

Lewalter, Doris [Hrsg.]; Diedrich, Jennifer [Hrsg.]; Goldhammer, Frank [Hrsg.]; Köller, Olaf [Hrsg.]; Reiss, Kristina [Hrsg.]

PISA 2022. Analyse der Bildungsergebnisse in Deutschland

Münster ; New York : Waxmann 2023, 332 S.



Quellenangabe/ Reference:

Lewalter, Doris [Hrsg.]; Diedrich, Jennifer [Hrsg.]; Goldhammer, Frank [Hrsg.]; Köller, Olaf [Hrsg.]; Reiss, Kristina [Hrsg.]: PISA 2022. Analyse der Bildungsergebnisse in Deutschland. Münster ; New York : Waxmann 2023, 332 S. - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-286662 - DOI: 10.25656/01:28666; 10.31244/9783830998488

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-286662>

<https://doi.org/10.25656/01:28666>

in Kooperation mit / in cooperation with:



WAXMANN
www.waxmann.com

<http://www.waxmann.com>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen, solange sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen und die daraufhin neu entstandenen Werke bzw. Inhalte nur unter Verwendung von Lizenzbedingungen weitergeben, die mit denen dieses Lizenzvertrags identisch, vergleichbar oder kompatibel sind. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work or its contents in public and alter, transform, or change this work as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. New resulting works or contents must be distributed pursuant to this license or an identical or comparable license.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Doris Lewalter • Jennifer Diedrich
Frank Goldhammer • Olaf Köller
Kristina Reiss (Hrsg.)



Analyse der
Bildungsergebnisse in
Deutschland



WAXMANN

Doris Lewalter, Jennifer Diedrich, Frank Goldhammer,
Olaf Köller, Kristina Reiss (Hrsg.)

PISA 2022

Analyse der Bildungsergebnisse in Deutschland



Waxmann 2023
Münster · New York

Redaktionsschluss: 16.10.2023

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

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

Print-ISBN 978-3-8309-4848-3

E-Book-ISBN 978-3-8309-9848-8

<https://doi.org/10.31244/9783830998488>

Waxmann Verlag GmbH, Münster 2023

Steinfurter Straße 555, 48159 Münster

www.waxmann.com

info@waxmann.com

Buchumschlag: Mario Moths, Marl

Satz: Roger Stoddart, Münster

Dieses Buch ist verfügbar unter folgender Lizenz: CC BY-SA 4.0

Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International



Diese Lizenz gilt nur für das Originalmaterial. Alle gekennzeichneten Fremdinhalte (z.B. Abbildungen, Fotos, Zitate etc.) sind von der CC-Lizenz ausgenommen und für deren Wiederverwendung ist es ggf. erforderlich, weitere Nutzungsgenehmigungen beim jeweiligen Rechteinhaber einzuholen.

Danksagung

Von der konstruktiven Begleitung des ersten Entwurfs der Rahmenkonzeption Mathematik über die Schulkontakte bis hin zur Unterstützung bei der Datenauswertung und Ko-Autorenschaft in diesem Berichtsband waren an PISA 2022 in Deutschland zahlreiche Personen beteiligt. Mitglieder der PISA-Arbeitsgruppe in München waren zwischen 2017 und 2023: Anastasia Bias, Jennifer Diedrich, Paula Dümig, Elisabeth Gonzalez-Rodriguez, Jörg-Henrik Heine, Anna Heinle, Martina Heinle, Tamara Kastorff, Julia Mang, Sara Moore, Maren Müller, Veronika Neuper, Sabine Patzl, Christine Sälzer, Tobias Sälzer, Anja Schiepe-Tiska, Sophie Seßler, Inga Simm, Ana Tupac-Yupanqui, Mirjam Weis und Lisa Ziernwald. Dieses Team wurde in diesem Zeitraum von 15 studentischen Hilfskräften unterstützt: Adani Abutto, Elisabeth Beier, Marvin Fendt, Corinna Grimm, Anisja Hühne, Felix Kinzner, Sandra Lang, Ina Leßke, Jessica Marquadt, Leonie Schiller, Julia Schulte, Ludwig Seidl, Nour Siakir Oglou, Amélie Stief und Natalia Ustjanzew.

Die Feldarbeit wurde von 2019 bis 2022 wieder von der IEA Hamburg geleitet, namentlich Kai Caroline Bartels, Carola Bretsch, Regina Borchardt, Jenny Burger, Gina Diesing, Tina Ebert, Sven Flachsbarth, Jens Gomolka, Miriam Hellrung, Doreen Huget, Nina Hugk, Marius Kaltenbach, Guido Martin, Sabine Meinck, Oriana Mora, Karsten Penon, Lea Remmers, André Schäfer, Ulrich Sievers, Almuth Stangenberg, Gleb Turezkiy und Sabrina Wagner, sowie ihren Testleitungen, welche die PISA-Sitzungen in den Schulen durchführten. Die internationalen Standards sehen vor, dass eine Stichprobe der Testsitzungen durch unabhängige, von der internationalen Projektleitung beauftragten und bezahlten PISA Quality Monitors beobachtet werden. Diese drei Personen mit pädagogischer Grundbildung bleiben anonym.

Als externe Begutachter*innen der Rahmenkonzeption sowie der Aufgaben für Mathematik wirkten folgende Personen mit: Götz Bieber, Werner Blum, Barbara Hank, Aiso Heinze, Stefan Krauss, Dominik Leiss, Michael Neubrand, Frank Reinhold und Stefan Ufer. Für die innovative Domäne kreatives Denken – deren Ergebnisse im Frühjahr 2024 veröffentlicht werden – wurde das Team unterstützt von Mathias Benedek.

Das Zentrum für internationale Bildungsvergleichsstudien mit seinen vier Standorten in Frankfurt (DIPF), Kiel (IPN), Berlin (IQB) und München (TUM; s. Kapitel 1) wurde gegründet, um Expertise in Large-Scale-Assessment zu bündeln. Mitarbeiter*innen aller dieser Standorte waren in verschiedenen Phasen der PISA-Studie aktiv beteiligt.

Nicht zuletzt möchten wir uns ganz herzlich bedanken bei allen Kultusministerien und Schulkoordinator*innen. Sie haben die Testung auch unter den besonderen Umständen unterstützt.

Der größte Dank gebührt allerdings den Schüler*innen, Schulleitungen, Eltern und Lehrkräften, welche an PISA 2022 teilgenommen haben. Die PISA-Studie wäre ohne ihr großes Engagement und ihre umfassende Mitwirkung nicht möglich gewesen.

Ihnen allen ein herzliches Dankeschön!

Doris Lewalter, Jennifer Diedrich, Frank Goldhammer,
Olaf Köller & Kristina Reiss

Inhalt

1	PISA 2022: die Grundlagen	13
	<i>Jennifer Diedrich & Doris Lewalter</i>	
1.1	Hintergrund	13
1.1.1	Meilensteine der PISA-Studie	14
1.1.2	Ziele und Inhalte	15
1.2	Beteiligte	15
1.2.1	International	15
1.2.2	National	17
1.3	Vergleiche und Vergleichbarkeit	18
1.3.1	International	19
1.3.2	Gruppenvergleiche	20
1.3.3	Entwicklung über die Zeit	21
1.4	Vorschau auf den vorliegenden Berichtsband	22
	Literatur	23
2	Mathematischer Kompetenz in einer durch Digitalisierung geprägten Welt	
	Die Rahmenkonzeption in PISA 2022	27
	<i>Frank Reinhold, Jennifer Diedrich, Anselm Strohmaier & Kristina Reiss</i>	
2.1	Mathematischer Kompetenz im Wandel	27
2.1.1	Die Rolle der Mathematik – insbesondere in einer durch Veränderungen geprägten Welt	27
2.1.2	Konzeptualisierung mathematischer Kompetenz aus der deutschen Perspektive	29
2.2	Mathematischer Kompetenz in PISA 2022: eine curriculare Einordnung	31
2.2.1	Mathematisches Argumentieren	32
2.2.2	Inhaltsbereiche	40
2.2.3	Kontexte	42
2.2.4	Überblick über die verwendeten Aufgaben in PISA 2022	43
2.2.5	Zusammenfassung der Rahmenkonzeption in PISA 2022	44
2.3	Diskussion und Ausblick auf die Interpretation der Ergebnisse	47
	Literatur	48
3	Mathematische Kompetenz in PISA 2022	
	Von Leistungsunterschieden und ihren Entwicklungen	53
	<i>Jennifer Diedrich, Frank Reinhold, Aiso Heinze & Kristina Reiss</i>	
3.1	Rahmenkonzeption und Erfassung mathematischer Kompetenz in PISA 2022	55
3.1.1	Prozesse	56
3.1.2	Inhaltsbereiche	56
3.1.3	Kontexte	57
3.2	Erfassung mathematischer Kompetenz und Kompetenzstufen	58
3.3	Fragestellung des Bildungsmonitorings	61

3.4	Mathematische Kompetenz im internationalen Vergleich	63
3.4.1	Gesamtskala der mathematischen Kompetenz	63
3.4.2	Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen in der mathematischen Kompetenz	68
3.4.3	Teilskalen der mathematischen Kompetenz	70
3.5	Vertiefende Analysen der mathematischen Kompetenz in Deutschland	71
3.5.1	Unterschiede zwischen Schularten.....	71
3.5.2	Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen.....	73
3.5.3	Entwicklung der mathematischen Kompetenz seit PISA 2003	75
3.6	Zusammenfassung und Diskussion	81
Literatur	84

4 Motivational-emotionale Orientierungen Fünfzehnjähriger bezüglich Mathematik in PISA 2022 Zwischen Anstrengung und Selbstbild..... 87

Jennifer Diedrich, Sabine Patzl, Sophie Seßler & Frank Reinhold

4.1	Einleitung	88
4.1.1	Fragestellungen	91
4.1.2	Erfassung mathematikbezogener Merkmale von Schüler*innen in PISA 2022.....	91
4.2	Analysen der Emotionen, Motivationen, Einstellungen und Verhaltensweisen Fünfzehnjähriger	95
4.2.1	Emotionen, Motivationen, Einstellungen und Verhaltensweisen im internationalen Vergleich	95
4.2.2	Entwicklung der mathematikbezogenen Emotionen, Motivationen und Einstellungen seit 2003	104
4.3	Zusammenfassung und Diskussion	107
Literatur	109

5 Naturwissenschaftliche Kompetenz in PISA 2022 Entwicklungen und mögliche Herausforderungen 113

*Tamara Kastorff, Silke Rönnebeck, Knut Neumann, Sophie Seßler,
Jennifer Diedrich & Anja Schiepe-Tiska*

5.1	Rahmenkonzeption der naturwissenschaftlichen Grundbildung in PISA 2022.....	114
5.1.1	Die Rahmenkonzeption der naturwissenschaftlichen Grundbildung	114
5.1.2	Die Erfassung naturwissenschaftlicher Kompetenz in PISA 2022	116
5.2	Naturwissenschaftliche Kompetenz im internationalen Vergleich	122
5.2.1	Mittelwerte und Streuungen der naturwissenschaftlichen Kompetenz im internationalen Vergleich	122
5.2.2	Verteilung auf den Stufen der naturwissenschaftlichen Kompetenz	125
5.2.3	Geschlechterdifferenzen in der naturwissenschaftlichen Kompetenz	127
5.3	Die naturwissenschaftliche Kompetenz in Deutschland: Unterschiede zwischen Schularten	129
5.4	Die Veränderung der naturwissenschaftlichen Kompetenz zu vorherigen PISA-Erhebungen.....	130
5.5	Diskussion und Zusammenschau der Ergebnisse	134
Literatur	136

6	Lesekompetenz in PISA 2022	
	Ergebnisse, Veränderungen und Perspektiven	139
	<i>Jörg-Henrik Heine, Martina Heinle, Carolin Hahnel, Doris Lewalter & Michael Becker-Mrotzek</i>	
6.1	Einführung	139
6.2	Lesekompetenz in PISA 2022	141
6.2.1	Kompetenzstufen im Lesen	142
6.2.2	Beispielaufgaben und ihre Zuordnung zu Kompetenzstufen	142
6.3	Zentrale Befunde zur Lesekompetenz	145
6.3.1	Gesamtskala Lesekompetenz im internationalen Vergleich	147
6.3.2	Vergleich der Kompetenzstufen im Lesen	147
6.3.3	Geschlechterdifferenzen im internationalen Vergleich	150
6.4	Lesekompetenzen im Trend	150
6.4.1	Zwei Jahrzehnte Lesekompetenz in PISA	150
6.4.2	Veränderungen in der mittleren Lesekompetenz zwischen 2012, 2018 und 2022 im internationalen Vergleich	151
6.4.3	Kompetenzstufen im internationalen 10-Jahres-Trend für 2012 bis 2022	154
6.5	Unterschiede zwischen Schularten in Deutschland	157
6.5.1	Unterschiede zwischen Schularten	158
6.5.2	Kompetenzstufen nach Schularten im Trend für 2012, 2018 und 2022	158
6.6	Zusammenfassung der Befunde und Diskussion	159
	Literatur	161
7	Herkunftsbezogene Ungleichheiten im Kompetenzerwerb	163
	<i>Julia Mang, Katharina Müller, Doris Lewalter, Tamara Kastorff, Maren Müller, Lisa Ziernwald, Ana Tupac-Yupanqui, Jörg-Henrik Heine & Olaf Köller</i>	
7.1	Herkunftsbezogene Disparitäten	163
7.1.1	Die Bedeutung der familiären Herkunft	163
7.1.2	Forschungsfragen in PISA 2022	166
7.1.3	Die Erfassung der sozialen Herkunft bei PISA 2022	167
7.1.4	Die Erfassung des Zuwanderungshintergrundes bei PISA 2022	170
7.2	Soziale Herkunft und mathematische Kompetenz im internationalen Vergleich	172
7.2.1	Sozioökonomischer beruflicher Status und Zusammenhang mit der mathematischen Kompetenz	172
7.2.2	Zusammenhang zwischen dem sozioökonomischen und soziokulturellen Status und der mathematischen Kompetenz	174
7.3	Soziale Herkunft und Kompetenzentwicklung in Deutschland	178
7.4	Zuwanderungshintergrund und mathematische Kompetenz im europäischen Vergleich	181
7.4.1	Der sozioökonomische berufliche Status der Erziehungsberechtigten von Jugendlichen mit und ohne Zuwanderungshintergrund	181
7.4.2	Die mathematische Kompetenz von Jugendlichen mit und ohne Zuwanderungshintergrund	183

7.5	Zuwanderungshintergrund und mathematische Kompetenz in Deutschland	185
7.6	Zuwanderungshintergrund und soziale Herkunft im Zusammenhang mit mathematischer Kompetenz in Deutschland	188
7.7	Diskussion und Ausblick	190
	Literatur	192

8 Wie sieht der aktuelle Mathematikunterricht in Deutschland aus?

	Befunde aus PISA 2022 und PISA-Ceco	199
	<i>Anja Schiepe-Tiska, Anna Heinle, Pia Todtenhöfer, Jörg-Henrik Heine, Frank Reinhold, Stefan Krauss, Doris Holzberger, Doris Lewalter & Kristina Reiss</i>	
8.1	Einleitung	200
8.2	Kompetenzorientierung im Mathematikunterricht	202
8.3	Was macht qualitätsvollen Mathematikunterricht aus?	203
8.4	Die Erfassung der Unterrichtsqualität in PISA 2022 und PISA-Ceco	206
8.4.1	Chancen und methodische Herausforderungen der Betrachtung von Unterricht in PISA 2022	206
8.4.2	Die Erfassung des Mathematikunterrichts in PISA und PISA-Ceco	208
8.5	Ergebnisse	211
8.5.1	PISA 2022	211
8.5.2	PISA-Ceco: eine vertiefte Beschreibung des Unterrichtsangebots	225
8.6	Zusammenfassung und Diskussion	228
	Literatur	230

9 Digitalisierungsbezogene Lerngelegenheiten und -aktivitäten in Schule und Freizeit

	<i>Doris Lewalter, Tamara Kastorff & Stephanie Moser</i>	
9.1	Verfügbarkeit schulischer und privater ICT-Ressourcen	239
9.1.1	ICT-Ressourcen in der Schule	239
9.1.2	ICT-Ressourcen im Haushalt	244
9.2	Digitalisierungsbezogene schulische und außerschulische Lernangebote und deren Nutzung	246
9.2.1	Digitale schulische und unterrichtsbezogene (Lern-)Angebote und deren Nutzung	247
9.2.2	Nutzung digitaler Medien außerhalb der Schule und in der Freizeit	254
9.3	Selbstwirksamkeit und Lernmotivation im Umgang mit digitalen Medien	260
9.4	Zusammenfassung und Diskussion	267
	Literatur	269

10	Lehren und Lernen unter Pandemiebedingungen	273
	<i>Doris Lewalter, Maren Müller, Frank Goldhammer, Jennifer Diedrich & Olaf Köller</i>	
10.1	Hintergrund	273
10.1.1	Schulschließungen in der Pandemie.....	273
10.1.2	Auswirkungen und Maßnahmen	275
10.2	Zielsetzung und Fragestellungen.....	278
10.3	Schulische Ausgangsbedingungen	279
10.4	Rückblick auf das Lehren und Lernen unter Pandemiebedingungen.....	282
10.5	Herkunftsbezogene Ungleichheiten während der Corona-Pandemie.....	296
10.6	Förderung während und nach Corona.....	298
10.7	Kompetenzerwerb unter Pandemiebedingungen	303
10.8	Ausblick auf das Lernen in einem zukünftigen Distanzunterricht	308
10.9	Zusammenfassung und Diskussion	310
	Literatur	314
11	Fazit PISA 2022.....	317
	<i>Doris Lewalter, Jennifer Diedrich, Frank Goldhammer, Kristina Reiss & Olaf Köller</i>	
	Literatur	321
	Abbildungsverzeichnis.....	323
	Tabellenverzeichnis.....	326
	Die Autorinnen und Autoren dieses Berichtsbandes	329

Der Online-Anhang ist unter www.waxmann.com/buch4848 kostenfrei abrufbar.



