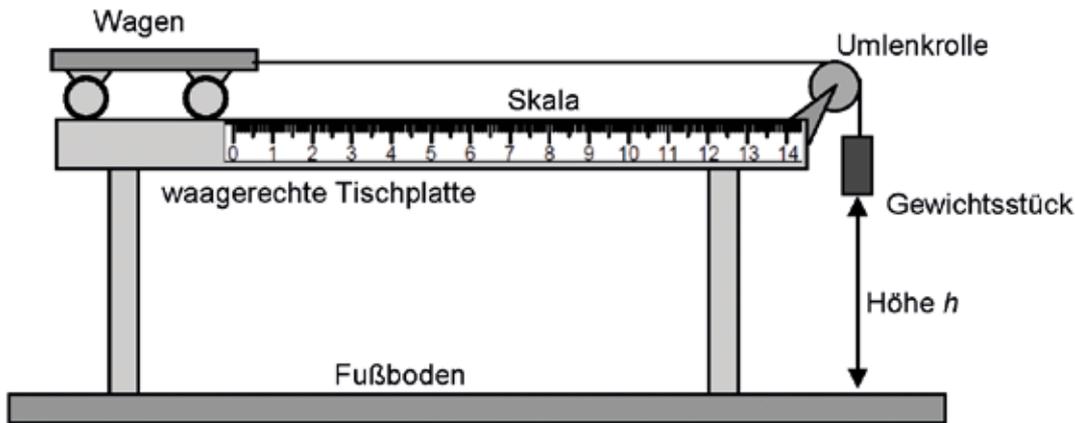


Bild 1

In einem weiteren Experiment wird eine Kiste in den Fallweg des Gewichtsstückes gestellt (Bild 2). Die übrige Experimentieranordnung bleibt unverändert.

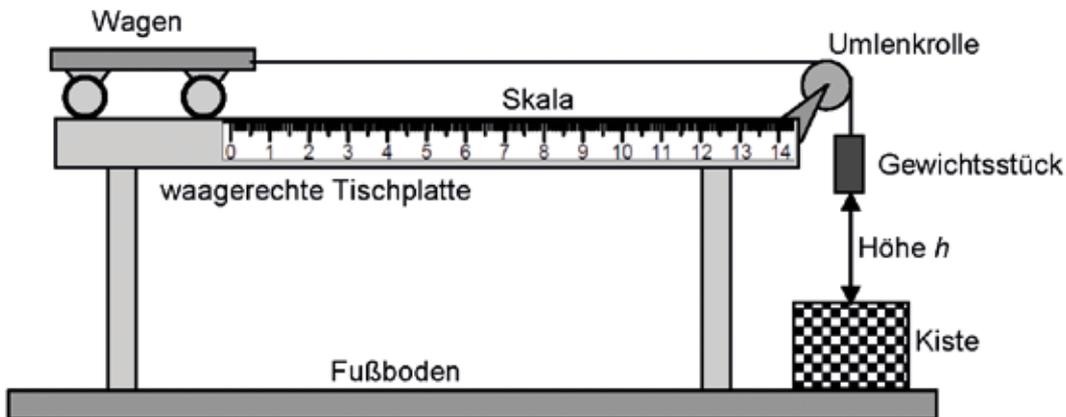


Bild 2

Wie wirkt sich das Aufstellen der Kiste auf die Bewegung des Wagens aus?

Kreuze an.

- Die Geschwindigkeit des Wagens nimmt bis zum Tischeende immer zu.
- Die maximal erreichbare Geschwindigkeit ist größer als beim ersten Experiment.
- Der Weg, auf dem die Kiste beschleunigt wird, ist kürzer als beim ersten Experiment.
- Der Weg, auf dem die Kiste beschleunigt wird, ist länger als beim ersten Experiment.

## 2.3 KONSTRUKTION UND DURCHFÜHRUNG DES LÄNDERVERGLEICHES

Im Vergleich zu Aufgaben, die im Unterricht eingesetzt werden, sind die Testaufgaben der Ländervergleichsstudien oft kürzer und schneller zu beantworten. Es wurden verschiedene Aufgabenformate verwendet:

- geschlossene Aufgabenformate (z. B. sogenannte Multiple-Choice-Aufgaben, bei denen aus verschiedenen Antwortalternativen auszuwählen ist)
- halboffene Aufgabenformate (mit einer Kurzwort zu bearbeitende Aufgaben)
- offene Aufgabenformate (z. B. frei zu formulierende Texte, Zeichnungen, Skizzen etc.).

Geschlossene Aufgabenformate werden maschinell ausgewertet. Halboffene oder offene Formate erfordern Beurteilungen durch geschulte Kodiererinnen und Kodierer anhand von genauen Kodieranweisungen.

Die Untersuchung fand im Mai 2012 an einem Vormittag in den Schulen statt und dauerte insgesamt ca. 3,5 Zeitstunden (einschließlich Pausen). Die Erhebung umfasste die folgenden Testphasen:

- Bearbeitung des Testheftes 1 (Aufgaben im Fach Mathematik bzw. in den naturwissenschaftlichen Fächern), Teil 1: 60 Minuten
- Pause: 15 Minuten
- Bearbeitung des Testheftes 1 (Aufgaben im Fach Mathematik bzw. in den naturwissenschaftlichen Fächern), Teil 2: 60 Minuten

- Pause: 15 Minuten
- Bearbeitung des Testheftes 2 (Indikatoren für Lesefähigkeit und kognitive Grundfähigkeit) sowie des Schülerfragebogens: ca. 45 Minuten

Die bearbeiteten Testhefte und Fragebögen wurden von den Testleiterinnen und Testleitern nach der Bearbeitung eingesammelt.

Im Anschluss an die Erhebungen wurden die Daten in ein Auswertungssystem eingegeben, verarbeitet und in pseudonymisierter Form an die Projektleitung am IQB zur Auswertung übermittelt. Alle Berichte über die Ergebnisse der Studie werden auf zusammengefassten Daten beruhen. Es ist also nicht möglich, die Ergebnisse einzelnen Personen zuzuordnen. Die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Bestimmungen ist eine wesentliche Voraussetzung für die Durchführung der Studie. Alle im Rahmen der Studie eingesetzten Unterlagen und Abläufe wurden datenschutzrechtlich geprüft und vom Ministerium des jeweiligen Bundeslandes genehmigt (vgl. /8/).

## 2.4 ERGEBNISSE UND ERKENNTNISSE

Die in diesem Abschnitt dargestellten Aussagen und Daten zu den Ergebnissen und Erkenntnissen sind im Wesentlichen dem offiziellen Bericht des IQB zum Ländervergleich (vgl. /12/) entnommen. Sie wurden lediglich für diese Broschüre gekürzt und vom Layout angepasst.

Dabei entspricht

- Abschnitt 2.4.1 der Zusammenfassung des Kapitels 5 des Berichts (vgl. /12/, S. 141–158),
- Abschnitt 2.4.2 der Zusammenfassung des Kapitels 6.1 (vgl. /12/, S. 232–236) und
- Abschnitt 2.4.3 der Zusammenfassung der Kapitel 7, 8 und 11 (vgl. /12/, S. 248–296 bzw. 346–365).

## 2.4.1 LÄNDERERGEBNISSE IM VERGLEICH

### IM MITTEL VON ALLEN SCHÜLERINNEN UND SCHÜLERN ERREICHTE KOMPETENZSTÄNDE

Ein wichtiger Indikator für die in den 16 Ländern erzielten Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler in den naturwissenschaftlichen Fächern am Ende der Sekundarstufe I sind die Kompetenzmittelwerte. Die im Ländervergleich 2012 verwendete Berichtsmetrik weist für die Gesamtheit aller Schülerinnen und Schüler in der 9. Jahr-

gangsstufe einen Mittelwert (M) von 500 Punkten und eine Standardabweichung (SD) von 100 Punkten auf. In einer ersten Übersicht sind die Kompetenzmittelwerte für alle sechs untersuchten naturwissenschaftlichen Kompetenzbereiche dargestellt (siehe Tabelle 9).

	Biologie		Chemie		Physik	
	F	E	F	E	F	E
Baden-Württemberg	501	496	499	500	502	499
Bayern	505	507	512	508	515	597
Berlin	493	495	490	496	491	490
Brandenburg	532	524	530	532	529	526
Bremen	481	481	477	479	482	480
Hamburg	487	485	484	483	482	485
Hessen	489	491	492	491	496	492
Mecklenburg-Vorpommern	521	515	519	511	516	506
Niedersachsen	504	507	502	503	500	505
Nordrhein-Westfalen	482	486	481	483	476	485
Rheinland-Pfalz	514	511	504	509	505	508
Saarland	498	501	497	496	497	492
Sachsen	541	530	542	537	544	538
Sachsen-Anhalt	529	518	538	525	534	524
Schleswig-Holstein	505	504	499	501	504	503
Thüringen	535	531	534	531	539	532

Tabelle 9: In den Ländern von allen Schülerinnen und Schülern, die mindestens den Mittleren Schulabschluss anstreben, im Schuljahrgang 9 in den Naturwissenschaften erzielte Kompetenzstände

F – Kompetenzbereich Fachwissen, E – Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

Tabelle 9 macht deutlich, dass die durchschnittlich erzielten Kompetenzstände in den naturwissenschaftlichen Fächern zwischen den Ländern der Bundesrepublik Deutschland erheblich variieren. Die Unterschiede reichen von maximal 50 Punkten im Kompetenzbereich *Biologie Erkenntnisgewinnung* bis zu maximal 68 Punkten im Kompetenzbereich *Physik Fachwissen*.

Zur Veranschaulichung der inhaltlichen Bedeutung von Kompetenzunterschieden werden diese in der empirischen Bildungsforschung häufig in durchschnittliche Lernzuwächse pro Schuljahr umgerechnet. Der Lernzuwachs pro Schuljahr stellt jedoch keine konstante Größe dar, sondern variiert in Abhängigkeit von der Altersstufe, vom Geschlecht sowie insbesondere von der Schulart und dem Fach. Anhand der Ergebnisse bisheriger empirischer Untersuchungen kann für die im Ländervergleich untersuchte Schülerschaft am Ende der Sekundarstufe I in den naturwissenschaftlichen Fächern ein durchschnittlicher Lernzuwachs von 20 bis 30 Punkten pro Schuljahr als Orientierungsgröße verwendet werden. Setzt man die oben berichteten Mittelwertsdifferenzen zwischen den Ländern hierzu in Beziehung, so entspricht der größte beobachtete Unterschied einem Lernvorsprung von etwa zwei Schuljahren.

Des Weiteren zeigt sich innerhalb der einzelnen Länder ein recht homogenes Ergebnismuster für die mittleren Kompetenzstände auf den sechs naturwissenschaftlichen Skalen. Weichen die Kompetenzstände der Schülerinnen und Schüler eines Landes in einem Kompetenzbereich statistisch bedeutsam vom deutschen Mittelwert ab, so ist eine signifikante Abweichung in derselben Richtung häufig auch in den anderen Kompetenzbereichen zu verzeichnen. So erzielen Schülerinnen und Schüler in den Ländern Bremen, Hamburg und Nordrhein-Westfalen in allen sechs naturwissenschaftlichen Kompetenzbereichen signifikant unterdurchschnittliche Ergebnisse. Demgegenüber liegen die Kompetenzstände der Schülerinnen und Schüler in den Ländern Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen in sämtlichen Bereichen signifikant oberhalb des deutschen Mittelwerts. Ausgeprägte Stärken-Schwächen-Profile in dem Sinne, dass Schülerinnen und Schüler eines Landes hohe Kompetenzstände in dem einen Kompetenzbereich, aber signifikant unterdurchschnittliche Kompetenzstände in

den anderen Kompetenzbereichen aufweisen, lassen sich nicht feststellen. Diese Homogenität der Befunde über die Fächer und Kompetenzbereiche steht im Einklang mit vorhergehenden Untersuchungen zur Struktur naturwissenschaftlicher Kompetenzen.

### **Biologie Fachwissen und Erkenntnisgewinnung**

Im Kompetenzbereich *Biologie Fachwissen* lässt sich eine Gruppe von sechs Ländern identifizieren, in denen die mittleren Kompetenzwerte der Schülerinnen und Schüler oberhalb des deutschen Mittelwerts liegen.

Sie umfasst alle ostdeutschen Flächenländer sowie Rheinland-Pfalz. In den Ländern Sachsen, Thüringen, Brandenburg und Sachsen-Anhalt liegen die mittleren Kompetenzstände mit mehr als 25 Punkten besonders deutlich über dem gesamtdeutschen Durchschnitt. In Lernzuwächsen pro Schuljahr ausgedrückt entspricht die Differenz einem Vorsprung von etwa einem Schuljahr. Bemerkenswert ist dabei, dass auch innerhalb der Spitzengruppe eine deutliche Spannbreite von 27 Punkten vorliegt.