1 PISA 2022: die Grundlagen

Jennifer Diedrich & Doris Lewalter

Jede Erhebungsrunde des Programme for International Student Assessment (PISA) hatte ihre eigenen Herausforderungen. Dennoch machten die Auswirkungen der Maßnahmen zur Einschränkung der Corona-Pandemie die PISA-Studie 2022 zu einer sehr besonderen. Bevor die Auswirkungen der Pandemie auf die internationale und nationale Beteiligung sowie weitere mögliche Vergleiche und Vergleichbarkeiten der aktuellen Erhebungsrunde vorgestellt werden, wird im Folgenden zunächst ein kurzer Überblick zu den Meilensteinen, Zielen und Inhalten der PISA-Studie sowie eine Vorschau auf die Kapitel dieses Berichtsbandes gegeben.

1.1 Hintergrund

PISA ist hinsichtlich der Anzahl der teilnehmenden Staaten die größte internationale Schulleistungsstudie. Alle drei Jahre wird die Grundbildung fünfzehnjähriger Schüler*innen gegen Ende ihrer Pflichtschulzeit in Mathematik, Naturwissenschaften und Lesen sowie der innovativen Domäne – einer weiteren Kompetenz, die elementar für das lebenslange Lernen ist – erfasst. Immer wird eine der drei erstgenannten Domänen als Hauptdomäne vertieft erfasst, in 2022 war dies nach 2003 und 2012 nun zum dritten Mal die mathematische Kompetenz. Die innovative Domäne war in der aktuellen Erhebungsrunde das kreative Denken. Diesbezügliche Ergebnisse werden im Sommer 2024 veröffentlicht. Um die Leistungen der Jugendlichen kontextualisieren zu können, geben die Schüler*innen, ihre Eltern, die Schulleitungen sowie Lehrkräfte der Schulen mittels Fragebögen Auskunft über das Lehr- und Lernumfeld.

In diesem Kapitel folgt nun ein kurzer Abriss der wichtigsten Meilensteine in der Geschichte der Studie, bevor ein Überblick über wesentliche Merkmale der aktuellen Studie, wie unter anderem die Stichprobe, gegeben wird. Zudem werden grundlegende methodische Informationen bereitgestellt, die eine Basis für alle nachfolgenden Kapitel des Berichtsbandes bilden. Abschließend wird eine Vorschau auf die Inhalte der nachfolgenden Kapitel gegeben.

1.1.1 Meilensteine der PISA-Studie

1.1.1.1 Organisation

Mit dem Konstanzer Beschluss (KMK, 1997), der in der Gesamtstrategie Bildungsmonitoring (KMK, 2005 und 2015) bekräftigt wurde, entschied sich Deutschland für eine regelmäßige Feststellung der Leistungsfähigkeit des deutschen Bildungswesens und somit unter anderem zur Teilnahme an PISA. Initiiert von der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) misst die Studie seit 2000 die Kompetenzen Jugendlicher am Ende ihrer Pflichtschulzeit als Indikator der Qualität des Bildungswesens eines Staates. Um auch die föderale Struktur des Bildungswesens in Deutschland abbilden zu können, wurde in den ersten drei Erhebungsrunden (2000, 2003 und 2006) die Stichprobe national erweitert. Durch die auf Bundeslandebene erreichte Repräsentativität war es möglich, die Entwicklung der Kompetenzen in und zwischen den Bundesländern zu vergleichen (PISA-E; Baumert et al., 2002; Prenzel, 2005; Prenzel et al., 2008). Dies erlaubte zudem die Einordnung der Kompetenzen der Schüler*innen auf Bundeslandebene in OECD-Rankings. Allerdings basierten diese Vergleiche auf dem Ansatz einer lehrplanübergreifenden funktionalen Grundbildung (s. Abschnitt 1.1.2). Mit der Einführung der Bildungsstandards ab 2003 und ihrer sukzessiven Umsetzung in bundeslandspezifische Lehrpläne rückten die curricular validen Leistungen der Schüler*innen als Vergleichskriterium auf föderaler Ebene in den Vordergrund (Stanat & Schipolowski, 2023). Folglich unterscheidet die 2005 erstmals verabschiedete Gesamtstrategie Bildungsmonitoring (KMK, 2005 und 2015) vier Säulen, von denen der IQB-Bildungstrend (ehemals Ländervergleich) seit 2009 die nationale Säule bildet und bei der PISA in der internationalen Säule verankert ist. Nach mehreren Wechseln in den ersten Erhebungsrunden beauftragen Bund und Länder seit PISA 2012 das zu diesem Zweck gegründete Zentrum für internationale Vergleichsstudien (ZIB) mit der nationalen Projektleitung. Neben dem Hauptsitz an der Technischen Universität München (TUM) hat das ZIB Standorte am Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation (DIPF) in Frankfurt am Main, dem Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) in Kiel sowie dem Institut für Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) in Berlin. Dem Satzungszweck des ZIB nachkommend forschen alle Standorte an und mit PISA beziehungsweise unterstützen entsprechende Sekundärforschung durch die Bereitstellung von und Beratung zu den PISA-Daten.

1.1.1.2 Erhebungsmethoden

In den PISA-Erhebungsrunden bis 2012 wurden alle Erhebungsinstrumente papierbasiert vorgegeben. Nach Vorstudien in PISA 2012, in denen ein Teil der Domänen (zusätzlich) auf Computern vorgegeben wurde (Goldhammer et al., 2014; Hahnel et al., 2016), erfolgte ab PISA 2015 die vollständige Umstellung auf eine computerbasierte, kogni-

tive Testung sowie die Onlinevorgabe der Kontextfragebögen für Schüler*innen, Schulleitungen und Lehrkräfte. Eine Ausnahme bildet der Elternfragebogen, der nach wie vor papierbasiert vorgegeben wird. Diese Umstellung wurde seitens des ZIB in PISA 2015 (Robitzsch et al., 2020; Harrison et al., 2023) wie auch PISA 2018 (Goldhammer et al., 2019) umfangreich wissenschaftlich begleitet. Gleichzeitig wurde in der letzten Erhebungsrunde mit der Lesekompetenz die erste kognitive Domäne adaptiv (s. Online-Kapitel 12) erfasst. Eine entsprechende Umstellung erfolgte in PISA 2022 für die Mathematik und wird 2025 auch für die Naturwissenschaften umgesetzt. Zudem werden in der kommenden Erhebungsrunde erstmals die Schüler*innen online getestet (kognitiver Test), beziehungsweise befragt (Fragebogen), statt wie bisher offline mittels USB-Stick.

1.1.2 Ziele und Inhalte

Es ist das Ziel von PISA, in unterschiedlichen Staaten die Kompetenzen der Schüler*innen am Ende ihrer Pflichtschulzeit zu erfassen. Dabei kann es dementsprechend nur um eine funktionale Grundbildung und nicht um curriculares Wissen gehen (OECD, 1999). Im Vordergrund stehen anwendungsorientierte Fähigkeiten, die über die gesamte Schulzeit kumulativ erworben wurden. Daneben wird auch der Kontext des Lehrens und Lernens betrachtet. Angesichts der pandemiebedingten Eindämmungsmaßnahmen wurden international Fragen zum Umgang mit den Schulschließungen ergänzt. International verpflichtend erhalten dazu die Schüler*innen sowie die Schulleitungen Fragebögen (OECD, 2023a). Deutschland nimmt darüber hinaus die Gelegenheit wahr, auch die Eltern der teilnehmenden Jugendlichen sowie eine Stichprobe der Lehrkräfte aus den gezogenen Schulen zu befragen. Ebenso wie die Testaufgaben unterliegen die international vorgegebenen Fragebögen Veränderungen (s. Abschnitt 1.3.3). Um die Daten über die Jahre vergleichen zu können, werden in Deutschland einzelne Fragen im Rahmen von nationalen Ergänzungen wiederholt.

1.2 Beteiligte

1.2.1 International

In PISA 2022 konnten 81 der ursprünglich geplanten 88 Staaten die Datenerhebung vollständig durchführen. Dies sind 37 OECD-Mitglieds¹ und 44² Partnerstaaten. Die Russische Föderation sowie Weißrussland wurden in Folge der großangelegten russischen

-
- 1 Das OECD-Mitglied Luxemburg hat bereits vor Beginn der Vorbereitung zu PISA 2022 entschieden, in dieser Erhebungsrunde (ursprünglich PISA 2021) auszusetzen. An PISA 2025 wird Luxemburg wieder teilnehmen.
 - 2 In den Datensätzen sind nur 43 Partnerstaaten enthalten, da Zypern zwar als Teilnehmerstaat gewertet, jedoch nicht in den Datensätzen aufgeführt wird (s. auch OECD, 2019, S. 4).

Aggressionen gegen die Ukraine (OECD, 2022) im Februar 2022 ausgeschlossen. Trotz der kriegsbedingten Einschränkungen konnte die Ukraine noch fast 4 000 Schüler*innen testen, sodass diese Daten international berichtet werden. Insgesamt haben weltweit rund 690 000 Schüler*innen die PISA-Tests absolviert. Tabelle 1.1 im Anhang dieses Kapitels (Tabelle 1.1web) führt alle PISA-Teilnehmerstaaten seit der ersten Erhebung auf. Fünf Staaten – Bosnien-Herzegowina, China, Indien, Kirgisistan und Libanon – konnten ihre geplante Datenerhebung bei PISA 2022 aufgrund der Corona-Pandemie nicht abschließen. Pandemiebedingte Herausforderungen bei der Testdurchführung gab es in allen teilnehmenden Staaten, in 20 Prozent wurden die technischen Standards (OECD, 2023c, in Vorb.) zu den Teilnahmequoten auf Ebene der Schulen (7 Staaten) beziehungsweise Schüler*innen (10 Staaten) verletzt, sodass ein sogenannter Adjudicationprozess notwendig wurde. Dabei wird in einem mehrstufigen Verfahren geprüft, ob die internationalen Regeln befolgt wurden und ob die Abweichung vom jeweiligen technischen Standard zu einer systematischen Verzerrung der Daten geführt hat. Wenn zum Beispiel in einem Staat nicht die erforderliche Teilnahmequote von 85 Prozent auf Ebene der Schulen erhoben werden konnte, wurde überprüft, ob die ausgefallenen Schulen sich gleichmäßig auf alle relevanten Stratifizierungsmerkmale (z. B. Schultyp) verteilen, sodass die Repräsentativität auf Staatenebene noch gewahrt bleibt. Ist dies nicht gegeben, kann das entsprechende Expertengremium, welches den sogenannten Adjudicationprozess durchführt, verschiedene Maßnahmen vom kompletten Ausschluss des Staates aus dem ganzen Datensatz über den Ausschluss eines Teils der Daten (z. B. für eine Domäne) bis zu einer Fußnote mit einem entsprechenden Verweis in den Berichten beschließen. Angesichts der großen Anzahl an Staaten, die aus demselben Grund – eingeschränkter Unterricht in den Schulen aufgrund der Corona-Pandemie – Probleme bei der Datenerhebung hatten, wurde seitens der internationalen Projektleitung entschieden, die mildeste Variante anzuwenden und alle Staaten in die Analysen zu inkludieren, aber Hinweise zur Verlässlichkeit der Daten mancher Staaten am Anfang der Kapitel der OECD-Berichte zu veröffentlichen. Eine Übersicht der betroffenen Staaten wird im technischen Bericht (OECD, 2023c, in Vorb.; vgl. OECD, 2021) veröffentlicht werden. Der vorliegende Berichtsband basiert auf den internationalen von der OECD zur Verfügung gestellten Gesamtdatensätzen und berichtet somit alle aufgenommenen Staaten gleichermaßen.

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass nicht alle an PISA 2022 teilnehmenden und berichteten Einheiten Staaten im herkömmlichen Sinne darstellen.³ Daher wird offiziell

3 Abweichungen können vier verschiedene Formen annehmen. Erstens, die Einheit versteht sich selbst als Staat, wird jedoch nicht von allen anderen Staaten als solcher anerkannt – zum Beispiel Kosovo. Zweitens, ein Staat nimmt geplant nicht als Ganzes teil, sondern nur mit einem Teilbereich, zum Beispiel aus Aserbaidschan nur die Hauptstadt Baku. Drittens, ein Staat möchte Repräsentativität für alle Fünfzehnjährigen auf seinem Gebiet erzielen, erreicht dies aber nur für Teilbereiche, zum Beispiel ukrainische Regionen. Viertens, ein Staat, welcher als Ganzes im internationalen Vergleich gelistet wird, entscheidet sich, zusätzlich für seine geographischen oder kulturellen Einheiten getrennt den Adjudicationprozess zu durchlaufen, um in der nationalen Berichterstattung zusätzlich getrennte Analysen zu ermöglichen, zum Beispiel die Flämische Region Belgiens (hierzu s. auch Subnational Reporting; OECD, 2020a).

von den teilnehmenden „Staaten und Ökonomien“ gesprochen (OECD, 2023b, S. 3). Im Sinne der Lesbarkeit und Verständlichkeit ist in diesem Berichtsband stets von Staaten die Rede, auch wenn es sich um einen der in Fußnote 3 genannten Sonderfälle handelt.

1.2.2 National

Ebenso wie in allen vorangegangenen Erhebungsrunden erfolgte die Ziehung der Stichprobe in Deutschland in einem mehrstufigen, von der internationalen Projektleitung vorgegebenen und kontrollierten Verfahren, um das Kriterium der Repräsentativität der Stichprobe für Schulen und Schüler*innen in Deutschland zu gewährleisten. Eine ausführliche Beschreibung der Ziehung sowie der Ausfälle im jeweiligen Prozessschritt findet sich im Online-Kapitel 12. Verkürzt gesagt werden zunächst per Zufall die Schulen aus einer Liste aller Schulen, welche von Fünfzehnjährigen in Deutschland besucht werden können, entsprechend ihres Anteils an der Gesamtheit der Schulen in Deutschland durch die internationale Studienleitung ausgewählt. Im zweiten Schritt werden innerhalb dieser Schulen die Fünfzehnjährigen ebenfalls zufällig bestimmt. Darüber hinaus nahm Deutschland auch in dieser Erhebungsrunde wieder an der nationalen Option der klassenbasierten Testung teil. Dabei werden an den teilnehmenden Schulen zusätzlich zwei Klassen der sogenannten Modalklasse, also jener Schulstufe, die die meisten Fünfzehnjährigen besuchen, zufällig bestimmt. Für die PISA-Studie ist dies die 9. Jahrgangsstufe. Aus den beiden neunten Klassen an jeder Schule wurden im zweiten Schritt jeweils 15 Schüler*innen zufällig ausgewählt und in die Testung einbezogen.

Basierend auf den Beschlüssen der KMK ist die Teilnahme an PISA für alle staatlichen Schulen sowie die Teilnahme an der Testung für die Schüler*innen verpflichtend. Durch Ausschluss kann es jedoch zu Verringerungen der tatsächlich getesteten Schulen beziehungsweise Schüler*innen kommen. Anerkannte Ausschlussgründe bei Schüler*innen sind, dass sie weniger als ein Jahr in Deutschland beschult worden sind⁴, die deutsche Sprache nicht hinreichend beherrschen oder einen sonderpädagogischen Förderbedarf aufweisen, der es ihnen nicht erlaubt, selbstständig die Testung zu bearbeiten (ausführliche Beschreibung s. Online-Kapitel 12).

Trotz pandemiebedingt schwierigen Rahmenbedingungen ist es in Deutschland gelungen, den international geforderten Stichprobenumfang auf allen Ebenen zu erfüllen: Gemäß der technischen Standards (OECD, 2020b) müssen sowohl 85 Prozent der gezogenen Schulen als auch 85 Prozent der zufällig ausgewählten Schüler*innen an der Testung teilnehmen. In PISA 2022 waren dies 98 Prozent bei den Schulen (2018: 99 %) und 88 Prozent der Schüler*innen (2018: 99 %). In die internationalen Analysen gingen die Daten von 257 Schulen und 6116 Fünfzehnjährigen (s. Online-Kapitel 12) ein. Die Schüler*innen besuchten unterschiedliche Klassen zwischen der 7. und 11. Jahrgangsstufe.

4 Aus diesem Grund und auch da die Stichprobenziehung für die Haupterhebung bereits im Februar 2022 abgeschlossen war, enthält die Stichprobe der Fünfzehnjährigen in PISA 2022 keine Personen, die in Folge des Krieges aus der Ukraine geflohen sind.

stufe. Die Verteilung der Schüler*innen lag bei 2 273 (38.1 %) Schüler*innen am Gymnasium und 3 590 (61.9 %) an nicht gymnasialen Schularten sowie 253 Schüler*innen an Förder- und Berufsschulen. Die nicht gymnasialen Schularten setzen sich aus der Hauptschule (oder ähnliche Schularten), Integrierten Gesamtschule, Realschule (oder ähnliche Schularten) und Schulen mit mehreren Bildungsgängen zusammen (vgl. Mang et al., 2023). Davon wurden seitens der Schule 2 993 als Mädchen und 3 123 als Jungen genannt (s. Abschnitt 1.3.2). Nachdem, bedingt durch die Corona-Pandemie, sowohl der Feldtest als auch die Haupterhebung um ein Jahr verschoben werden mussten, fand die Haupterhebung in ganz Deutschland vom 04.04.2022 bis zum 31.05.2022 statt.

Für den umfassenden Blick auf das Lehren und Lernen wurden Kontextfragebögen vorgegeben. Der Verpflichtungsgrad zur Beantwortung der Kontextfragebögen ist in den Schulgesetzen der Bundesländer unterschiedlich geregelt, sodass für manche Schüler*innen ein Einverständnis der Eltern vorliegen musste. Auch die Fragebögen für alle Schulleitungen der ausgewählten Schulen sowie deren Lehrkräfte variierte im Verpflichtungsgrad über die Bundesländer hinweg. Ergänzend wurde in Deutschland ein freiwillig auszufüllender Kurzfragebogen für die Schulleitungen erstellt, der Spezifika des Umgangs mit den aus den pandemiebedingten Schulschließungen resultierenden Lerneinbußen ermitteln sollte. An jeder teilnehmenden Schule in Deutschland wurden zehn Mathematiklehrkräfte und 15 Lehrkräfte anderer Fächer zufällig ausgewählt. Zusätzlich bedingte das ZIB-Kernprojekt Ceco (Classroom experience, characteristics, and outcome: multidimensional educational goals and the views of students and teachers (s. Kapitel 8)), dass in den beiden gezogenen 9. Klassen alle Mathematik- und Naturwissenschaftslehrkräfte befragt wurden. Ergänzend erhielten auch alle Eltern der gezogenen Schüler*innen einen Fragebogen, dessen Beantwortung selbstverständlich freiwillig war.

1.3 Vergleiche und Vergleichbarkeit

Der vorliegende Berichtsband geht, wie bereits die Analysen zu vorherigen PISA-Studien in Deutschland, den folgenden übergeordneten Leitfragen nach:

- 1) Wie fallen die Kompetenzen⁵ der Schüler*innen in Deutschland in den Domänen Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften im internationalen Vergleich aus und wie groß sind jeweils die Gruppen der leistungsschwachen und leistungsstarken Schüler*innen? Analog: Wie sind die non-kognitiven Merkmale, bildungsbezogenen Variablen und lehr-lernbezogenen Rahmenbedingungen im internationalen Vergleich einzuordnen?
- 2) Wie unterscheiden sich die Kompetenzniveaus (bzw. non-kognitiven Merkmale) der Schüler*innen unter Einbezug wesentlicher Gruppierungsmerkmale?
 - a) Schüler*innen verschiedener Schularten,

5 Eine Beschreibung beziehungsweise Unterscheidung von Mittelwerten und Streuungsmaßen (z. B. Kompetenzstufen vs. Perzentilbänder) findet sich in Kapitel 3 (Abschnitt 3.3).

- b) Mädchen und Jungen,
 - c) Schüler*innen unterschiedlicher sozialer Herkunft und mit unterschiedlichem Zuwanderungshintergrund.
- 3) Wie haben sich die Kompetenzniveaus, bildungsbezogenen Variablen und lehr-lern-bezogenen Rahmenbedingungen in den letzten Jahren entwickelt beziehungsweise verändert?

Bei der Beantwortung dieser Leitfragen sind einige Aspekte zu beachten, die im folgenden Abschnitt kurz skizziert werden.

1.3.1 International

Die internationale Vergleichbarkeit der Ergebnisse ist ein zentrales Anliegen der PISA-Studie. Maßnahmen, diese zu sichern, sind unter anderem

- eine internationale Besetzung der domänenspezifischen Fachgruppen, welche die Rahmenkonzeptionen erarbeiten,
- der Einbezug von nationalen Expert*innen bei der Begutachtung der Rahmenkonzeption und der daraus abgeleiteten Aufgabenstellungen bezüglich der Passung zum Bildungssystem des jeweiligen Staates,
- strenge Kontrollprozesse bei der Übersetzung der Aufgaben über strikte Regeln für die Testdurchführung,
- statistische Analysen der Messinvarianz im Rahmen der Datenqualitätskontrolle (s. Online-Kapitel 12).

Die 81 Teilnehmerstaaten in PISA 2022 bieten ein großes Potenzial für Vergleiche. Praktisch sind jedoch vielfach kulturelle Unterschiede (Hofstede et al., 2010) zu beachten. Für unterschiedliche Domänen und Kapitel bieten sich unterschiedliche Vergleichsstaaten an. Charakteristika, die einen mit Deutschland vergleichbaren Staat bestimmen, umfassen dabei zum Beispiel ein ähnliches Schulsystem (ein- oder mehrgliedrig; föderal oder zentral), aber auch Antworttendenzen in Fragebögen (Klieme, 2020; Reynolds et al., 2022). Die erreichten Kompetenzen in den drei Domänen Mathematik, Naturwissenschaften sowie Lesen werden mit den anderen OECD-Staaten verglichen, da diese vergleichbare Wirtschaftsleistungen und kulturelle Prägungen aufweisen. Der Vollständigkeit halber finden sich für die wichtigsten Analysen die Ergebnisse für alle PISA-Teilnehmerstaaten im jeweiligen Online-Anhang. In Kapitel 4 und 8 – beide behandeln non-kognitive Merkmale bezogen auf die Hauptdomäne Mathematik – erfolgen, wie schon in PISA 2012 (Schiepe-Tiska & Schmidtner, 2013), die Vergleiche vorwiegend mit der Schweiz, Finnland und den Niederlanden.

1.3.2 Gruppenvergleiche

Die Fünfzehnjährigen wurden aus 257 Schulen gezogen, die wiederum bundesweit 18 verschiedenen Schulformen zuzuordnen sind. Bedingt durch fortlaufende strukturelle Änderungen der nicht gymnasialen Schularten in allen Bundesländern sind vergleichende Analysen zwischen diesen Schularten nicht anzuraten (Sälzer & Reiss, 2016). Daher wird im vorliegenden Berichtsband, wie schon in den letzten beiden Erhebungsrunden, nur zwischen Gymnasien und nicht gymnasialen Schularten (Hauptschule, Integrierte Gesamtschule, Realschule und Schule mit mehreren Bildungsgängen) unterschieden (Autorengruppe Bildungsberichterstattung, 2022).

Von besonderem Interesse sind auch Vergleiche zwischen Jungen und Mädchen. Seit PISA 2022 können die Schüler*innen im Rahmen des Fragebogens ihr Geschlecht selbst dreistufig angeben. Dabei identifizierten sich 2 598 Fünfzehnjährige als weiblich, 2 748 als männlich und 115 als divers, insgesamt 655 Fünfzehnjährige machten keine Angabe. Bevor die Schüler*innen zu Testung und Fragebogen kommen, hatten bereits die Schulkoordinator*innen im Rahmen der Stichprobenziehung die Schüler*innen gemäß den Schulakten zugeordnet. Diese Angaben, die lediglich zwischen Mädchen und Jungen unterscheiden, weisen keine fehlenden Werte auf. In 2022 waren die Fünfzehnjährigen, welche sich später im Fragebogen als divers identifizierten, in der Listung durch ihre jeweiligen Schulkoordinator*innen bereits vorher genau hälftig den Jungen (N = 57) beziehungsweise Mädchen (N = 58) zugeordnet worden. In den bisherigen Erhebungsrunden wurde für die Analysen stets die Angabe der Schulkoordinator*innen zum Geschlecht der Schüler*in herangezogen. Dieses Verfahren kommt auch in PISA 2022 zum Einsatz, denn (1) die Daten weisen keine fehlenden Werte auf, (2) die Vergleichbarkeit mit bisherigen Erhebungsrunden ist gegeben, (3) die Vergleichbarkeit mit der OECD-Berichterstattung ist gewährleistet und (4) mit der derzeitigen Frage im Fragebogen ist nicht geklärt, ob die Schüler*innen die Frage im Sinne ihres biologischen oder sozialen Geschlechts beantwortet haben. Für PISA 2025 werden auch die Schulkoordinator*innen die dritte Antwortoption bekommen und die Gestaltung des Fragebogens wird dahingehend optimiert, dass eine eindeutige Beantwortungsgrundlage für die Schüler*innen vorliegt. Aber schon für PISA 2022 werden die Selbstzuordnungen der Schüler*innen für die Sekundärforschung zur Verfügung gestellt.

Weitere zentrale Vergleichsgrößen und Gruppierungsmerkmale stellen individuelle familiäre Hintergrundvariablen der Schüler*innen, wie beispielsweise der sozioökonomische berufliche Status ihrer Eltern, das soziale und kulturelle Kapital oder ihr Zuwanderungshintergrund dar, da sich diese wiederholt als relevant für den Kompetenzerwerb erwiesen haben (s. Kapitel 7; Weis et al., 2019).

Neben dem häuslichen Kontext spielt für manche bildungswissenschaftliche Fragestellung auch der Klassenkontext als geteilte Erfahrungswelt der Schüler*innen eine Rolle. In PISA 2022 wurden Schüler*innen aus zwei neunten Klassen gezogen, sodass die Schulebene von der Ebene der Schüler*innen differenziert betrachtet werden kann. Der vorliegende Berichtsband fokussiert, wie eingangs erwähnt, die Ergebnisse des inter-

nationalen Vergleichs aus deutscher Perspektive. Daher wird nur im Kapitel zum Unterricht (s. Kapitel 8) auf den klassenbasierten Datensatz eingegangen. Dieser wird ebenfalls für Sekundärforschung zur Verfügung stehen.

Nicht Bestandteil dieses Berichtsbands ist die Verknüpfung der Lehrkräfte mit den Schüler*innen, welche in PISA 2022 erstmalig möglich ist. Bei dieser ist zu beachten, dass es sich nicht um eine repräsentative Stichprobe von Lehrkräften in Deutschland handelt, sondern um jene Lehrkräfte, welche die repräsentativ gezogenen Fünfzehnjährigen unterrichteten (s. Online-Kapitel 12).

1.3.3 Entwicklung über die Zeit

Ein zentrales Element der PISA-Studien sind die Trendanalysen. Dabei werden die Ergebnisse mit vorangegangenen Erhebungsrunden verglichen. Das Studiendesign erlaubt durch die gleiche Definition der Zielpopulation (= Fünfzehnjährige) und Stichprobenziehung, die Kohorten zu vergleichen. Zudem wird darauf geachtet, einen ausreichenden Anteil an Aufgaben in den Kompetenzdomänen sowie Fragen in den Fragebögen möglichst identisch zu halten (die sogenannten Link-Items), um Vergleiche über die Erhebungsrunden hinsichtlich dieser Merkmale ziehen zu können. Vertiefte Betrachtungen zur Vergleichbarkeit der Aufgaben und Teilkompetenzen in der aktuellen Hauptdomäne finden sich im nachfolgenden Kapitel (s. Kapitel 2).

Welche Schwierigkeiten sich beim Vergleich non-kognitiver Merkmale über die Erhebungsrunden ergeben, zeigt das Beispiel der domänenspezifischen Merkmale im Schüler*innenfragebogen (s. auch Kapitel 4). Ein wesentlicher Teil der Kontextfragebögen befasst sich mit motivational-emotionalen Merkmalen, die bezogen auf die jeweilige Hauptdomäne erhoben werden und somit mit jeder Erhebungsrunde wechseln, wie zum Beispiel *Freude und Interesse an Mathematik* (2012), *Freude und Interesse an den Naturwissenschaften* (2015), *Lesefreude* (2018) und *Freude und Interesse an Mathematik* (2022). Es gibt verschiedene Ursachen, warum Fragen in den Kontextfragebögen geändert werden (ein Beispiel hierzu s. Box 1.1web im Online-Anhang dieses Kapitels). Diese Veränderungen erschweren mögliche Trendaussagen. Um dennoch wesentliche non-kognitive Merkmale in ihrer Entwicklung betrachten zu können, wurden auch in PISA 2022 ausgewählte Merkmale aus früheren Erhebungsrunden im Rahmen einer nationalen Ergänzung aufgenommen. Alternativ oder ergänzend können auch Konstrukte unter Ausschluss der veränderten Fragen reskaliert (s. Kapitel 4) oder auf Einzelitemebene getrennt betrachtet werden (s. Kapitel 9).

Welche Erhebungsrunde zum Vergleich herangezogen wird, ergibt sich zumeist aus der gegebenen Fragestellung. Bedeutsam sind je Domäne vor allem zwei Vergleiche, nämlich der kurzfristige und der langfristige Trend. Der kurzfristige Trend betrachtet die Entwicklung seit der letzten Erhebungsrunde, für PISA 2022 also die Erhebung im Jahre 2018. Der langfristige Trend rekurriert auf jene Erhebungsrunden, in denen die Domäne zuletzt Hauptdomäne war. In Mathematik wird folglich der Vergleich zu den

Jahren 2003 und 2012 gezogen. Um die Entwicklung der Digitalisierung in Deutschland nachzuzeichnen, ist es außerdem informativ, diese mit den Erhebungsrunden 2018 und 2015 zu vergleichen (s. Kapitel 9). Die PISA-Studie 2018 ist für diesen Berichtsband nicht nur relevant, weil es sich um die vorangegangene Runde handelt; es ist auch die letzte prä-pandemische Erhebung.

1.4 Vorschau auf den vorliegenden Berichtsband

Allein die OECD plant, bis Ende 2024 fünf Berichte zu PISA 2022 zu veröffentlichen. Diese bereiten den umfangreichen Datenschatz für ein internationales Publikum auf. Der hier vorliegende deutsche Berichtsband zu PISA 2022 nutzt ebenfalls die Stärken dieser internationalen Bildungsvergleichsstudie, indem die Bildungserträge Fünfzehnjähriger aus Deutschland international eingeordnet werden. Mit einer nationalen Perspektive werden in jedem Kapitel vertiefende Analysen zu in Deutschland relevanten Fragestellungen, wie zum Beispiel dem Vergleich gymnasialer und nicht gymnasialer Schularten sowie dem nationalen Trend, präsentiert.