Die Mittelgruppe, deren Kompetenzmittelwerte sich nicht signifikant vom deutschen Durchschnitt unterscheiden, besteht aus den sechs Ländern Schleswig-Holstein, Bayern, Niedersachsen, Baden-Württemberg, Saarland und Berlin.

An diese Gruppe schließen sich die Länder Hessen, Hamburg, Nordrhein-Westfalen und Bremen an, deren Ergebnisse statistisch bedeutsam unterhalb des deutschen Mittelwerts liegen.

Im Vergleich zur Skala *Biologie Fachwissen* verschieben sich im Kompetenzbereich *Biologie Erkenntnisgewinnung* zwar die relativen Positionen einiger Länder, allerdings ohne dass sich die Zusammensetzung der drei Leistungsgruppen ändert.

### Chemie Fachwissen und Erkenntnisgewinnung

Traditionell setzt der Chemieunterricht im Vergleich zum Unterricht in den anderen naturwissenschaftlichen Fächern später ein, meist erst in der 8. Jahrgangsstufe. Da die im Ländervergleich 2012 untersuchten Kompetenzen das Ergebnis eines kumulativen Wissenserwerbs im Verlauf der gesamten Sekundarstufe I darstellen, könnte für das Fach Chemie vermutet werden, dass die durchschnittlich in den Ländern erreichten Kompetenzen eine geringere Variabilität aufweisen. Aber auch im Fach Chemie beträgt die Spannbreite der mittleren Kompetenzstände zwischen den Ländern rund 60 Punkte.

In *Chemie Fachwissen* wird die Verteilung von den ostdeutschen Flächenländern sowie Bayern angeführt. Daran schließt sich ein breites Mittelfeld an (siehe Tabelle 10). In den Ländern Hamburg, Nordrhein-Westfalen und Bremen erreichen die Schülerinnen und Schüler hingegen Kompetenzwerte, die signifikant unterhalb des deutschen Mittelwerts liegen.

Im Kompetenzbereich *Chemie Erkenntnisgewinnung* wird die für den Kompetenzbereich *Chemie Fachwissen* identifizierte Spitzengruppe durch Rheinland-Pfalz erweitert. Dem Mittelfeld sind auf der Skala *Chemie Erkenntnisgewinnung* die Länder Niedersachsen, Schleswig-Holstein, Baden-Württemberg, Berlin und das Saarland zuzuordnen. In den Ländern Hessen, Nordrhein-Westfalen,

Hamburg und Bremen liegen die Leistungen der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler in diesem Kompetenzbereich dagegen signifikant unterhalb des deutschen Mittelwerts.

### Physik Fachwissen und Erkenntnisgewinnung

Wie in den beiden anderen naturwissenschaftlichen Fächern erreichen die Schülerinnen und Schüler in den ostdeutschen Flächenländern in Physik wiederum vergleichsweise hohe Kompetenzwerte.

In *Physik Fachwissen* gehören die Länder Sachsen, Thüringen, Sachsen-Anhalt, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Bayern zur Spitzengruppe; in *Physik Erkenntnisgewinnung* sind es die Länder Sachsen, Thüringen, Brandenburg und Sachsen-Anhalt.

Die Länder Rheinland-Pfalz, Schleswig-Holstein, Baden-Württemberg, Niedersachsen, Saarland, Hessen und Berlin gehören im Kompetenzbereich *Physik Fachwissen* zum Mittelfeld. Während in Hessen und Berlin die Kompetenzstände der Schülerinnen und Schüler im Bereich *Fachwissen* im durchschnittlichen Bereich liegen, ist ihre Leistung auf der Skala *Erkenntnisgewinnung* unterdurchschnittlich. In den Ländern Bremen, Hamburg und Nordrhein-Westfalen befinden sich die Leistungen der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler auf beiden Skalen signifikant unterhalb des deutschen Mittelwerts.

## ERREICHTE KOMPETENZSTÄNDE AM GYMNASIUM

In diesem Abschnitt sollen die Kompetenzmittelwerte von Schülerinnen und Schülern betrachtet werden, die die 9. Jahrgangsstufe des Gymnasiums besuchen.

Das Gymnasium ist bundesweit die einzige Schulart, die bei ansonsten recht heterogenen Schulstrukturen in allen 16 Ländern vorkommt. Die konkrete Ausgestaltung des Gymnasiums variiert jedoch zwischen den Ländern erheblich, was insbesondere für die gymnasiale Beteiligungsquote gilt, also für den Anteil der Schülerinnen und Schüler eines bestimmten Jahrgangs, die das Gymnasium besuchen.

In Tabelle 10 sind die durchschnittlichen Schülerleistungen an Gymnasien in den sechs im Ländervergleich 2012 untersuchten naturwissenschaftlichen Kompetenzbereichen dargestellt.

	Quote in %	Biologie		Chemie		Physik	
		F	E	F	E	F	E
Baden-Württemberg	33,0	592	582	597	595	593	595
Bayern	30,7	593	593	602	599	610	595
Berlin	40,8	563	566	565	564	561	557
Brandenburg	42,9	595	584	598	600	595	596
Bremen	42,8	562	563	553	559	563	557
Hamburg	42,8	561	558	553	554	552	554
Hessen	38,1	557	558	562	558	562	559
Mecklenburg-Vorpommern	30,9	582	567	576	566	574	561
Niedersachsen	36,5	582	583	575	581	574	584
Nordrhein-Westfalen	33,3	565	569	565	571	561	571
Rheinland-Pfalz	35,6	582	584	570	574	570	580
Saarland	34,4	591	585	586	576	591	577
Sachsen	40,2	609	588	612	602	614	603
Sachsen-Anhalt	40,2	615	598	624	609	621	609
Schleswig-Holstein	33,6	586	585	574	578	578	590
Thüringen	40,9	598	590	602	592	599	596
Deutschland	35,0	580	578	581	581	580	581

Tabelle 10: In den Ländern von den Schülerinnen und Schülern am Gymnasium im Schuljahrgang 9 in den Naturwissenschaften erzielte Kompetenzstände,

Quote: Anteil der Schülerinnen und Schüler des Testjahrgangs, der an einem Gymnasium lernt

F – Kompetenzbereich Fachwissen, E – Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

Schülerinnen und Schüler an Gymnasien erzielen Kompetenzstände, die im Mittel rund 80 Kompetenzpunkte über dem Durchschnitt aller Neuntklässlerinnen und Neuntklässler liegen. Vergleicht man die Verteilung der Leistungsmittelwerte am Gymnasium (siehe Tabelle 10) mit den Leistungsmittelwerten für die gesamte Schülerschaft (siehe Tabelle 9), ergeben sich viele Gemeinsamkeiten.