Mathematik stand im Fokus der aktuellen PISA-Studie, daher widmen sich auch die ersten drei Kapitel dieser Kompetenzdomäne. In Kapitel 2 (*Mathematikkompetenz in einer durch Digitalisierung geprägten Welt: Die Rahmenkonzeption in PISA 2022*) wird die Weiterentwicklung des Rahmenkonzepts seit 2012 beschrieben und mit der Veränderung der Rahmenlehrpläne und Bildungsstandards in Deutschland in Verbindung gebracht. In Kapitel 3 (*Mathematische Kompetenz in PISA 2022: von Leistungsunterschieden und ihren Entwicklungen*) werden die Ergebnisse der Hauptdomäne berichtet. Im folgenden Kapitel 4 (*Motivational-emotionale Orientierungen Fünfzehnjähriger bezüglich Mathematik in PISA 2022: Zwischen Anstrengung und Selbstbild*) werden die Emotionen, Motivationen, Einstellungen und Verhaltensweisen der Fünfzehnjährigen in Bezug auf Mathematik analysiert. Analog zu Kapitel 3, nur ohne Analysen auf Ebene der Teilkompetenzen, werden in Kapitel 5 (*Naturwissenschaftliche Kompetenz in PISA 2022: Entwicklungen und mögliche Herausforderungen*) die Ergebnisse in der naturwissenschaftlichen Kompetenz sowie in Kapitel 6 (*Lesekompetenz in PISA 2022: Ergebnisse, Veränderungen und Perspektiven*) in der Lesekompetenz analysiert. Eine entscheidende Rolle bei der Kompetenzentwicklung Fünfzehnjähriger spielt in Deutschland nach wie vor der soziale Hintergrund. Daher betrachtet Kapitel 7 (*Herkunftsbezogene Ungleichheiten im Kompetenzerwerb*) vertieft das sozioökonomische Umfeld sowie einen etwaigen Zuwanderungsstatus der Schüler*innen. Das darauffolgende Kapitel leitet dann vom Individuum zur Institution über. Kapitel 8 (*Wie sieht der aktuelle Mathematikunterricht in Deutschland aus? – Befunde aus PISA 2022 und PISA-Ceco*) betrachtet eingehender den Mathematikunterricht sowohl im internationalen Vergleich als auch vertieft für Deutschland durch Nutzung der Ergebnisse des ZIB-Kernprojekts Ceco, bei welchem Unterricht unter Realbedingungen beobachtet und Unterrichtsmaterialien betrachtet wurde. Kapitel 9 (*Digitalisierungsbezogene Lerngelegenheiten und -aktivitäten in Schule und Freizeit*) widmet sich

dann den schulischen und häuslichen Rahmenbedingungen mit besonderem Fokus auf die Digitalisierung. Die veränderten Lehr- und Lernbedingungen während der Coronapandemie werden in Kapitel 10 (*Lehren und Lernen unter Pandemiebedingungen*) vertieft betrachtet. Abschließend werden die Kernergebnisse aller Kapitel in PISA 2022 in Kapitel 11 (*Fazit PISA 2022*) gebündelt. Ergänzend findet sich im Onlineanhang eine ausführliche Beschreibung der methodischen Hintergründe der aktuellen Erhebungsrunde (*Methodendokumentation zur Datenerhebung für PISA 2022 in Deutschland*).

Literatur

- Autor*innengruppe Bildungsberichterstattung. (2022). Allgemeinbildende Schule und non-formale Lernwelten im Schulalter. In *Bildung in Deutschland 2022: Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zum Bildungspersonal* (S. 121–162). wbv.
- Baumert, J., Artelt, C., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U., Schneider, W., Tillmann, K.-J., & Weiß, M. (Hrsg.) (2002). *PISA 2000 – Die Länder der Bundesrepublik Deutschland im Vergleich*. VS Verlag für Sozialwissenschaften. <https://doi.org/10.1007/978-3-663-11042-2>
- Goldhammer, F., Harrison, S., Bürger, S., Kroehne, U., Lüdtke, O., Robitzsch, A., Köller, O., Heine, J.-H., & Mang, J. (2019). Vertiefende Analysen zur Umstellung des Modus von Papier auf Computer. In K. Reiss, M. Weis, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2018: Grundbildung im internationalen Vergleich* (S. 163–186). Waxmann.
- Goldhammer, F., Naumann, J., Stelter, A., Tóth, K., Rölke, H., & Klieme, E. (2014). The time on task effect in reading and problem solving is moderated by task difficulty and skill: Insights from a computer-based large-scale assessment. *Journal of Educational Psychology, 106*(3), 608–626. <https://doi.org/10.1037/a0034716>
- Hahnel, C., Goldhammer, F., Naumann, J., & Kröhne, U. (2016). Effects of linear reading, basic computer skills, evaluating online information, and navigation on reading digital text. *Computers in Human Behavior, 55*, 486–500. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.09.042>
- Harrison, S., Kroehne, U., Goldhammer, F., Lüdtke, O., & Robitzsch, A. (2023). Comparing the score interpretation across modes in PISA: an investigation of how item facets affect difficulty. *Large-Scale Assessments in Education, 11*(1). <https://doi.org/10.1186/s40536-023-00157-9>
- Hofstede, G., Hofstede, G. J., & Minkov, M. (2010). *Cultures and organizations. Software of the mind: Intercultural cooperation and its importance for survival* (3., überarb. und erw. Aufl.). McGraw-Hill.
- Klieme, E. (2020). Policies and practices of assessment: A showcase for the use (and misuse) of international large scale assessments in educational effectiveness research. In J. Hall, A. Lindorff, & P. Sammons (Hrsg.), *International perspectives in educational effectiveness research* (S. 147–181). Springer International Publishing.
- KMK. (1997). *Grundsätzliche Überlegungen zu Leistungsvergleichen innerhalb der Bundesrepublik Deutschland: Konstanzer Beschluss*. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/1997/1997_10_24-Konstanzer-Beschluss.pdf

- KMK. (2005 und 2015). *Gesamtstrategie der Kultusministerkonferenz zum Bildungsmonitoring*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2015/2015_06_11-Gesamtstrategie-Bildungsmonitoring.pdf
- Mang, J., Seidl, L., Schiepe-Tiska, A., Tupac-Yupanqui, A., Ziernwald, L., Doroganova, A., Weis, M., Diedrich, J., Heine, J.-H., González Rodríguez, E., & Reiss, K. (2023). *PISA 2018 Skalenhandbuch. Dokumentation der Erhebungsinstrumente* (2. ergänzte Auflage). Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830919964>
- OECD. (1999). *Measuring student knowledge and skills: A new framework for assessment*. <https://www.oecd.org/education/school/programmeforinternationalstudentassessmentpisa/33693997.pdf>
- OECD. (2019). PISA 2018 results (volume I). *What students know and can do*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- OECD. (2020a). *Reporting of subnational data in OECD publications: EDU/PISA/GB(2020)4*. OECD Publishing.
- OECD (2020b). *PISA 2022 technical standards and guidelines*. OECD Publishing.
- OECD. (2021). Chapter 14: Data adjudication. In OECD (Hrsg.), *PISA 2018. Technical report* (S. 235–249). OECD Publishing.
- OECD. (2022, 25. Februar). *Statement from OECD secretary-general on initial measures taken in response to Russia's large scale aggression against Ukraine* [Pressemitteilung]. <https://www.oecd.org/countries/ukraine/statement-from-oecd-secretary-general-on-initial-measures-taken-in-response-to-russia-s-large-scale-aggression-against-ukraine.htm>
- OECD. (2023a). PISA 2022 context questionnaire framework: Balancing trends and innovation. In OECD, *PISA 2022 assessment and analytical framework* (S. 169–237). OECD Publishing.
- OECD. (2023b). *PISA results 2022: Volume I. The state of learning and equity in education*. OECD Publishing.
- OECD. (2023c, in Vorb.). *Technical report PISA 2022*. OECD Publishing.
- Prenzel, M. (Hrsg.) (2005). *PISA 2003: Der zweite Vergleich der Länder in Deutschland – Was wissen und können Jugendliche?* Waxmann.
- Prenzel, M., Artelt, C., Baumert, J., Blum, W., & Hammann, M. (Hrsg.) (2008). *PISA 2006 in Deutschland: Die Kompetenzen der Jugendlichen im dritten Ländervergleich*. Waxmann.
- Reynolds, K., Khorramdel, L., & Davier, M. von (2022). Can students' attitudes towards mathematics and science be compared across countries? Evidence from measurement invariance modeling in TIMSS 2019. *Studies in Educational Evaluation*, 74, 101169. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2022.101169>
- Robitzsch, A., Lüdtke, O., Goldhammer, F., Kroehne, U., & Köller, O. (2020). Reanalysis of the German PISA data: A comparison of different approaches for trend estimation with a particular emphasis on mode effects. *Frontiers in Psychology*, 11, 884. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00884>
- Sälzer, C., & Reiss, K. (2016). PISA 2015 – die aktuelle Studie. In K. Reiss, C. Sälzer, A. Schiepe-Tiska, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2015: Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 13–44). Waxmann.
- Schiepe-Tiska, A., & Schmidtner, S. (2013). Mathematikbezogene emotionale und motivationale Orientierungen, Einstellungen und Verhaltensweisen von Jugendlichen in PISA 2012. In M. Prenzel, C. Sälzer, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2012: Fortschritte und Herausforderungen in Deutschland* (S. 99–121). Waxmann.
- Stanat, P., & Schipolowski, S. (2023). Ziele, Inhalte und Durchführung des IQB-Bildungstrends 2022. In P. Stanat, S. Schipolowski, R. Schneider, S. Weirich, S. Henschel & K. A.

- Sachse (Hrsg.), *IQB-Bildungstrend 2022. Sprachliche Kompetenzen am Ende der 9. Jahrgangsstufe im dritten Ländervergleich* (S. 11–18). Waxmann.
- Weis, M., Müller, K., Mang, J., Heine, J.-H., Mahler, N., & Reiss, K. (2019). Soziale Herkunft, Zuwanderungshintergrund und Lesekompetenz. In K. Reiss, M. Weis, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2018: Grundbildung im internationalen Vergleich* (S. 129–162). Waxmann.

2 Mathematikkompetenz in einer durch Digitalisierung geprägten Welt

Die Rahmenkonzeption in PISA 2022

Frank Reinhold, Jennifer Diedrich, Anselm Strohmaier
& Kristina Reiss

2.1 Mathematikkompetenz im Wandel

Die Fähigkeit, mathemathikhaltige Anforderungen der realen Welt adäquat bewältigen zu können, sollten Kinder und Jugendliche bis zum Eintritt in das Erwachsenenleben erwerben können (OECD, 2018; Stanat et al., 2019). In der PISA-Studie 2022 ist – nach den Jahren 2003 und 2012 – erneut die mathematische Kompetenz Hauptdomäne und damit ein Schwerpunkt der Berichterstattung (OECD, 2023). Vor dem Hintergrund maßgeblicher Veränderungen der letzten Jahre – insbesondere auch geprägt durch rasante Entwicklungen im Bereich der Digitalisierung und neue, globale Herausforderungen – wandeln sich auch nationale und internationale Perspektiven auf Mathematikkompetenz sowie die Rolle und Aufgabe des Faches Mathematik in der Schule (Abschnitt 1.1). Folgerichtig wurde das Rahmenkonzept von PISA 2022 angepasst (Abschnitt 1.2), das im Anschluss detailliert beschrieben und weiter curricular eingeordnet wird (Abschnitt 2).

2.1.1 Die Rolle der Mathematik – insbesondere in einer durch Veränderungen geprägten Welt

Schüler*innen sowohl auf eine schnelllebige, globalisierte und technologisierte Welt als auch für die Herausforderungen der Zukunft adäquat vorzubereiten zählt zu den Kernaufgaben moderner und zeitgemäßer Bildungssysteme (OECD, 2018; United Nations, 2015). Es besteht weitgehend Konsens darüber, dass diese Anforderungen und Herausforderungen für die Generation von Fünfzehnjährigen einem stetigen Wandel unterliegen; neben der Bewältigung akuter und zukünftiger weltumspannender Krisensituationen gehen mit den Fortschritten in Wissenschaft und Technik lebensweltliche Veränderungen einher, die eine kritische Reflexion bisheriger Anforderungskataloge an Jugendliche – sowohl für allgemeine Kompetenzen als auch für fachspezifische mathematische Kompetenz – notwendig machen.

Unter anderem sind es rasante Entwicklungen im Bereich der Digitalisierung, die zwar vielfältige Lösungsansätze für manche Herausforderungen anbieten, gleichzeitig

aber zusätzliche oder veränderte Kompetenzen und Fertigkeiten erfordern. Einige dieser fachübergreifenden Anforderungen werden als *21st Century Skills* beschrieben; zu ihnen zählen kritisches Denken, Kreativität, Erforschung und Erkundung, Selbstbestimmung, Initiative und Beharrlichkeit, Verwendung von Informationen, Systemdenken, Kommunikation sowie Reflexion (OECD, 2018).

In diesem Zusammenhang nimmt die Mathematik eine besondere Rolle ein. Im Selbstverständnis der Fachdidaktik geht es im schulischen Mathematikunterricht auch darum, Schüler*innen Basiswissen für die Teilhabe an wesentlichen gesellschaftlichen Prozessen zu vermitteln und darum ihnen Erfahrungen zu ermöglichen, wie Mathematik zur Deutung und Modellierung von lebensweltlichen Anforderungen und Problemen – und nicht zuletzt zum besseren Verständnis solcher Phänomene – beitragen kann (Reiss et al., 2020). Dass diese Ziele im Mathematikunterricht in Deutschland nur eingeschränkt umgesetzt werden, zeigt sich durch drei zentrale Erkenntnisse bisheriger Forschung (Reiss & Hammer, 2021):

- *Fokus auf regelhafte und prozedurale Aspekte:* Trotz der oben genannten Betonung einer Notwendigkeit von lebensweltlichen Bezügen machen weiterhin vor allem syntaktische Elemente und die routinierte Einübung von Prozeduren den Mathematikunterricht in Deutschland aus. Häufig verbergen sich hinter vermeintlich alltagsbezogenen Aufgaben sogenannte eingekleidete Aufgaben, die keine Einsichten zur Rolle von Mathematik im Alltag ermöglichen können (z. B. „Tina ist 1,60 m groß. Ihr Vater ist um 20 % größer als sie. Um wie viel Prozent ist Tina kleiner als ihr Vater?“).
- *Lebensweltliche Bezüge sind individuellen Unterschieden unterworfen:* Je nach Alter und persönlichen Interessen und Vorlieben können Kontexte von Mathematikaufgaben in unterschiedlichem Maße Relevanz für den Alltag von Schüler*innen aufweisen. Hier eine Passung anzustreben ist vor dem Hintergrund, dass gute Aufgaben davon leben, zum eigenständigen Explorieren und zur Beschäftigung gerade auch mit dem Kontext zu motivieren, eine zentrale Anforderung.
- *Fehlende Authentizität kontextualisierter Aufgaben:* Ein weiteres charakteristisches Phänomen für Mathematikaufgaben mit Alltagsbezug ist die bisweilen fehlende realistische Formulierung, die der Aufgabe ihren praktischen Wert beraubt (z. B. kann mittels des Satzes von Pythagoras aus gegebener Breite und Höhe eines Fernsehbildschirms die Länge der Bildschirmdiagonale berechnet werden – die in der Realität jedoch stets angegeben ist).

In einem zeitgemäßen Mathematikunterricht geht es entsprechend nicht um das reine Einbeziehen anwendungsorientierter Aufgabenstellungen, sondern vielmehr um die Unterstützung von Schüler*innen bei der Einordnung der zwischen Fach und Alltag vermittelnden Erfahrungen. Wichtige Aspekte sind die Befähigung zur flexiblen Anwendung von Mathematik in vielfältigen Kontexten und die Förderung einer kritischen Reflexion von Ergebnissen. Der Mathematikunterricht muss darauf ausgerichtet sein, einen Bezug zur Lebenswirklichkeit von Jugendlichen herzustellen und damit ihr Inter-

esse zu wecken und ihnen die Sinnhaftigkeit der Mathematik zu verdeutlichen (Reiss & Hammer, 2021).

Diesem perspektivischen Ziel zur Rolle von Mathematik für Jugendliche im Alter von 15 Jahren sieht sich PISA seit Beginn der Erhebungen verpflichtet und trägt ihm durch die Formulierung und stetige Anpassung der Rahmenkonzeption mathematischer Kompetenz Rechnung (OECD, 2003, 2013, 2023). Dabei werden internationale Konsensentscheidungen dazu angestrebt, wie die Rahmenkonzeptionen im Hinblick auf lebensweltliche Entwicklungen und sich dadurch verändernde Anforderungen an Fünfzehnjährige angepasst werden müssen. PISA 2022 reagiert insbesondere auf technologische Entwicklungen und die fortschreitende Digitalisierung. Die neue Rahmenkonzeption der mathematischen Kompetenz folgt hinsichtlich der Digitalisierung einem vergleichbaren Gedanken wie die aktuellen Bestrebungen in Deutschland für die Unterrichtsfächer im Allgemeinen (KMK, 2016, 2021) und das Fach Mathematik im Speziellen (GDM, in Vorbereitung; Pinkernell et al., 2022). National und international besteht Konsens darüber, dass sich durch die Digitalisierung neue Möglichkeiten ergeben, *bestehende* Facetten mathematischer Kompetenz durch Veränderung der zur Verfügung stehenden technologischen Werkzeuge weiterführend zu interpretieren, beispielsweise die Bedeutung von Näherungslösungen aufgrund der allgemeinen Verfügbarkeit von Technologien, die zur approximativen Berechnung effizient genutzt werden können. Darüber hinaus werden bisher im Mathematikunterricht in Deutschland eher nachrangig betrachtete, *neue* Facetten mathematischer Kompetenz zunehmend relevant, was sich zum Beispiel in einer Betonung des statistischen Denkens manifestiert.