So zeigen Schülerinnen und Schüler in den Ländern Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen mit 600 Kompetenzpunkten und mehr auch am Gymnasium deutlich überdurchschnittliche Leistungen. Im Vergleich zu Gymnasiastinnen und Gymnasiasten fast aller anderen Länder ist dies ein erheblicher Kompetenzvorsprung.

Auch am unteren Ende der Länderrangreihen lassen sich für das Leistungsniveau an Gymnasien ähnliche Muster wie für Schülerinnen und Schüler aller Schularten erkennen. So schneiden die Gymnasiastinnen und Gymnasiasten in den Ländern Bremen, Hamburg, Hessen und Nordrhein-Westfalen auf mindestens drei von sechs Skalen unterdurchschnittlich ab.

Neben diesen Gemeinsamkeiten ergeben sich jedoch auch einige schulartspezifische Befunde für das Gymnasium. Bemerkenswert ist beispielsweise, dass die Berliner Gymnasiastinnen und Gymnasiasten auf fünf von sechs naturwissenschaftlichen Skalen signifikant schwächer abschneiden als Gymnasialschülerinnen und -schüler in Deutschland insgesamt, während über alle Schulformen hinweg betrachtet die Berliner Jugendlichen nur in *Physik Erkenntnisgewinnung* unterdurchschnittliche Werte aufweisen. Ein ähnliches Muster lässt sich auch für Mecklenburg-Vorpommern beobachten, wo die gesamte Schülerschaft auf allen sechs Skalen mit der fünften Position ein sehr gutes Ergebnis vorzuweisen hat. Beschränkt man die Analysen hingegen auf das Gymnasium, dann liegen die dort erzielten Kompetenzstände im Vergleich zu denen an Gymnasien anderer Länder deutlich niedriger, in *Chemie Erkenntnisgewinnung* und *Physik Erkenntnisgewinnung* sogar signifikant unterhalb des deutschen Durchschnitts.

Auffällig ist weiterhin, dass der Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung* von dieser Diskrepanz stärker betroffen ist als der Bereich *Fachwissen*.

Ein gegenteiliger Effekt findet sich für Bayern, wo im Vergleich zu den schulartübergreifenden Ergebnissen die Leistungen an den Gymnasien günstiger ausfallen: Wäh-

rend an bayerischen Gymnasien überdurchschnittliche Kompetenzstände auf allen Skalen nachzuweisen sind, trifft dies für die gesamte Schülerschaft nur auf die Hälfte der Skalen zu. Dieser Sachverhalt könnte möglicherweise auf die in Bayern bundesweit niedrigste Gymnasialquote und die daraus folgende stärkere Selektivität der Schülerschaft an Gymnasien zurückzuführen sein.

Ein gegenüber dem Ländervergleich 2009 überraschender Befund des Ländervergleichs 2012 besteht allerdings darin, dass nur ein sehr geringer Zusammenhang zwischen der Gymnasialbeteiligung und den Kompetenzmittelwerten auf Länderebene besteht. Im Ländervergleich 2009, in dem die sprachlichen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der Sekundarstufe I untersucht wurden, konnte für die mittleren Kompetenzstände in Deutsch und Englisch ein deutlicher negativer Zusammenhang festgestellt werden: Je geringer die Gymnasialbeteiligung in einem Land war, desto höher fielen tendenziell die mittleren Leistungen aus. Im IQB-Ländervergleich 2012 hingegen ergibt sich kein solcher Zusammenhang. Je nach Kompetenzbereich variiert die Korrelation zwischen Gymnasialbeteiligung und mittlerer Kompetenz über die 16 Länder. Diese Korrelationen fallen primär wegen der ostdeutschen Spitzengruppe (Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen), in der überdurchschnittliche Kompetenzstände mit hohen Gymnasialbeteiligungsquoten von etwa 40 % einhergehen, so gering aus. Dieses Muster zeigt sich für alle sechs naturwissenschaftlichen Skalen und ist die konsequente Weiterentwicklung eines Trends, der sich im Bereich der Naturwissenschaften in den letzten Jahren abgezeichnet hat. In der ersten PISA-Erhebung 2000 konnte noch ein deutlich negativer Zusammenhang von Gymnasialquote und Kompetenzniveau auf Länderebene festgestellt werden, der sich in leicht abgeschwächter Form auch in PISA 2003 zeigte. In PISA 2006 verringerte sich die Korrelation zwischen naturwissenschaftlicher Kompetenz und Gymnasialbeteiligung weiter. Unter dem Vorbehalt, dass den PISA-Studien und den IQB-Ländervergleichen unterschiedliche Kompetenzkonstrukte und Messinstrumente zugrunde liegen, scheint sich als Trend abzuzeichnen, dass der Zusammenhang zwischen gymnasialer Beteiligungsquote und naturwissenschaftlicher Leistung abnimmt.

## 2.4.2 VERTEILUNG DER SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER AUF DIE KOMPETENZSTUFEN

Für die naturwissenschaftlichen Fächer ergibt sich in Sachsen-Anhalt folgendes Befundmuster (vgl. Tabelle 11):

			Kompetenzstufen				
			I	II	III	IV	V
				Mindest- standard	Regel- standard	Regel- standard +	Optimal- standard
Biologie	F	SKS	4,1	28,1	56,6	11,0	0,3
		Gym	0,1	1,7	31,0	59,9	10,3
	E	SKS	8,2	44,7	42,3	4,6	0,1
		Gym	0,4	9,8	49,3	36,1	4,4
Chemie	F	SKS	11,3	31,4	48,2	8,4	0,7
		Gym	0,1	3,1	36,1	40,9	19,7
	E	SKS	10,9	33,4	35,9	17,2	2,6
		Gym	0,8	4,6	18,7	41,6	34,3
Physik	F	SKS	6,9	25,2	53,1	13,3	1,6
		Gym	0,4	1,9	24,5	45,8	27,4
	E	SKS	6,1	25,4	51,3	15,5	1,7
		Gym	0,0	1,7	20,9	45,2	32,2