2.1.2 Konzeptualisierung mathematischer Kompetenz aus der deutschen Perspektive

Viele der grundsätzlichen Ideen davon, was mathematische Kompetenz bedeutet, finden sich übergreifend sowohl in internationalen Rahmenkonzeptionen als auch in nationalen Bildungsstandards und Lehrplänen immer wieder. Dennoch gibt es wesentliche Unterschiede, die auch für die Interpretation der Ergebnisse aus PISA in Deutschland relevant sind. Im Folgenden soll daher rekapituliert werden, in welchen Teilen die Rahmenkonzeption mathematischer Kompetenz in PISA 2022 und die Konzeption der deutschen Bildungsstandards und Lehrpläne übereinstimmen.

Aus der Perspektive Deutschlands ist zur Beantwortung der Frage, ob der internationale Konsens der OECD (2023) und die für das Schulsystem in Deutschland geltenden Bildungsstandards ein gemeinsames Verständnis von Mathematikkompetenz haben, ein historischer Exkurs zielführend. Dabei können im Wesentlichen drei zeitliche Phasen ausgemacht werden, die zeigen, dass zwar im Kern eine konzeptuelle Übereinstimmung vorliegt, diese aber durch Entwicklungen in unterschiedliche Richtung der letzten zehn Jahre in zentralen Aspekten stetig verringert wurde.

Phase 1 „Gemeinsame Wurzeln“: Die Entwicklung der deutschen Bildungsstandards und der internationalen Rahmenkonzeption für PISA 2003 (Mathematik war in dem Jahr erstmals Hauptdomäne) durch die PISA *Mathematics Experts Group* verliefen in den Jahren 2000 bis 2003 in hohem Maße verzahnt. Damals griffen beide Initiativen im Wesentlichen auf die gleichen Grundlagen zurück: Sie folgten in vielerlei Hinsicht den Ideen und Prinzipien aus der Forschungstradition um Hans Freudenthal, die einen starken Fokus auf Realweltbezug, Konstruktivismus und den Prozesscharakter von Mathematik legte (Freudenthal, 1991). Darüber hinaus spielten bereits bestehende Initiativen zu Bildungsstandards in anderen Ländern eine wesentliche Rolle (insbesondere USA, Dänemark und Schweden; z.B. Klieme et al., 2001, 2003; NCTM, 1989; Niss & Hoojgaard 2011). Auch personell gab es Überschneidungen; so war etwa der deutsche Mathematikdidaktiker Werner Blum in beiden Gremien maßgeblich beteiligt (Blum et al., 2005; Turner & Stacey, 2015). In dieser Phase gab es somit eine weitgehende Kohärenz auf konzeptueller Ebene (Blum et al., 2005). In Deutschland waren insbesondere zwei zentrale Elemente dieser Konzeptualisierungen von Bedeutung, nämlich zum einen der Ansatz, mathematische Kompetenz nach Inhalten, Prozessen und Anforderung zu organisieren, und zum anderen die Output-Orientierung, die den Kompetenzbegriff und den damit verbundenen Anwendungscharakter verstärkt in den Fokus rückt (Klieme & Hartig, 2008; Reiss et al., 2020) und dabei motivational-affektive Bildungsziele einbindet (Schiepe-Tiska et al., 2016, 2021). Zu diesem Zeitpunkt war die gängige Realität in deutschen Klassenzimmern allerdings noch von traditionelleren Konzeptionen geprägt – und damit vor allem input-orientiert und auf technische Fähigkeiten fokussiert (Reiss et al., 2020). Ein Abgleich der Anforderungen deutscher Lehrpläne für den Mathematikunterricht mit den Aufgaben für PISA 2000 ergab folgerichtig noch eine deutliche Diskrepanz (Klieme et al., 2001).

Phase 2 „Umsetzung“: Die nächste Phase umfasste etwa die Jahre zwischen 2003 und 2012. In dieser Zeit wurden sukzessive Bildungsstandards für den Mathematikunterricht formuliert und beschlossen, beginnend mit dem Mittleren Schulabschluss (KMK, 2003) gefolgt vom Primarschulbereich (KMK, 2004b), dem Hauptschulabschluss (KMK, 2004a) und schließlich der allgemeinen Hochschulreife (KMK, 2012). Die darauf angepassten Lehrpläne folgten in den meisten Bundesländern bereits kurze Zeit später, so dass knapp fünfzehn Jahre nach der ersten PISA-Studie zumindest die Vorgaben für den Mathematikunterricht am neuen Verständnis mathematischer Kompetenz orientiert waren. Zu diesem Zeitpunkt entsprach die Rahmenkonzeption der Lehrpläne damit in weiten Teilen der Rahmenkonzeption aus PISA, wenn auch in der konkreten Umsetzung nach wie vor Unterschiede bestanden (vgl. etwa die in Abschnitt 1.1 dargestellte Diskrepanz zwischen den Anforderungen der Bildungsstandards hinsichtlich lebensweltbezoglicher Aufgaben und der dennoch weitgehend vorherrschenden Praxis der Einübung von Fertigkeiten und Prozeduren).

Phase 3 „Getrennte Wege“: In PISA 2012 (OECD, 2013) und in PISA 2022 (OECD, 2023) war jeweils erneut Mathematik die Hauptdomäne. In beiden Jahren wurde in der Vorbereitung der Studien die Rahmenkonzeption von Mathematikkompetenz durch

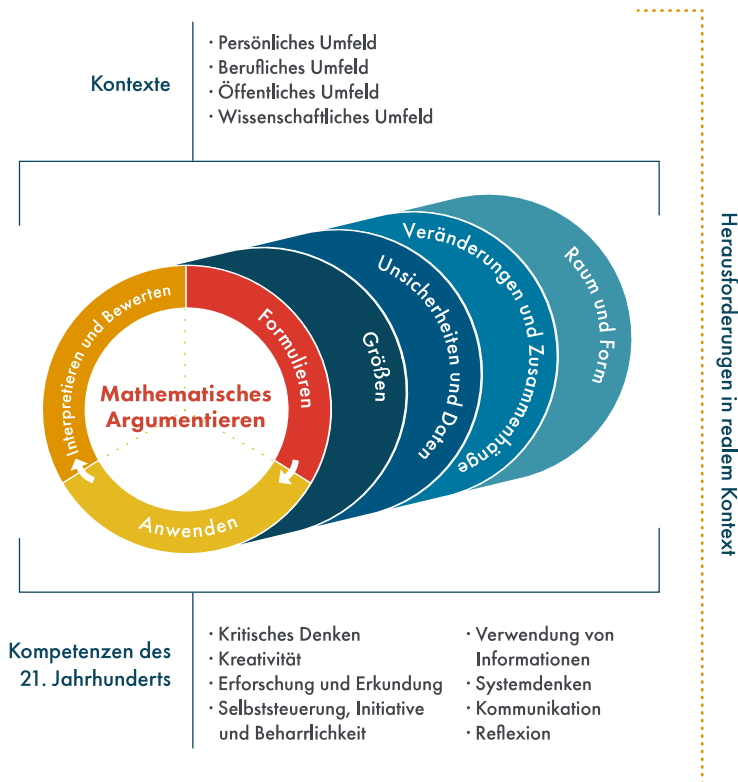
international besetzte Gruppen überarbeitet. Zudem wurde in Deutschland das 2004 neugegründete *Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen* (IQB) mit der Überprüfung und Weiterentwicklung der Bildungsstandards beauftragt, welches für die Bildungsstandards verschiedene Anpassungen vornahm (KMK, 2022). Für das deutsche Bildungssystem ist entscheidend, dass diese Veränderungen – insbesondere der aktuell gültigen Rahmenkonzeption mathematischer Kompetenz in PISA 2022 – nicht mehr im gleichen Maß in wechselseitigem Austausch standen, wie es zu Beginn des Jahrtausends der Fall war: Einerseits war in der PISA *Mathematics Experts Group* die Haltung der deutschen Mathematikdidaktik und Bildungsforschung (personell) nicht mehr vertreten, während andererseits die Weiterentwicklung der Bildungsstandards durch das IQB von Expertinnen und Experten begleitet wurde, die ihrerseits nicht an der PISA-Rahmenkonzeption beteiligt waren. So konnte die nationale Projektleitung von PISA in Absprache mit deutschen Mathematikdidaktiker*innen und über die nationale Bildungspolitik nur reaktiv auf die Entwicklung des bestehenden Rahmenkonzeption einwirken. Diese unabhängige Entwicklung führte zu einer Divergenz der beiden Rahmenkonzeptionen mathematischer Kompetenz, die in diesem Kapitel anhand von einigen Beispielen illustriert wird.

2.2 Mathematikkompetenz in PISA 2022: eine curriculare Einordnung

In der PISA 2022 zugrunde liegenden Rahmenkonzeption wird *Mathematikkompetenz* (*Mathematical Literacy*) definiert als „die Fähigkeit einer Person zum mathematischen Argumentieren sowie Mathematik in einer Vielzahl von Alltagskontexten einzusetzen, in denen Problemstellungen mathematisch formuliert, bearbeitet und interpretiert werden. Dies beinhaltet mathematische Konzepte, Fakten und Methoden, um Phänomene zu beschreiben, zu erklären und vorausszusagen. Mathematikkompetenz hilft Personen zu erkennen, welche Rolle Mathematik in der Welt spielt, um fundierte Urteile abzugeben sowie gut begründete Entscheidungen zu treffen, so wie sie von konstruktiven, engagierten und reflektierten Bürgerinnen und Bürgern des 21. Jahrhunderts benötigt werden“ (OECD, 2023, Abschnitt Übersicht, Absatz 3).

Im Hinblick auf dieses Verständnis von Mathematikkompetenz verfolgt PISA das Ziel abzubilden, wie gut es unterschiedlichen Bildungssystemen gelingt, Jugendliche auf die Lösung mathematikhaltiger Probleme ihres Alltags so vorzubereiten, dass sie auf dieser Basis konstruktive, engagierte und reflektierte Entscheidungen treffen können. Diese Zielsetzung fokussiert wesentlich auf die Bewältigung von Herausforderungen in realen Kontexten. Um dies messbar zu machen, wurden Aufgaben entlang verschiedener zur Lösung notwendiger *Schlüsselkompetenzen* des *mathematischen Argumentierens* (*Key Understandings of Mathematical Reasoning*) generiert, deren Bearbeitung jeweils einen unterschiedlichen mathematischen *Prozess* initiiert; diese Aufgaben sind in verschiede-

Abbildung 2.1: PISA-2022-Rahmenkonzeption für Mathematik im Überblick. Aus OECD, 2023 (<https://pisa2022-maths.oecd.org/de>)



nen *Inhaltsbereichen (Content Knowledge)* in unterschiedlichen authentischen *Kontexten* angeordnet (Abbildung 2.1).

Zusätzlich setzt die in PISA 2022 verwendete Rahmenkonzeption auf eine computerbasierte Bearbeitung der Aufgaben durch die Fünfzehnjährigen. Dies ermöglicht nicht nur eine effiziente Durchführung der Studie, sondern – der Idee der Abbildung mathematischer Probleme im Alltag folgend – die Fokussierung auf zeitgemäße Anforderungssituationen in einer sich durch Digitalisierung beständig verändernden Lebensumwelt.

2.2.1 Mathematisches Argumentieren

PISA 2022 nimmt das *Mathematische Argumentieren (Mathematical Reasoning)* in den Fokus. Mit Blick auf die von der heutigen Generation von Fünfzehnjährigen aktuell und in Zukunft zu bewältigenden Herausforderungen – zum Beispiel hinsichtlich Digitalisierung, Migration und Flucht sowie Klima – (OECD, 2018) kommt der Fähigkeit, logische Schlussfolgerungen zu ziehen und Argumente valide und schlüssig darlegen zu kön-

nen, eine wesentliche Rolle zu. Zu erkennen, dass die Mathematik hierfür einen Rahmen schafft, der generalisierbare und in verschiedenen (Alltags-)Situationen anwendbare Heuristiken bietet, wird als ein Ziel des schulischen Mathematikunterrichts verstanden, das über die Vermittlung konkreter fachlicher Inhalte hinausgeht (Winter, 1995). Diesem Umstand wird in PISA 2022 dadurch Rechnung getragen, dass mathematisches Argumentieren stärker ins Zentrum der Erhebung rückt.

2.2.1.1 Schlüsselkompetenzen mathematischen Argumentierens

Um einen international und längsschnittlich vergleichbaren Referenzrahmen zu schaffen, ist es notwendig, Konstrukte wie das mathematische Argumentieren konkret zu operationalisieren. Dabei können selbstredend nicht alle Facetten des Konstruktes berücksichtigt werden. Die in PISA 2022 abgebildeten *Schlüsselkompetenzen des mathematischen Argumentierens* (*Key Understandings*) sind (OECD, 2023):

- Größen, Zahlensysteme und ihre algebraischen Eigenschaften verstehen
- Die Bedeutung von Abstraktion und symbolischer Darstellung erkennen
- Mathematische Strukturen und deren Regelmäßigkeiten erfassen
- Funktionale Zusammenhänge zwischen Größen erkennen
- Reale Situationen mathematisch modellieren
- Variation als zentralen Bestandteil der Statistik verstehen

Größen, Zahlensysteme und ihre algebraischen Eigenschaften verstehen

Der explizite Fokus auf ein grundlegendes Verständnis von Zahlensystemen und fundamentalen algebraischen Eigenschaften sowie deren Allgemeingültigkeit und die Fähigkeit, innerhalb dieser Systeme und insbesondere auch in innermathematischen Problemstellungen erfolgreich zu operieren, kann als deutliche Erweiterung der bisherigen Rahmenkonzeption mathematischer Kompetenz in PISA 2022 verstanden werden (OECD, 2023; Sälzer et al., 2013). Diese Schlüsselkompetenz ist relevant für die Entwicklung weiterführender mathematischer Fähigkeiten (Booth & Newton, 2012), stellt Schüler*innen unterschiedlicher Altersgruppen aber bisweilen vor erhebliche Herausforderungen (Vamvakoussi & Vosniadou, 2004).

Zur Erfassung dieser Schlüsselkompetenz werden in PISA 2022 unter anderem (inner-)mathematische Probleme genutzt, in denen Fünfzehnjährige im Kontext der Schule vermittelte algebraische Eigenschaften anhand eines einleitenden Aufgabentextes wiedererkennen und diese dann in Problemsituationen kreativ und flexibel anwenden müssen. So wird etwa in der Aufgabeneinheit „Die Schönheit der Potenzen“ zunächst Vorwissen zur Potenzschreibweise über die Vorstellung der wiederholten Multiplikation aktiviert (z. B. $8 \cdot 8 \cdot 8 \cdot 8 = 8^4$, vier 8er miteinander multipliziert; OECD, 2023); anschließend muss der korrekte Wert des Terms $(-5)^{43} + (-1)^{43} + (5)^{43}$ ermittelt werden. Dafür

stehen die Antworten -1 , 0 und 5 zur Auswahl. Um die korrekte Lösung -1 zu erhalten, müssen Fünfzehnjährige neben dem vorab aktivierten Vorwissen über die Potenzschreibweise auch Kenntnisse über die Multiplikation negativer Zahlen nutzen und diese unter Berücksichtigung algebraischer Eigenschaften zusammenführen. Das Beispiel veranschaulicht, dass das Anforderungsspektrum in PISA 2022 auch die Lösung von Aufgaben ohne konkreten Alltagsbezug enthält (OECD, 2023).

Die Bedeutung von Abstraktion und symbolischer Darstellung erkennen

Abstraktion im Kontext des Rahmenmodells mathematischer Kompetenz in PISA 2022 umfasst den Aufbau von Zusammenhängen zwischen Objekten mit strukturellen Ähnlichkeiten; dabei spielen die in der Schulmathematik besonders beachteten Zusammenhänge zwischen anschaulichen Objekten, symbolischen Darstellungen, Algorithmen und Grundvorstellungen eine Rolle (OECD, 2023). Diese Schlüsselkompetenz ist unter anderem notwendig, um in Aufgaben mit Lebensweltbezug passende Situations- und Realmodelle in mathematische Modelle zu überführen (Blum & Leiß, 2005).

Neben dieser relevanten Rolle beim Übersetzen realer Probleme in die Welt der Mathematik, ist die zielgruppenadäquate Auseinandersetzung mit Aussagenlogik ein weiterer Teilaspekt mathematischer Abstraktion, der in PISA 2022 zur Erfassung mathematischen Argumentierens genutzt wird. So sollen in der Aufgabeneinheit „Immer, manchmal, niemals“ ausgehend von einer exemplarischen Beschreibung mathematischer Aussagen, die immer, manchmal beziehungsweise nie wahr sind weitere Aussagen beurteilt werden. Dabei müssen sowohl außermathematische Aussagen („Ein 14-jähriges Mädchen war zumindest einmal in ihrem Leben halb so groß wie momentan“; immer wahr) als auch innermathematische Aussagen („Wenn eine ganze Zahl mit sich selbst multipliziert wird, ist die Lösung eine gerade Zahl“; manchmal wahr, da z. B. $6 \cdot 6 = 36$ gerade ist, aber $3 \cdot 3 = 9$ ungerade ist) nach ihrer Gültigkeit beurteilt werden (OECD, 2023).

Mathematische Strukturen und ihre Regelmäßigkeiten

In PISA 2022 wird dem Erkennen von Mustern und Strukturen Bedeutung hinsichtlich der Ermittlung und Verarbeitung abstrakter Darstellungen, dem Rückgriff auf prozedurales Wissen sowie dem mathematischen Modellieren zugesprochen; Strukturen zu erkennen wird dabei als eine Möglichkeit verstanden, sich an die Bedeutung abstrakter Repräsentationen zu erinnern (OECD, 2023). Auch in der deutschsprachigen Mathematikdidaktik wird dem Erkennen und Nutzen von Mustern und Strukturen große Bedeutung beigemessen; es findet sich über das gesamte Curriculum hinweg von der Primarstufe (Steinweg, 2013) bis hin zur universitären Lehre (Leuders, 2016).

Wie die Nutzung dieser Schlüsselkompetenz im Kontext von PISA 2022 zur Lösung von Alltagsproblemen verstanden wird, illustriert die Aufgabeneinheit „Fliesen legen“ (OECD, 2023): Hier wird ein Teil eines Fliesenmuster vorgegeben, das aus zwei unterschiedlichen Fliesen zusammengesetzt ist und in der ersten Aufgabe systematisch ver-

Abbildung 2.2: Aufgabeneinheit „Fliesen legen“. Beispiel 4 aus OECD, 2023 (<https://pisa2022-maths.oecd.org/de>)

Fliesen legen
Frage 5/5

Das Fliesenmuster auf der rechten Seite ist ein Ausschnitt aus der Mitte eines viel größeren Bereichs, der durch die Kombination von drei Fliesen – A, B und C – erstellt wurde.

Betrachte das Muster.

Welche der untenstehenden Schemata beschreibt eine 3 x 3 Einheit von Fliesen, die wiederholt werden kann, um das Muster auf der rechten Seite zu erstellen (wähle **ALLE** zutreffenden aus).

3 x 3 Einheit, um das Muster zu erstellen

A	B	C	☐
B	A	C	
B	C	A	

B	C	A	☐
C	A	B	
A	C	B	

A	B	C	☐
B	C	A	
B	A	C	

A	B	C	☐
B	C	A	
C	A	B	

FLIESEN LEGEN

Fliese A Fliese B Fliese C

vollständig werden muss. Ausgehend von den erkannten Strukturen sollen Fünfzehnjährige in den weiterführenden Aufgaben der Aufgabeneinheit eine Anleitung zum Fliesenlegen formulieren, wofür „Wenn, dann, sonst“-Aussagen vervollständigt werden müssen. Diese Anleitungen werden in darauffolgenden Aufgaben systematisch weiterentwickelt und auf komplexere Muster (z. B. mit drei statt zwei Fliesen, Abbildung 2.2) erweitert.

Funktionale Zusammenhänge zwischen Größen erkennen

Funktionale Zusammenhänge zwischen Größen verbal oder auch in Form von Gleichungen, Graphen und Tabellen ausdrücken zu können, wird in PISA 2022 als eine weitere Schlüsselkompetenz des mathematischen Argumentierens verstanden (OECD, 2023). Dabei berücksichtigt die aktuelle Rahmenkonzeption explizit, dass für ein vollständig ausgeprägtes Verständnis von Funktionen unterschiedliche Vorstellungen erworben und vernetzt sein müssen – darunter die Zuordnungsvorstellung (eine Funktion ordnet jedem Wert einer Größe genau einen Wert einer zweiten Größe zu), die Kovariationsvorstellung (Funktionen erfassen, wie sich Änderungen einer Größe auf eine zweite Größe auswirken) sowie die Objektvorstellung (eine Funktion ist ein einziges Objekt,

Abbildung 2.3: Aufgabeneinheit „Ersparnis-Simulator“. Beispiel 7 aus OECD, 2023 (<https://pisa2022-maths.oecd.org/de>)

Ersparnis-Simulation
Frage 1/3

Verwende den Simulator, um den unbekanntenen Wert in jeder Situation zu berechnen.

- Wie viele Zeds wird Sara insgesamt sparen, wenn sie:
 - 60 Zeds pro Monat einzahlt,
 - für eine Zeitdauer von 48 Monaten,
 - bei einem Jahreszinssatz von 4 %.
- Wie viele Zeds muss Sara jeden Monat einzahlen, wenn sie:
 - 4 000 Zeds sparen will,
 - über eine Zeitdauer von 36 Monaten,
 - bei einem Jahreszinssatz von 8 %.
- Wie lange (in Monaten) benötigt Sara um:
 - 6 000 Zeds zu sparen,
 - wenn sie 100 Zeds pro Monat einzahlt,
 - bei einem Jahreszinssatz von 10 %.

ERSPARNIS-SIMULATOR

Schritt 1: Wähle aus, was du simulieren willst: Wähle aus, was du simulieren willst:

Schritt 2: Vervollständige die erforderliche Information mit den rot markierten Schiebereglern.

Spardauer: Monate

Monatliche Einzahlung: Zeds

Jahreszinssatz: % pro Jahr

Gesamtersparnis: Zeds

Simulation #	Spardauer (Monate)	Monatliche Einzahlung (Zeds)	Jahreszinssatz (%)	Gesamtersparnis (Zeds)
1				
2				
3				
4				
5				

das einen Zusammenhang als Ganzes beschreibt; Greefrath et al., 2016, S. 47–50). Dabei wird insbesondere dem Graphen einer Funktion für die beiden letztgenannten Vorstellungen in PISA 2022 Bedeutung beigemessen (OECD, 2023).

Wie für Fünfzehnjährige in PISA 2022 beispielsweise die Kovariationsvorstellung altersadäquat in realen Kontexten operationalisiert wird, illustriert die Aufgabeneinheit „Ersparnis-Simulation“: Hier steht eine Computersimulation zur Verfügung, um Wachstumsprozesse in der Zinsrechnung zu untersuchen (Abbildung 2.3).

Vor der Bearbeitung der ersten Aufgabe dieser Aufgabeneinheit ergründen die Fünfzehnjährigen zuerst durch unterschiedliche Prompts, wie die interaktive Simulationsumgebung zu verwenden ist, zum Beispiel „Wähle aus, was du simulieren möchtest; gib die Werte der relevanten Variablen ein.“ Die erste konkrete Aufgabe besteht darin, den jeweils fehlenden Wert bei Vorgabe der drei anderen Werte aus der Simulation zu entnehmen, zum Beispiel „Wie viele Zeds wird Sara insgesamt sparen, wenn sie 60 Zeds pro Monat einzahlt, für eine Zeitdauer von 48 Monaten, bei einem Jahreszinssatz von 4%?“ Die in Abbildung 2.3 dargestellte dritte Aufgabe konkretisiert den Kovariationsaspekt, der dieser Aufgabeneinheit zugrunde liegt. Saras Aussage muss beurteilt werden; eine zweite Aussage muss vervollständigt werden; zuletzt muss eine Begründung notiert werden, die explizit die Benennung der relevanten Kovariation erfordert (OECD, 2023).

Reale Situationen mathematisch modellieren

Das mathematische Modellieren zur Beschreibung realer Situationen war Schlüsselkompetenz und wesentlicher Kerngedanke bisheriger Rahmenkonzeptionen mathematischer Kompetenz in PISA (Blum et al., 2004; Sälzer et al., 2013). Auch wenn mit den weiteren benannten Schlüsselkompetenzen mathematischen Argumentierens dieser Rahmen in PISA 2022 erweitert wurde, folgt der Großteil der Aufgaben auch weiterhin der übergeordneten Idee, Mathematik in einer Vielzahl von Alltagskontexten einzusetzen. Insbesondere ist dadurch auch ein längsschnittlicher Vergleich mit früheren PISA-Erhebungsrunden im Bereich Mathematik möglich. Modellieren wird in PISA 2022 als idealisierte Konzeptualisierung eines realen oder wissenschaftlichen Phänomens verstanden (z. B. in Physik, Biologie, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften). Diese Schlüsselkompetenz umfasst – entsprechend den vorigen Rahmenkonzeptionen – das Formulieren von Problemen in der Sprache der Mathematik, die Anwendung mathematischer Werkzeuge aus der Arithmetik, Algebra und Geometrie, und die Interpretation und Bewertung erhaltener Ergebnisse vor dem Hintergrund des Problemkontextes (OECD, 2023).

Variation als zentralen Bestandteil der Statistik verstehen

In PISA 2022 kommt der Berücksichtigung von Variabilität in realen Datensätzen eine Schlüsselrolle für das mathematische Argumentieren im 21. Jahrhundert zu (OECD, 2023). Ein Beispiel: Eigenschaften von Lebewesen und nichtlebenden Dingen variieren in vielerlei Hinsicht, sodass es herausfordernd ist, allgemeine Aussagen zu treffen und ihren Gültigkeitsbereich zu beschreiben. Damit typische Fehler im Bereich des statistischen Denkens nicht auftreten, müssen Fünfzehnjährige daher ein ausgeprägtes konzeptuelles Verständnis für Begriffe der Statistik und insbesondere für die Variabilität von Daten haben (Bakker & Hoffmann, 2005; Gigerenzer, 2004). National wie international ist der Statistikerunterricht jedoch vor allem auf den Erwerb prozeduralen Wissens ausgerichtet (Garfield & Ben-Zvi, 2004), wodurch Lernende oft ein unzureichendes konzeptuelles Wissen zu Variabilität aufbauen (Abt et al., 2022; Reading & Shaughnessy, 2004). Darüber hinaus findet der systematische Kontakt mit der Idee von Variabilität im Mathematikunterricht in Deutschland häufig erst in der Oberstufe mit Einführung der Standardabweichung statt – also zu einem Zeitpunkt, an dem der Umgang mit Maßen der zentralen Tendenz (z. B. arithmetisches Mittel oder Median) bereits jahrelange Praxis ist. Dies kann als eine Erklärung dafür gesehen werden, dass Lernende datengeleitete Entscheidungen vorrangig auf Basis von Mittelwerten und weniger auf Grundlage von Erwägungen zu Variabilität treffen (Biehler, 1997).

Die Rahmenkonzeption für mathematische Kompetenz in PISA 2022 verfolgt einen innovativen Ansatz und zeigt, dass konzeptuelles Verständnis zu Variation als „Herz“ des statistischen Denkens („Signal in noisy processes“; Konold & Pollatsek, 2002; siehe auch Eichler & Vogel, 2022) bereits deutlich vor Betrachtung der Standardabweichung altersadäquat diskutiert werden kann. Exemplarisch enthält die bereits diskutierte Auf-

gabeneinheit „Immer, manchmal, niemals“ neben den oben aufgeführten zu beurteilenden Aussagen auch die Aussage: „Wird eine Münze 50-mal geworfen, so wird sie 25-mal mit dem Kopf nach oben landen“ (korrekte Antwort „manchmal wahr“; OECD, 2023), die die Diskrepanz intuitiver Fehlvorstellungen (durch die Tendenz zur Nutzung von Mittelwerten) und ein Verständnis für Variation als Bestandteil der Statistik aufgreift.

2.2.1.2 Prozesse zur Konkretisierung mathematischer Aktivitäten

Wenngleich mit der zentralen Stellung des mathematischen Argumentierens und der Konzeptualisierung der dafür relevanten Schlüsselkompetenzen eine Veränderung zur bisherigen Rahmenkonzeption mathematischer Kompetenz in PISA 2022 deutlich wird, so gilt dennoch, dass das zentrale Strukturierungselement der *Prozesse* zur Konkretisierung mathematischer Aktivitäten seit PISA 2003 (Blum et al., 2004) und PISA 2012 (Sälzer et al., 2013) nahezu unverändert übernommen wurde. Mathematische Aktivitäten im Rahmen von PISA 2022 lassen sich demnach einem der folgenden drei Prozesse zuordnen (OECD, 2023):

- Formulieren
- Anwenden
- Interpretieren und Bewerten

Formulieren

Der Prozess *Formulieren* bezieht sich in PISA 2022 darauf, Möglichkeiten zur Verwendung von Mathematik zu erkennen, um mathematische Strukturen für ein in einer realen Situation dargestelltes Problem zu erfassen. Dieser Übersetzungsprozess aus der realen Welt in die Welt der Mathematik umfasst Aspekte wie etwa die Auswahl eines geeigneten Modells, das Erkennen der mathematischen Struktur eines Problems, das sinnvolle Darstellen oder das Identifizieren geeigneter Hilfsmittel (OECD, 2023; Abschnitt Formulieren, Absatz 2). Zentral ist der Abgleich zwischen Realität und Mathematik, der in der Regel aus mehreren Schritten besteht.

Anwenden

Der Prozess *Anwenden* umfasst in PISA 2022 die Nutzung mathematischer Konzepte, Fakten, Prozeduren und Argumentationen, um mathematisch formulierte Probleme zu lösen und so mathematische Ergebnisse zu erhalten. Dieser Prozess zur Operation in der Welt der Mathematik umfasst unterschiedliche Fähigkeiten wie etwa das Durchführen einer Berechnung, die Wahl einer Lösungsstrategie oder das Anwenden von Fakten, Regeln, Algorithmen und Strukturen. Ein zentraler Aspekt ist auch hier die Argumentation, die sich insbesondere im Reflektieren und Begründen von Lösungswegen zeigt

Abbildung 2.4: Aufgabeneinheit „Nutzung von Smartphones“. Beispiel 1 aus OECD, 2023 (<https://pisa2022-maths.oecd.org/de>)

PISA 2022

Nutzung von Smartphones
 Frage 2/3

Durch Klicken auf die Sortier-Symbole in den Spaltenüberschriften, kannst du die Daten im Tabellenblatt sortieren. Die Daten werden in aufsteigender Reihenfolge sortiert.

Verwende die Sortier-Symbole um jede Aussage zu bewerten.

Klicke für jede Aussage **Richtig** oder **Falsch** an.

Aussage	Richtig	Falsch
Das Land mit der höchsten Bevölkerung hat auch die höchste Anzahl an Smartphone-Nutzerinnen und -Nutzern.	☺	☺
Das Land mit der geringsten Anzahl an Smartphone-Nutzerinnen und -Nutzern hat auch die geringste Bevölkerung.	☺	☺
Das Land mit dem höchsten Anteil der Smartphone-Nutzerinnen und -Nutzer hat auch die geringste Bevölkerung.	☺	☺
Das Land, das bezüglich des Anteils der Smartphone-Nutzerinnen und -Nutzern dem Median entspricht, ist auch jenes Land, das dem Median bezüglich der Anzahl an Smartphone-Nutzerinnen und -Nutzern entspricht.	☺	☺

NUTZUNG VON SMARTPHONES

Die Daten der Anteile der Smartphone-Nutzerinnen und -Nutzer (ausgedrückt in Prozent) wurde dem Tabellenblatt in Spalte D hinzugefügt.