Tabelle 11: Prozentuale Kompetenzstufenverteilung in den naturwissenschaftlichen Fächern für Schülerinnen und Schüler, die mindestens den Mittleren Schulabschluss anstreben

SKS – alle Schulformen außer Gymnasium und Förderschulen, Gym – Schulform Gymnasium

F – Kompetenzbereich Fachwissen, E – Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

Etwa 2 % der zielgleich unterrichteten Neuntklässlerinnen und Neuntklässler, die mindestens einen Mittleren Schulabschluss (MSA) anstreben, verfehlen im Fach Biologie im Bereich *Fachwissen* den Mindeststandard der KMK für den Mittleren Schulabschluss; im Bereich *Erkenntnisgewinnung* liegt dieser Anteil bei fast 5 %. Im Fach Chemie bleiben jeweils rund 6 % in den beiden Kompetenzbereichen (*Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung*) unterhalb des Mindeststandards. Im Fach Physik schließlich liegt der Anteil der Schülerinnen und Schüler auf Kompetenzstufe I bei 4 % (*Fachwissen*) beziehungsweise bei etwa 3 % (*Erkenntnisgewinnung*).

Den KMK-Regelstandard erreichen oder übertreffen (Kompetenzstufe III oder höher) in *Biologie Fachwissen* insgesamt etwa 81 %, in *Biologie Erkenntnisgewinnung* 66 % der Schülerinnen und Schüler. Die entsprechenden Anteilswerte im Fach Chemie liegen bei fast 75 % (*Fachwissen*) und 73 % (*Erkenntnisgewinnung*). Im Fach Physik schließlich erzielen im Bereich *Fachwissen* etwa 81 % der Schülerinnen und Schüler Leistungen, die dem Regelstandard oder einer höheren Kompetenzstufe entsprechen, im Bereich *Erkenntnisgewinnung* sind es etwa 82 %.

Herausragende Leistungen auf der höchsten Kompetenzstufe (Optimalstandard) erreichen in Biologie insgesamt knapp 5 % (*Fachwissen*) beziehungsweise 2 % (*Erkenntnisgewinnung*), in Chemie rund 9 % (*Fachwissen*) beziehungsweise fast 17 % (*Erkenntnisgewinnung*) und in Physik etwa 13 % (*Fachwissen*) beziehungsweise 15 % (*Erkenntnisgewinnung*) der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler in Sachsen-Anhalt, die mindestens einen MSA anstreben.

Anhand von Tabelle 11 wird auch ersichtlich, dass sich die naturwissenschaftlichen Leistungen der Schülerinnen und Schüler in Sachsen-Anhalt an Gymnasien deutlich von denen an anderen Schularten, die zum MSA führen, unterscheiden.

So erreichen oder übertreffen je nach Kompetenzbereich zwischen etwa 90 und 98 % der Gymnasiastinnen und Gymnasiasten die KMK-Regelstandards, während dieser Anteil bei Schülerinnen und Schülern, die an anderen Schularten einen MSA anstreben, zwischen 47 und knapp 69 % variiert.

Vergleicht man zusammenfassend die Befunde zur Erreichung der Bildungsstandards bei den Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern in Sachsen-Anhalt mit den entsprechenden bundesweiten Kompetenzstufenverteilungen, so fällt Folgendes auf:

In einzelnen *naturwissenschaftlichen* Kompetenzbereichen werden in Sachsen-Anhalt die Mindeststandards seltener verfehlt (*Chemie Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* sowie *Physik Fachwissen*) und die Regelstandards häufiger erreicht (*Fachwissen* in allen drei Fächern) als in Deutschland insgesamt. Die Optimalstandards erreichen Schülerinnen und Schüler in Sachsen-Anhalt insbesondere an den Gymnasien, aber auch insgesamt, häufiger als Schülerinnen und Schüler deutschlandweit, vor allem in den Kompetenzbereichen der Fächer Chemie und Physik. Schülerinnen und Schüler in Sachsen-Anhalt verfehlen in den nicht gymnasialen Schularten in allen sechs naturwissenschaftlichen Kompetenzbereichen seltener die Mindeststandards als bundesweit an nicht gymnasialen Schularten und erreichen in vier Kompetenzbereichen (bis auf *Biologie* und *Physik Erkenntnisgewinnung*) häufiger die Regelstandards.

### 2.4.3 ERKENNTNISSE ZU DEN RAHMENBEDINGUNGEN

#### Geschlechtsbezogene Unterschiede in den naturwissenschaftlichen Kompetenzen

Mädchen und Jungen unterscheiden sich hinsichtlich der Beteiligungsquoten an den verschiedenen Schularten. Die unterschiedlichen Beteiligungsquoten sind ihrerseits Ausdruck verschiedener Faktoren, vor allem von Leistungsunterschieden am Ende der Primarstufe.

Systematische Untersuchungen von Übergangsempfehlungen der Lehrkräfte deuten aber darauf hin, dass auch andere Faktoren wie das Sozialverhalten, die Motivation oder Lerntugenden (z. B. Konzentration und Genauigkeit) wichtig für die Empfehlung sind und dass Mädchen in diesen Bereichen vorteilhafter bewertet werden. Inwieweit die berichteten Zusammenhänge auf tatsächlichen Unterschieden zwischen den Schülergruppen beruhen oder systematische Urteilsverzerrungen der Lehrerinnen und Lehrer darstellen, kann jedoch nicht abschließend bestimmt werden.

Nach dem Übergang wirken die weiterführenden Schulformen als differenzielle Entwicklungsmilieus, sodass Mädchen, die prozentual häufiger als Jungen das Gymnasium besuchen, auch stärker von den dortigen Lerngelegenheiten profitieren.

Diese beiden Effekte – der Selektionseffekt und der Beschulungseffekt – sind nur schwer voneinander zu trennen. Für die naturwissenschaftlichen Fächer liefern die Analysen ein differenziertes Bild:

In den naturwissenschaftlichen Kompetenzbereichen erzielen Mädchen im Mittel höhere Werte als Jungen. Mit mehr als 20 Punkten ist der Leistungsvorsprung der Mädchen im Fach Biologie besonders deutlich ausgeprägt. In den Fächern Chemie und Physik sind die geschlechtsbezogenen Kompetenzunterschiede hingegen geringer.

Für die Ausprägung der Geschlechterdisparitäten sind in den naturwissenschaftlichen Fächern deutliche Schularteffekte zu verzeichnen: An den Gymnasien fällt der ins-

gesamt festgestellte Kompetenzunterschied zugunsten der Mädchen in allen naturwissenschaftlichen Kompetenzbereichen um etwa 15 Punkte geringer aus als an den sonstigen Schularten. Die für die Population der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler berichteten mittleren Kompetenzunterschiede zwischen den Geschlechtern können teilweise der Unterrepräsentation der Jungen am Gymnasium kombiniert mit der unterschiedlichen unterrichtlichen Ausgestaltung zugeschrieben werden. Inwieweit eine geringere Bildungsbeteiligung der Jungen am Gymnasium die Folge von Leistungsunterschieden zum Ende der Primarstufe ist, lässt sich mit Hilfe der vorliegenden Daten jedoch nicht beantworten.

Eine Aufschlüsselung der Geschlechterunterschiede nach Ländern ergibt größtenteils einheitliche Ergebnisse. Lediglich in Brandenburg, Sachsen und Thüringen erzielen die Jungen in gleich mehreren Teilbereichen bessere naturwissenschaftliche Kompetenzen, als dies aufgrund der bundesweit ermittelten Geschlechterunterschiede zu erwarten gewesen wäre.

Abschließend sei nochmals darauf verwiesen, dass die Differenzen trotz der teilweise signifikanten geschlechtsbezogenen Kompetenzunterschiede gering sind und sich die Kompetenzverteilungen von Mädchen und Jungen zu großen Teilen überlappen. Im Sinne einer optimalen Förderung ist es wichtig, die Wirkweise von vermittelnden Faktoren zu kennen, zu denen auch motivationale Merkmale der Schülerinnen und Schüler gehören. Ob diese Geschlechterunterschiede im schulischen Unterricht beispielsweise durch monoedukativen Unterricht aktiv in den Vordergrund gerückt werden oder explizit nicht thematisiert werden, um den „Faktor Geschlecht“ stärker zu „entdramatisieren“, hängt vom verfolgten Unterrichtskonzept und seiner konkreten Ausgestaltung ab. Ziel sollte eine optimale Förderung jedes Einzelnen unabhängig vom Geschlecht sein.

	Biologie		Chemie		Physik	
	F	E	F	E	F	E
Baden-Württemberg	-33	-27	-18	-19	-8	-17
Bayern	-30	-27	-9	-20	-3	-15
Berlin	-23	-19	-7	-5	0	-10
Brandenburg	-10	-4	9	22	21	21
Bremen	-19	-17	-9	-9	2	4
Hamburg	-15	-19	-7	-6	0	-4
Hessen	-21	-28	-5	-16	-4	-1
Mecklenburg-Vorpommern	-18	-19	-1	0	2	-4
Niedersachsen	-23	-34	-12	-10	-2	-14
Nordrhein-Westfalen	-9	-14	-2	0	10	-3
Rheinland-Pfalz	-31	-25	-10	-13	1	-7
Saarland	-26	-27	-3	-5	-9	-8
Sachsen	-13	-6	-2	8	7	11
Sachsen-Anhalt	-17	-10	-11	-7	-2	-6
Schleswig-Holstein	-14	-14	-8	-5	3	-4
Thüringen	-11	-12	12	5	9	3
Deutschland	-22	-22	-8	-10	0	-8

Tabelle 12: Geschlechtsbezogene Unterschiede in den naturwissenschaftlichen Fächern nach Ländern

Angegeben ist die Differenz zwischen der mittleren Leistung der Jungen und der Mädchen. Bei positiven Zahlen haben also die Jungen bessere Leistungen erzielt.

F – Kompetenzbereich Fachwissen, E – Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

## Soziale Disparitäten

Die Ergebnisse internationaler und nationaler Schulleistungsstudien der vergangenen Jahre haben wiederholt und konsistent gezeigt, dass die schulische Kompetenzentwicklung und Bildungslaufbahn von Schülerinnen und Schülern mit ihrer sozialen Herkunft zusammenhängen. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass sich Kinder und Jugendliche, die in unterschiedlichen sozialen, kulturellen und ökonomischen Verhältnissen aufwachsen, auch in den bildungsbezogenen Ressourcen und Lerngelegenheiten unterscheiden, die ihnen zur Verfügung stehen.

Diese differenziellen Ausgangsvoraussetzungen können sich wiederum in sozialen Ungleichheiten im Kompetenzerwerb und in Bildungsentscheidungen niederschlagen, die auch als soziale Disparitäten bezeichnet werden.

Theoretisch wird zur Erklärung der Kopplung von sozialer Herkunft einerseits und schulischer Leistung sowie der Beteiligung an höheren Bildungsgängen andererseits mit primären und sekundären Effekten der sozialen Schichtzugehörigkeit erklärt.

- *Primäre Effekte* sozialer Herkunft entstehen demzufolge dadurch, dass die Verfügbarkeit ökonomischer und kultureller Ressourcen einer Familie in hohem Maße von ihrer Zugehörigkeit zu einer sozialen Schicht abhängt. Dies wiederum beeinflusst über Anregungs- und Unterstützungsmöglichkeiten im Elternhaus, aber auch über die sozialschichtabhängige Nutzung schulischer Angebote und Ressourcen die Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler. Primäre Herkunftseffekte zeigen sich darin, dass Schülerinnen und Schüler in Abhängigkeit von ihrer sozialen Herkunft unterschiedliche Kompetenzniveaus erreichen. Diese Unterschiede in der Kompetenzentwicklung schlagen sich auch in den Schulnoten nieder, die wiederum eine wichtige Grundlage für Entscheidungen bei Übergängen im Bildungssystem und damit für die Beteiligung an den verschiedenen Bildungsgängen bilden.
- *Sekundäre Herkunftseffekte* hingegen beeinflussen Bildungsentscheidungen und -beteiligung unabhängig vom Kompetenzniveau der Schülerinnen und Schüler durch sozialschichtspezifische Erwartungen und Ziele für Bildung und Beruf. So hat sich gezeigt, dass – selbst bei gleichem Kompetenzniveau der Schülerinnen und Schüler – sozial besser gestellte Familien sich eher dafür entscheiden, ihre Kinder auf das Gymnasium zu schicken, als Familien mit niedrigerem Sozialstatus.