Spalte A ⏴	Spalte B ⏴	Spalte C ⏴	Spalte D ⏴
Land	Bevölkerung (in Millionen)	Anzahl an Smartphone-Nutzerinnen und -Nutzer (in Millionen)	Anteil der Smartphone-Nutzerinnen und -Nutzer
Bangladesch	166,735	8,921	5 %
Indonesien	266,357	67,57	25 %
Japan	125,738	65,282	52 %
Malaysia	31,571	20,98	38 %
Pakistan	200,663	23,228	12 %
Philippinen	105,341	28,627	27 %
Thailand	68,416	30,486	45 %
Türkei	81,086	44,771	55 %
Vietnam	96,357	29,043	30 %

(OECD, 2023; Abschnitt Anwenden, Absatz 2). Im Zuge der computerbasierten Testung in PISA 2022 können bei den neu entwickelten Aufgabeneinheiten auch mathematiknahe Technologien zur Erfassung mathematischer Kompetenz genutzt werden. Daher liegt ein Fokus auf dem Einbezug von Tabellen und Listenfunktionen in typischen Anwendungssituationen. Die Aufgabeneinheit „Nutzung von Smartphones“ zeigt konkret, wie dies umgesetzt wurde (Abbildung 2.4).

Hier ergründen die Fünfzehnjährigen vor der Bearbeitung der ersten Aufgabe, wie Tabellen und Listenfunktionen zu verwenden sind. Die erste Aufgabe besteht darin, die korrekte Rechenoperation zur Ermittlung der Werte in Spalte D (Anteil der Smartphone-Nutzer*innen) aus den Spalten B (Bevölkerung) und C (Anzahl an Smartphone-Nutzer*innen) auszuwählen. Die zweite Aufgabe (Abbildung 2.4) kann unter Verwendung der Listenfunktionen erheblich effizienter gelöst werden: Um herauszufinden, ob das Land mit der höchsten Bevölkerung auch die höchste Anzahl an Smartphone-Nutzer*innen hat, kann die Tabelle nach Spalte B (oder Spalte C) aufsteigend sortiert werden, sodass anschließend nur noch der höchste Wert in einer (statt zwei) Spalten gefunden werden muss.

Interpretieren und Bewerten

Der Prozess *Interpretieren und Bewerten* umfasst in PISA 2022 das Reflektieren von mathematischen Lösungen, Ergebnissen oder Schlussfolgerungen und schließlich ihre Validierung in Bezug auf die ursprüngliche reale Problemstellung. Dieser Prozess der Rückübersetzung mathematischer Lösungen oder Argumentationen in den Kontext des Problems umfasst beispielsweise die Bewertung und Interpretation von Darstellungen oder Ergebnissen (OECD, 2023; Abschnitt Interpretieren, Absatz 2).

2.2.2 Inhaltsbereiche

Zur Lösung eines mathematischen Problems in einem authentischen Kontext ist es notwendig, inhaltliches Wissen über Mathematik (*Content Knowledge*) aus verschiedenen Bereichen zu kennen, um vorhergehend beschriebene Prozesse initiieren und durchlaufen zu können. Im Vergleich zur letzten Rahmenkonzeption für Mathematikkompetenz in PISA 2012 ergeben sich bei den Inhaltsbereichen keine Änderungen; die nachfolgend gelisteten Inhaltsbereiche werden weiterhin als grundlegende Bestandteile der Mathematik verstanden – und finden sich in nahezu identischer beziehungsweise vergleichbarer Form sowohl in den Bildungsstandards in Deutschland (als Leitideen; KMK, 2022) als auch in anderen nationalen Konzeptionen (OECD, 2023). Die aktuelle Rahmenkonzeption betont die Rolle von Inhaltsbereichen zudem durch die pointierte Nennung von Schlüsselkompetenzen des mathematischen Argumentierens, in denen die für Fünfzehnjährige erwartbaren mathematischen Inhalte ebenfalls benannt sind. Zu betonen ist allenfalls, dass in PISA der Begriff der „Unsicherheit“ den der „Wahrscheinlichkeit“ (in deutschen Bildungsstandards) ersetzt und so der Bezug zu realen Problemen in diesem Zusammenhang deutlicher herausgearbeitet ist. Die Inhaltsbereiche lauten demnach:

- Größen
- Unsicherheiten und Daten
- Veränderungen und Zusammenhänge
- Raum und Form

Im Zuge einer notwendigen Anpassung der Anforderungen an Mathematikkompetenz an lebensweltliche Veränderungen – insbesondere hervorgerufen durch Digitalisierung – wurden für PISA 2022 Themenschwerpunkte festgelegt, denen bei der Generierung *neuer Aufgabeneinheiten* besondere Aufmerksamkeit geschenkt wurde (OECD, 2023):

- Computersimulationen (Größen)
- Treffen von bedingten Entscheidungen (Unsicherheiten und Daten)
- Wachstumsprozesse (Veränderungen und Zusammenhänge)
- Geometrische Annäherung (Raum und Form)

Größen

Der Inhaltsbereich *Größen* (*Quantity*; in früheren deutschsprachigen Veröffentlichungen zu PISA auch *Quantität*) umfasst in PISA 2022 die Quantifizierung von Objekteigenschaften, Beziehungen, Situationen und Einheiten in der Welt, das Verstehen verschiedener Darstellungen dieser Quantifizierungen und das Beurteilen von Interpretationen und Argumenten basierend auf Größen; dazu müssen Messungen, Zählungen, Größenordnungen, Einheiten, relative Größen und numerische Trends und Muster verstanden werden (OECD, 2023). Damit umfasst der Inhaltsbereich *Größen* weite Teile der Leitideen *Zahl und Operation* sowie *Größen und Messen* der Bildungsstandards für das Fach Mathematik (KMK, 2022).

Mit dem Themenschwerpunkt Computersimulationen wurde die Rahmenkonzeption mathematischer Kompetenz in Richtung aktueller Entwicklungen (hier konkret: Digitalisierung) angepasst. Neu entwickelte Aufgabeneinheiten im Inhaltsbereich Größen nutzen daher einen Vorteil der computerbasierten Testung in Mathematik aus und erlauben Fünfzehnjährigen die Nutzung interaktiver Simulationen wie in der in Abbildung 2.3 dargestellten Aufgabeneinheiten „Ersparnis-Simulation“ (OECD, 2023).

Unsicherheiten und Daten

Wie auch in der vorhergehenden PISA-Rahmenkonzeptionen enthält der Inhaltsbereich *Unsicherheiten und Daten* (*Uncertainty and Data*) explizit den Begriff der Daten (OECD, 2023) und ist damit weitgehend vergleichbar mit dem in den Bildungsstandards definierten Leitidee *Daten und Zufall* (KMK, 2022). In PISA 2022 sind damit neben Aufgaben aus der Wahrscheinlichkeitstheorie insbesondere auch solche Inhalte gemeint, in denen ein Verständnis für zugrundeliegende Unsicherheiten durch Variationen in Prozessen (z. B. durch fehlerbehaftete Messungen) für die Lösung der Probleme notwendig ist (OECD, 2023).

Für die im Zuge von PISA 2022 neu entwickelten Aufgaben im Inhaltsbereich Unsicherheiten und Daten stellt das *Treffen von bedingten Entscheidungen* (*Conditional Decision-Making*) einen Schwerpunkt dar. Damit wird die Erwartung formuliert, dass Fünfzehnjährige einschätzen können, wie etwa die Annahmen eines Modells die Schlussfolgerungen beeinflussen, die daraus gezogen werden. Traditionell fokussieren unterrichtliche Zugänge hierzu in Deutschland auf den Satz von Bayes und die Berechnung bedingter Wahrscheinlichkeiten, die sich als herausfordernd für Personen jeder Altersgruppe darstellen (Zhu & Gigerenzer, 2006). Die Rahmenkonzeption in PISA 2022 fokussiert hier jedoch eher auf informelle Zugänge (OECD, 2023).

Veränderungen und Zusammenhänge

Der dritte Inhaltsbereich *Veränderungen und Zusammenhänge* (*Change and Relationships*; in früheren deutschsprachigen Veröffentlichungen zu PISA auch *Veränderungen und Beziehungen*) erfährt in PISA 2022 keine wesentliche Änderung. Gemeint sind solche Inhalte, in denen die Veränderung innerhalb von Systemen und die Beziehungen zwischen Objekten mit geeigneten Funktionen und Gleichungen modelliert werden müssen sowie symbolische und grafische Darstellungen von Beziehungen erstellt, interpretiert und übersetzt werden müssen (OECD, 2023). Dies entspricht weitgehend der Leitidee *Strukturen und funktionaler Zusammenhang* (KMK, 2022).

Mit *Wachstumsprozessen* (*Growth Phenomena*) wird der Schwerpunkt für neu zu entwickelnde Aufgaben in diesem Inhaltsbereich in PISA 2022 auf einen aktuell relevanten und allgegenwärtigen Aspekt gelegt, der etwa für in Klima, Ökologie, Medizin oder demografische Entwicklung eine entscheidende Rolle spielt. Hier wird von Fünfzehnjährigen nicht erwartet, sicher mit Exponential- oder Logarithmusfunktion umgehen zu können – sondern schlicht zwischen linearem und nichtlinearem Wachstum unterscheiden zu können (OECD, 2023).

Raum und Form

Der Inhaltsbereich *Raum und Form* (*Space and Shape*) umfasst in PISA 2022 solche Phänomene, in denen Muster, Eigenschaften von Objekten, Positionen und Orientierungen, Darstellungen von Objekten, Dekodierung und Kodierung von visuellen Informationen sowie Navigation und dynamische Interaktion mit realen Formen eine Rolle spielt. Dafür stellt die Geometrie eine wesentliche (aber nicht die ausschließliche) Grundlage dar (OECD, 2023). Wie auch in der ursprünglichen Rahmenkonzeption in PISA 2003 und in PISA 2012 ist die namentlich identische Leitidee *Raum und Form* die inhaltliche Entsprechung in den Bildungsstandards für das Fach Mathematik (KMK, 2022).

Als neuer Aspekt kommt mit der *Geometrischen Annäherung* (*Geometric Approximation*) ein Schwerpunkt hinzu, bei dem als wiederkehrendes Element die approximative Lösung von Problemen (im Gegensatz zur rechnerischen Bestimmung eines exakten Wertes) im Vordergrund steht (OECD, 2023).

2.2.3 Kontexte

Die Rahmenkonzeption von Mathematikkompetenz in PISA 2022 beinhaltet (wie bisher) eine Verortung der Aufgaben in vier unterschiedlichen authentischen Kontexten; unterschieden werden *persönliche*, *berufliche*, *gesellschaftliche* und *wissenschaftliche* Kontexte. Diese decken ein breites Repertoire unterschiedlicher Anforderungen und Lebens-

weltbezüge ab, um eine möglichst gute Anbindung an den Alltag der Fünfzehnjährigen zu gewährleisten und individuelle Interessen anzusprechen – sie verfolgen damit das Ziel, mathematische Anforderungen in einem authentischen Rahmen zu erfassen. Neben diesen Rahmenbedingungen können die unterschiedlichen Kontexte darüber hinaus die Auswahl passender mathematischer Strategien beeinflussen (OECD, 2023; Abschnitt Kontexte).

Persönliche Fragestellungen betreffen das unmittelbare Umfeld (Familien- und Freundeskreis). Die Aufgaben thematisieren zum Beispiel Einkaufen, Sport oder Terminplanung. Dem *beruflichen* Kontext sind Fragestellungen zugeordnet wie beispielsweise Kosten und Bestellungen von Materialien oder der Umgang mit Abmessungen. Auch wenn dabei alle Ebenen unterschiedlicher beruflicher Handlungsfelder abgedeckt werden, sollen die Aufgaben doch für Schüler*innen anschlussfähig sein. Im *öffentlichen* Bereich werden Fragestellungen einzelner Personen aus der Perspektive der Gemeinschaft (lokal, national, global) betrachtet. Diese können beispielsweise Wahlsysteme, Werbung oder nationale Statistiken betreffen. *Wissenschaftliche* Fragestellungen, zu welchen auch innermathematische gehören, sind in Naturwissenschaften, Technologie oder Mathematik situiert. Beispielthemenbereiche sind Klima, Medizin oder Messtechnik.

2.2.4 Überblick über die verwendeten Aufgaben in PISA 2022

Auch in PISA 2022 wird mathematische Kompetenz anhand von Prozessen, Inhaltsbereichen und Kontexten durch eine Vielzahl von Aufgaben abgebildet. Diese drei zentralen Strukturierungselemente bilden dabei die Kontinuität über alle PISA-Erhebungsrunden hinweg ab und lassen eine aussagekräftige Interpretation von längsschnittlichen Trends zu. Die insgesamt 234 Aufgaben setzen sich dabei aus 74 sogenannten Link-Items (die bereits in früheren PISA-Erhebungsrunden zum Einsatz gekommen sind) und 160 neu entwickelten Aufgaben zusammen; Tabelle 2.1 zeigt dabei den Anteil sowie die Anzahl der Aufgaben, die auf die vier Prozesse, die vier Inhaltsbereiche und die vier Kontexte entfallen.

Tabelle 2.1: Anteil beziehungsweise Anzahl der Aufgaben nach Prozessen, Inhaltsbereichen und Kontexten an der maximal möglichen Punktezahl für Mathematik in PISA 2022

Kategorie	Anteil	Link-Items	Neue Items
<i>Prozesse zur Konkretisierung mathematischer Aktivitäten</i>			
Formulieren	19 %	11	37
Anwenden	32 %	24	51
Interpretieren und Bewerten	21.5 %	10	47
Reasoning	27.5 %	29	25
<i>Inhaltsbereiche</i>			
Veränderungen und Zusammenhänge	23.5 %	17	38
Raum und Form	19.5 %	17	26
Größen	31 %	21	55
Unsicherheiten und Daten	26 %	19	41
<i>Kontexte</i>			
Persönliches Umfeld	23 %	12	48
Berufliches Umfeld	22 %	18	32
Öffentliches Umfeld	26 %	25	29
Wissenschaftliches Umfeld	29 %	19	51

2.2.5 Zusammenfassung der Rahmenkonzeption in PISA 2022

Durch die Fokussierung auf das mathematische Argumentieren sowie die Benennung von Schlüsselkompetenzen durchläuft die Rahmenkonzeption neben der oben beschriebenen Kohärenz auch Veränderungen, die als systematische Weiterentwicklung und Anpassungen an die veränderten Herausforderungen der heutigen Generation von Fünfzehnjährigen verstanden werden können.

2.2.5.1 Wesentliche Neuerung in der Rahmenkonzeption in PISA 2022

Insbesondere werden zur Ermittlung mathematischer Kompetenz von Fünfzehnjährigen in PISA 2022 nicht nur Computer eingesetzt, sondern erstmals auch eigens für ein computerbasiertes Assessment *entwickelte* Aufgabeneinheiten verwendet, die eine authentischere Abbildung realer Anforderungen zum Ziel haben (OECD, 2023). Dieser Aspekt ist auch in die Bildungsstandards durch die Einführung einer siebten prozessbezogenen Kompetenz *Mit Medien mathematisch arbeiten* integriert worden (KMK, 2022).

Der Grundidee einer stetigen Weiterentwicklung der Rahmenkonzeption als Reaktion auf eine sich verändernde Welt mit jeweils neuen Herausforderungen trägt PISA 2022 auch durch explizite Benennung der *Kompetenzen des 21. Jahrhunderts* (en.: *21st Century Skills*; OECD, 2018) als wesentliche für die Mathematik relevante übergreifende Fähigkeiten Rechnung. So werden zwar nicht explizit Aufgaben zum kritischen Denken, Kreativität, Erforschung und Erkundung, Selbstbestimmung, Initiative und Beharrlichkeit, Verwendung von Informationen, Systemdenken, Kommunikation sowie Reflexion entwickelt, diese Fähigkeiten jedoch bei der Generierung neuer Aufgaben als relevant für mathematische Kompetenz anerkannt (OECD, 2023).

Im Gegensatz dazu werden in der Rahmenkonzeption mathematischer Kompetenz in PISA 2022 die in PISA 2003 und PISA 2012 als Kernelemente formulierten *fundamentalen mathematischen Fähigkeiten* (kommunizieren, mathematisieren, repräsentieren, argumentieren, Problemlösestrategien entwickeln, mit Mathematik symbolisch, formal und technisch umgehen sowie mathematische Hilfsmittel verwenden; Sälzer et al., 2013) nicht mehr explizit aufgeführt. Sie finden sich implizit in den exemplarischen Anforderungen an die drei Prozesse zur Konkretisierung mathematischer Aktivitäten.