Im internationalen Vergleich betrachtet ist in der Sekundarstufe I eine Kopplung der sozialen Herkunft von Schülerinnen und Schülern an die von ihnen erreichten Kompetenzen in allen an PISA teilnehmenden OECD-Staaten zu beobachten, im Rahmen von PISA 2000 war dieser Zusammenhang jedoch in Deutschland besonders stark ausgeprägt. Diese sehr enge Kopplung in Deutschland hat sich mittlerweile abgeschwächt und liegt seit PISA 2006 auf durchschnittlichem OECD-Niveau.

Auch die Befunde nationaler Schulleistungsstudien, wie etwa der Erweiterungsstudien zu PISA 2000, 2003 und 2006, die – wie der vorliegende Ländervergleich 2012 – mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen im Ländervergleich untersuchten, wiesen darauf hin, dass Schülerinnen und Schüler, deren Eltern über eine höhere berufliche Qualifikation verfügen, deutlich höhere Kompetenzstände erreichen als Schülerinnen und Schüler mit geringer qualifizierten Eltern. Zu vergleichbaren Ergebnissen kamen weiterhin die IQB-Ländervergleichsstudien 2009 in der Sekundarstufe I und 2011 in der Primarstufe, die ebenfalls belegten, dass die Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern mit ihrer sozialen Herkunft verknüpft sind.

Ein Maß zur Bestimmung von Effekten der sozialen Herkunft basiert auf einer Klassifikation der Elternhäuser hinsichtlich ihrer beruflichen Tätigkeiten, die auch qualitative Unterschiede zwischen den verschiedenen Berufsgruppen berücksichtigt. Dabei werden die Berufe anhand der Art der jeweiligen Tätigkeiten (manuell, nicht manuell, landwirtschaftlich), der beruflichen Stellung (selbstständig, abhängig beschäftigt), der Weisungsbefugnis (keine, geringe, große) sowie der erforderlichen Qualifikation (keine, niedrig, hoch) bewertet und sieben Klassen zugeordnet. Die Klassifikation reicht von der „oberen Dienstklasse“ (Klasse I) bis zu „un- und angelernten Arbeitern“ (Klasse VII). Wiederum wird in den Analysen als Indikator für die soziale Herkunft der einzelnen Schülerinnen und Schüler die höchste Klasse der jeweiligen Berufe ihrer Eltern herangezogen.

Mit dem Ziel, den Grad der sozialen Disparitäten im Kompetenzerwerb auf der Basis der Klassifikation effizient und anschaulich zu bestimmen, werden Extremgruppen gebildet und die durchschnittlichen Kompetenzwerte beider Gruppen miteinander verglichen:

- In der ersten Extremgruppe 1 (Klassen I und II) werden Schülerinnen und Schüler zusammengefasst, deren Eltern beispielsweise dem mittleren Management angehören oder Beamte im mittleren, gehobenen beziehungsweise höheren Dienst sind.
- Die zweite Extremgruppe 2 (Klassen V bis VII) umfasst Schülerinnen und Schüler, deren Eltern zum

Beispiel Vorarbeiter, Meister oder Techniker in manuellen Arbeitsprozessen sind oder Dienstleistungstätigkeiten mit manuellem Charakter und geringem Anforderungsniveau ausüben.

Anhand der Einteilung wird bestimmt, inwieweit sich die Leistungen von Jugendlichen in Abhängigkeit davon unterscheiden, ob ihre Eltern hoch oder niedrig qualifizierten Berufsgruppen zuzuordnen sind.

	Biologie		Chemie		Physik	
	F	E	F	E	F	E
	E1–E2	E1–E2	E1–E2	E1–E2	E1–E2	E1–E2
Sachsen-Anhalt	77	64	70	57	69	55
Deutschland	72	74	70	73	72	74

Tabelle 13: Differenz zwischen den erreichten Ergebnissen der Extremgruppen E1 und E2  
F – Kompetenzbereich Fachwissen, E – Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

Bei der Gegenüberstellung der Ergebnisse der Extremgruppen sind diejenigen Länder auffällig, in denen beide Extremgruppen überdurchschnittlich hohe Kompetenzwerte erzielen.

In *Biologie Fachwissen* betrifft dies alle ostdeutschen Flächenländer, in *Biologie Erkenntnisgewinnung* Sachsen, Sachsen-Anhalt sowie Thüringen. In diesen Ländern erreichen Schülerinnen und Schüler beider Extremgruppen im Vergleich zum jeweiligen Gruppenmittelwert für Deutschland insgesamt überdurchschnittliche Leistungen, was darauf hinweist, dass die Bedingungen des Kompetenzerwerbs sowohl für besser gestellte Jugendliche als auch für Jugendliche aus sozial schwachen Familien hier besonders günstig sind.

Auch im Fach Chemie unterscheiden sich die Kompetenzen in beiden getesteten Kompetenzbereichen in den Ostländern weniger als im gesamten Bundesgebiet. Für beide Extremgruppen signifikant positiv vom jeweiligen deutschen Gesamtwert der betrachteten Klasse abweichende Werte sind im Kompetenzbereich *Fachwissen*

wiederum in allen ostdeutschen Flächenländern sowie in *Erkenntnisgewinnung* für Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen zu verzeichnen.

Die Unterschiede zwischen den Extremgruppen zeigen sich ebenfalls im Fach Physik. In Sachsen-Anhalt ist der Kompetenzunterschied in *Physik Erkenntnisgewinnung* zwischen den beiden Extremgruppen signifikant geringer als in Deutschland insgesamt. Wieder vor allem in den ostdeutschen Flächenländern erreichen beide Extremgruppen in *Physik Fachwissen* überdurchschnittliche Ergebnisse. Mit Ausnahme von Brandenburg, wo lediglich die Kinder von Eltern der oberen Klassen I und II überdurchschnittlich abschneiden, weisen in allen anderen ostdeutschen Flächenländern beide Schülergruppen Kompetenzstände auf, die signifikant über dem jeweiligen Gesamtmittelwert für Deutschland liegen. In *Physik Erkenntnisgewinnung* zeichnen sich Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen durch überdurchschnittliche Leistungen der Schülerinnen und Schüler beider Klassen aus.

Auch wenn im Vergleich zu Mathematik die mittleren Differenzen zwischen den Extremgruppen in den naturwissenschaftlichen Kompetenzbereichen eher geringer ausfielen, waren diese doch ebenfalls beträchtlich. So entsprechen die Unterschiede zwischen den beiden Extremgruppen in den Naturwissenschaften, die bei etwa 70 Punkten lagen, einem Leistungsvorsprung von zwei bis drei Schuljahren zugunsten der Schülerinnen und Schüler mit einem hohen Sozialstatus, wenn man einen durchschnittlichen jährlichen Leistungszuwachs von 25 bis 30 Punkten zugrunde legt.

Die Effekte der sozialen Herkunft den naturwissenschaftlichen Fächern demnach deutlich ausgeprägt.

Anhand der Daten des Ländervergleichs 2012 wurde erneut festgestellt, dass nach wie vor ausgeprägte (wenn auch zu den vorangegangenen Test abgeschwächte) soziale Disparitäten in den schulischen Leistungen bestehen. Die mathematisch-naturwissenschaftlichen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern sind weiterhin in relativ starkem Maße von der sozialen Lage der Familien abhängig, wobei die Ausprägung dieses Zusammenhangs zwischen den Ländern variiert. Ziel bildungspolitischer und schulpraktischer Bemühungen sollte es daher auch künftig sein, Bedingungen zu schaffen, die langfristig zur Verringerung sozialer Disparitäten beitragen und Schülerinnen und Schülern unabhängig von ihrer sozialen Ausgangslage möglichst gute Entwicklungschancen bieten.

### Motivationale Schülermerkmale als Bildungsziel

Der Erwerb schulbezogener Kompetenzen ist immer auch mit Einstellungen, Werten und Motiven verknüpft. Neben

Wissen und Fähigkeiten sollen deshalb durch Unterricht auch motivationale Aspekte schulischer Kompetenzen gefördert werden, die damit selbst zu wichtigen Zielgrößen des Bildungssystems werden. Motivationale Schülermerkmale sind aber nicht nur Ergebnisse von Bildungsprozessen, die an sich relevant sind, sondern sie beeinflussen ihrerseits auch den Erwerb von kognitiven Kompetenzen. Daher bezieht beispielsweise die OECD in ihren Analysen zur Bewertung von Bildungssystemen motivationale Indikatoren mit ein.

Im Ländervergleich 2012 wurden zwei wichtige motivationale Aspekte von Bildungserfolg genauer betrachtet: das Selbstkonzept und das Interesse.

Unter dem fachbezogenen schulischen Selbstkonzept versteht man die eigenen Fähigkeitseinschätzungen einer Schülerin beziehungsweise eines Schülers in einem bestimmten Schulfach, also das Vertrauen in die eigenen, fachspezifischen Fähigkeiten. Das fachbezogene Interesse äußert sich durch anhaltende Wertschätzung und positive Emotionen gegenüber fachlichen Inhalten und der Beschäftigung mit diesen Inhalten. Nach dieser Definition würde eine Schülerin oder ein Schüler mit einem hohen Interesse an Biologie sowohl die Inhalte des Fachs als reizvoll und wichtig beurteilen als auch Freude an der Beschäftigung mit biologischen Themen haben. Neben mathematisch-naturwissenschaftlichen Kompetenzen sind ein positives Selbstkonzept und ein anhaltendes fachliches Interesse erforderlich, damit Schülerinnen und Schüler extracurricularen und außerschulischen Aktivitäten in mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereichen nachgehen und die im Unterricht erworbenen Kompetenzen im Alltag erproben und anwenden.

		Selbstkonzept			Interesse		
		niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch
Biologie	Sachsen-Anhalt	13 %	36 %	52 %	22 %	41 %	37 %
	Deutschland	14 %	39 %	47 %	31 %	38 %	31 %
Chemie	Sachsen-Anhalt	32 %	34 %	33 %	46 %	33 %	21 %
	Deutschland	39 %	36 %	35 %	44 %	31 %	25 %
Physik	Sachsen-Anhalt	29 %	41 %	30 %	46 %	32 %	22 %
	Deutschland	31 %	37 %	32 %	50 %	28 %	22 %

Tabelle 14: Prozentualer Anteil der Schülerinnen und Schüler im Schuljahrgang 9

Die Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2012 für die motivationalen Merkmale weisen darauf hin, dass in allen mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern ein erheblicher Anteil an Schülerinnen und Schülern über ein hohes Selbstkonzept und ein hohes Interesse verfügt. Diese Jugendlichen besitzen somit gute Voraussetzungen für den weiteren fachlichen Kompetenzerwerb. Zwischen den Fächern zeigen sich allerdings systematische Unterschiede; so sind die Fächer Biologie und Mathematik vergleichsweise beliebt, wohingegen das Interesse an Chemie und Physik geringer ausfällt. Auch die Selbstkonzeptwerte sind in Physik im Schnitt am niedrigsten. In Übereinstimmung mit bereits vorliegenden Befunden anderer großer Schulleistungsstudien besitzt zudem ein erheblicher Anteil – je nach Fach mindestens ein Fünftel – der Schülerinnen und Schüler nur geringes Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten und ein schwach ausgeprägtes fachliches Interesse. Bemerkenswert ist, dass Schülerinnen und Schüler in Ländern, die im Schnitt höhere Kompetenzwerte aufweisen,

nicht automatisch ein höheres durchschnittliches Selbstkonzept oder Interesse zeigen, was auf den ersten Blick der Annahme eines förderlichen Effekts motivationaler Schülermerkmale auf die Kompetenzentwicklung zu widersprechen scheint. Als Erklärung für diesen scheinbar paradoxen Befund kommen Referenzrahmeneffekte in Betracht. Demnach beruht die Selbsteinschätzung von Schülerinnen und Schülern nicht ausschließlich auf ihrer eigenen Leistung, sondern berücksichtigt auch die Leistung ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler sowie anderer Gleichaltriger. Ist der Kompetenzstand in einer Klasse oder einer Schule vergleichsweise hoch, ist auch der Maßstab, anhand dessen die Schülerinnen und Schüler ihre eigenen Kompetenzen einschätzen, vergleichsweise hoch. Solche Effekte haben zur Folge, dass Unterschiede im Selbstkonzept und Interesse auf aggregierter Ebene, also etwa zwischen Klassen, Schulen oder Ländern, relativ gering ausfallen, da mit steigender durchschnittlicher Kompetenz auch der Vergleichsmaßstab steigt.