2.2.5.2 Nationale Einordnung der Veränderungen in Rahmenkonzeption und Bildungsstandards

Ein wesentlicher Bestandteil der deutschen Bildungsstandards für das Fach Mathematik sind die sechs *allgemeinen mathematischen Kompetenzen* (bzw. nun sieben: mathematisch argumentieren, mathematisch kommunizieren, Probleme mathematisch lösen, mathematisch modellieren, mathematisch darstellen, mit mathematischen Objekten umgehen, mit Medien mathematisch arbeiten; KMK, 2022); sie finden sich über die verschiedenen Schulstufen und Schularten hinweg fast einheitlich. In PISA 2000 waren diese prozessbezogenen Kompetenzen mit weitgehender Übereinstimmung als *Mathematical Processes* formuliert (OECD, 2000). Ebenso haben die *Leitideen* der Bildungsstandards (KMK, 2022) ihre Entsprechung im Wesentlichen in den *Big Ideas* (später auch *Overarching Ideas* und *Content Categories*). Auch wenn in PISA 2000 der Kompetenzbegriff vermieden wird (Niss, 2015), wird die inhaltliche Überlappung deutlich. Mit der Überarbeitung der Rahmenkonzeption für PISA 2003 (OECD, 2003) und PISA 2012 (OECD, 2013) rückte der Begriff *Mathematisation* in eine übergeordnete Rolle (OECD, 2013); der Begriff deckt sich im Wesentlichen mit dem Konzept des *mathematischen Modellierens* in seiner umfassenderen Interpretation im deutschsprachigen Raum (Blum & Leiß, 2005; Kaiser et al., 2023). Im Gegensatz zu den Bildungsstandards, wo Modellieren nach wie vor eine der sechs gleichberechtigten Kompetenzen war, war es in PISA jetzt ein Oberbegriff, der im Wesentlichen die gesamte in der PISA-Studie fokussierte mathematische Kompetenz abdeckte (Niss, 2015; OECD, 2013; Sälzer et al., 2013). Mit PISA 2022 wurde *Mathematical Reasoning*, das im Kern dem *mathematischen Argumentieren* der Bildungsstandards entspricht, aus dem Verbund der Kompetenzen gelöst

(OECD, 2023). Damit wurde berücksichtigt, dass Argumentationsfähigkeit nicht nur für das Lösen von mathematischen Alltagsproblemen, sondern auch für das Formulieren, Evaluieren und Bewerten von Aussagen – beispielweise beim Umgang mit Daten und Informationen oder mit dem Konzept des algorithmischen Denkens – erforderlich ist. *Mathematical Reasoning* wird in PISA 2022 daher als Oberbegriff verwendet. Gleichzeitig wurden die verbleibenden Kompetenzen neu benannt und als *Key Understandings* ausformuliert. Insgesamt ergibt sich dadurch eine Verschachtelung der ursprünglichen Kompetenzen, die in den Bildungsstandards in dieser Form nicht vorkommt.

In den Bildungsstandards für das Fach Mathematik im deutschen Schulunterricht wurde wiederum mit dem Beschluss der überarbeiteten *Bildungsstandards für den Ersten und Mittleren Schulabschluss* (KMK, 2022) erstmals eine siebte (prozessbezogene) Kompetenz eingeführt, nämlich *mit Medien mathematisch arbeiten*. Diese neue Kompetenz berücksichtigt die veränderte Rolle von Mathematik in der digitalisierten Welt. In PISA 2022 fand eine solche Ergänzung nicht explizit, sondern implizit durch die Benennung von *Topics* mit konkretem Bezug zur Digitalisierung im Rahmen der Inhaltsbereiche statt (OECD, 2023). Dagegen entwickelten sich in PISA seit 2000 die drei Kategorien *Employ*, *Formulate* und *Interpret and Evaluate* von anfangs Sammelbegriffen für Kompetenzen hin zu den Begriffen für die zentralen Prozesse hinter *Mathematical Literacy*; sie stellen in PISA 2022 wie auch schon in PISA 2012 Prozesse zur Konkretisierung mathematischer Aktivitäten dar, die insbesondere zur expliziten Kategorisierung von Aufgaben genutzt werden (OECD, 2013, 2023). Daher ist diese Kategorisierung für den Bericht der Ergebnisse aus PISA zentral; für die Bildungsstandards fand eine entsprechende Entwicklung aber nicht statt.

Während sich also das Verständnis der allgemeinen mathematischen Kompetenzen im Laufe der letzten 20 Jahre in PISA und den Bildungsstandards wesentlich unabhängig voneinander (weiter-)entwickelt hat, blieben die Kategorien der Inhaltsbereiche und Anforderungsniveaus weitgehend parallel. Für die Frage, inwiefern die PISA-Rahmenkonzeption mathematischer Kompetenz sich in deutschen Klassenzimmern wiederfindet, lässt sich also feststellen, dass zwar nach wie vor grundlegende Übereinstimmungen im strukturellen Rahmen der Definition von Mathematikkompetenz bestehen, aber die Veränderungen der PISA-Konzeption der letzten 10 Jahre inhaltlich nicht den Anpassungen in den deutschen Bildungsstandards und Lehrplänen entsprechen und umgekehrt. Insofern ist es sinnvoll, Mathematikkompetenz aus PISA als eine Teilmenge der Kompetenzen zu verstehen, die in deutschen Schulen zum Ziel gesetzt werden. Im Sinne der Kompetenzen der Bildungsstandards sind es dabei insbesondere mathematisches Modellieren, Problemlösen und Teile von mathematischem Argumentieren, die in PISA fokussiert erfasst werden.

2.3 Diskussion und Ausblick auf die Interpretation der Ergebnisse

Mit der Rahmenkonzeption der mathematischen Kompetenz in PISA 2022 setzt die OECD eine Gratwanderung zwischen notwendigen Anpassungen an lebensweltliche Veränderungen einer Welt im Wandel und Kohärenz in einer umfassenden internationalen längsschnittlichen Betrachtung von Bildungssystemen gemessen an den Kompetenzen von Fünfzehnjährigen um. Es ist selbstverständlich, dass dabei Kompromisse geschlossen werden müssen und dadurch einzelne Aspekte stärker gewichtet werden als andere. Die Entscheidungen der PISA *Mathematics Expert Group*¹ führen für die aktuelle PISA-Studie zu weitgehend plausiblen Anpassungen und Veränderungen im Verständnis dafür, mit welchen Anforderungen an Mathematik in Alltagskontexten sich die jetzige Generation von Fünfzehnjährigen konfrontiert sehen wird und auf die, wenn man dieser Konzeption folgt, das deutsche Bildungssystem im Jahr 2022 nicht vollumfänglich vorbereitet zu sein scheint. Dies mag vielerlei Ursachen haben, angefangen bei der Tatsache, dass sich die Rahmenkonzeption einer querschnittlichen Erhebung rein technisch erheblich schneller umsetzen lässt als die Veränderung von Bildungssystemen. Darüber hinaus sollte nicht unberücksichtigt bleiben, dass die Entwicklung der Rahmenkonzeption mathematischer Kompetenz in PISA sowie die Entwicklung der Bildungsstandards für das Fach Mathematik in Deutschland inzwischen unabhängige Initiativen sind – anders als noch im Jahr 2003. Es erscheint daher plausibel, dass daraus resultierende Konzeptionen (bisweilen maßgebliche) Unterschiede aufweisen. Möglicherweise ist dies aber als ein wünschenswerter Prozess zur Bereicherung eines Diskurses um die Rolle von Mathematik und weniger als Problem zu verstehen. Diese Unterschiede – sowie die weitreichenden Gemeinsamkeiten – sollten bei der Interpretation der Ergebnisse von PISA 2022 berücksichtigt werden; dieses Kapitel verfolgt unter anderem das Ziel, sie transparent herauszuarbeiten.

Ein wesentliches Ergebnis der vorliegenden Gegenüberstellung der beiden Rahmenkonzeptionen mathematischer Kompetenz (d. h. PISA 2022 sowie die aktuellen Bildungsstandards in Deutschland) ist, dass die rasant fortschreitende Digitalisierung in beiden Fällen als wesentlicher Einschnitt verstanden wird. Es gilt, darauf angemessen zu reagieren, um einerseits die daraus resultierenden Vorteile möglichst allen Mitgliedern der Gesellschaft zur Verfügung zu stellen und andererseits Schüler*innen auf neue Herausforderungen adäquat vorzubereiten. Dass beide Rahmenkonzeptionen in der konkreten Umsetzung dieser gemeinsamen Erkenntnis unterschiedliche Wege gehen, ist exemplarisch für viele der in PISA 2022 getätigten Überarbeitungen. PISA 2022 umfasst damit einerseits *nicht* alles, was man im Mathematikunterricht in Deutschland als Fünfzehn-

1 Die für PISA 2022 verantwortliche *Mathematics Expert Group* setzt sich zusammen aus Joan Ferrini-Mundy (USA), Zbigniew Marciniak (Polen), Bill Schmidt (USA), Takura Baba (Japan), Jenni Ingram (Vereinigtes Königreich), Julián Mariño (Kolumbien) und Stefania Bocconi (Italien).

jährige*r gelernt hat, und *eröffnet* andererseits in vielen zentralen und zukunftsrelevanten Teilbereichen einen Horizont über das Curriculum in Deutschland hinaus.

Damit sollte PISA mehr denn je als Teil der Gesamtstrategie zum Bildungsmonitoring in Deutschland verstanden werden. PISA 2022 spiegelt wider, über welche Kompetenzen Jugendliche zum jetzigen Zeitpunkt in internationalen Vergleich mit 15 Jahren verfügen. Die Studie zeigt aber auch einen internationalen Stand der Diskussion um Inhalte des Mathematikunterrichts auf.

Literatur

- Abt, M., Loibl, K., Leuders, T., & Reinhold, F. (2022). Students' initial cognitive processes while comparing two data sets: An approach to foster conceptual knowledge about box-plots. In S. A. Peters, L. Zapata-Cardona, F. Bonafini & A. Fan (Hrsg.), *Bridging the gap: Empowering and educating today's learners in statistics. Proceedings of the Eleventh International Conference on Teaching Statistics*. IASE. <https://doi.org/10.52041/iase.icots11.t2f2>
- Bakker, A., & Hoffmann, M. H. G. (2005). Diagrammatic reasoning as the basis for developing concepts: A semiotic analysis of students' learning about statistical distribution. *Educational Studies in Mathematics*, 60(3), 333–358. <https://doi.org/10.1007/s10649-005-5536-8>
- Biehler, R. (1997). Students' difficulties in practicing computer-supported data analysis: Some hypothetical generalizations from results of two exploratory studies. *Role of Technology*. <https://doi.org/10.52041/SRAP.96303>
- Blum, W., Drücke-Noe, C., Leiß, D., Wiegand, B., & Jordan, A. (2005). Zur Rolle von Bildungsstandards für die Qualitätsentwicklung im Mathematikunterricht. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 37(4), 267–274. <https://doi.org/10.1007/BF02655814>
- Blum, W., & Leiß, D. (2005). Modellieren im Unterricht mit der „Tanken“-Aufgabe. *mathematik lehren*, 128, 18–21.
- Blum, W., Neubrand, M., Ehmke, T., Senkbeil, M., Jordan, A., Ulfig, F., & Carstensen, C. H. (2004). Mathematische Kompetenz. In M. Prenzel, J. Baumert, W. Blum, R. Lehmann, D. Leutner, M. Neubrand, R. Pekrun, H.-G. Rolff, J. Rost, & U. Schiefele (Hrsg.), *PISA 2003. Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland – Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs* (S. 47–92). Waxmann.
- Booth, J. L., & Newton, K. J. (2012). Fractions: Could they really be the gatekeeper's doorman? *Contemporary Educational Psychology*, 37(4), 247–253. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2012.07.001>
- Eichler, A., & Vogel, M. (2022). Daten und Zufall mit digitalen Medien. In G. Pinkernell, F. Reinhold, F. Schacht & D. Walter (Hrsg.), *Digitales Lehren und Lernen von Mathematik in der Schule* (S. 277–301). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-65281-7_12
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education*. Kluwer.
- Garfield, J., & Ben-Zvi, D. (2004). Research on statistical literacy, reasoning, and thinking: Issues, challenges, and implications. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Hrsg.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (S. 397–409). Springer. https://doi.org/10.1007/1-4020-2278-6_17
- GDM. (in Vorbereitung). Positionspapier zur Digitalisierung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik.

- Gigerenzer, G. (2004). Die Evolution des statistischen Denkens. *Unterrichtswissenschaft*, 32(1), 4–22. <https://doi.org/10.25656/01:5805>
- Greefrath, G., Oldenburg, R., Siller, H.-S., Ulm, V., & Weigand, H.-G. (2016). *Didaktik der Analysis*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-48877-5>
- Kaiser, G., Blum, W., Borromeo Ferri, R., & Greefrath, G. (2023). Mathematisches Modellieren. In R. Bruder, A. Büchter, H. Gasteiger, B. Schmidt-Thieme, & H.-G. Weigand (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 399–428). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-66604-3_13
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., Reiss, K., Riquarts, K., Rost, J., Tenorth, H.-E., & Vollmer, H. J. (2003). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise*. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).
- Klieme, E., & Hartig, J. (2008). Kompetenzkonzepte in den Sozialwissenschaften und im erziehungswissenschaftlichen Diskurs. In M. Prenzel, I. Gogolin, & H.-H. Krüger (Hrsg.), *Kompetenzdiagnostik* (S. 11–29). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-90865-6_2
- Klieme, E., Neubrand, M., & Lüdtke, O. (2001). Mathematische Grundbildung: Testkonzeption und Ergebnisse. In J. Baumert, E. Klieme, M. Neubrand, M. Prenzel, U. Schiefele, W. Schneider, P. Stanat, K.-J. Tillmann, & M. Weiß (Hrsg.), *PISA 2000* (S. 139–190). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-322-83412-6_5
- KMK (Hrsg.). (2003). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss*. Luchterhand.
- KMK (Hrsg.). (2004a). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Hauptschulabschluss*. Luchterhand.
- KMK (Hrsg.). (2004b). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich*. Luchterhand.
- KMK (Hrsg.). (2005). *Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz. Erläuterungen zur Konzeption und Entwicklung*. Luchterhand.
- KMK (Hrsg.). (2012). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife*. Wolters Kluwer.
- KMK (Hrsg.). (2016). *Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz*. Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK).
- KMK (Hrsg.). (2021). *Lehren und Lernen in der digitalen Welt. Ergänzung zur Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“*. Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK).
- KMK. (2022). *Bildungsstandards für das Fach Mathematik. Erster Schulabschluss (ESA) und Mittlerer Schulabschluss (MSA)*. Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK).
- Konold, C., & Pollatsek, A. (2002). Data analysis as the search for signals in noisy processes. *Journal for Research in Mathematics Education*, 33(4), 259–289. <https://doi.org/10.2307/749741>
- Leuders, T. (2016). *Erlebnis Algebra*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-46297-3>
- NCTM. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Niss, M. (2015). Prescriptive Modelling – Challenges and Opportunities. In G. A. Stillman, W. Blum, & M. Salett Biembengut (Hrsg.), *Mathematical modelling in education research and practice* (S. 67–79). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-18272-8_5

- Niss, M., & Højgaard, T. (2011). *Competencies and mathematical learning – Ideas and inspiration for the development of mathematics teaching and learning in Denmark*. Roskilde University.
- OECD. (2000). *Measuring student knowledge and skills: The PISA 2000 assessment of reading, mathematical and scientific literacy*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264181564-en>
- OECD. (2003). *The PISA 2003 assessment framework – Mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/19963777>
- OECD. (2013). *PISA 2012. Assessment and analytical framework*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264190511-en>
- OECD. (2018). *The future of education and skills: Education 2030. The future we want*. OECD Publishing.
- OECD. (2023). *PISA 2022 Rahmenkonzeption für Mathematik*. <https://pisa2022-maths.oecd.org/de/index.html>
- Pinkernell, G., Reinhold, F., Schacht, F., & Walter, D. (2022). Mathematische Bildung in der digitalen Welt. In V. Frederking & R. Romeike (Hrsg.), *Fachliche Bildung in der digitalen Welt. Digitalisierung, Big Data und KI im Forschungsfokus von 15 Fachdidaktiken* (S. 234–259). Waxmann.
- Reading, C., & Shaughnessy, J. M. (2004). Reasoning about variation. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Hrsg.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (S. 201–226). Springer. https://doi.org/10.1007/1-4020-2278-6_9
- Reinhold, F., Reiss, K., Diedrich, J., Hofer, S. I., & Heinze, A. (2019). Mathematische Kompetenz in PISA 2018 – Aktueller Stand und Entwicklung. In K. Reiss, M. Weis, E. Klieme, & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2018. Grundbildung im internationalen Vergleich* (S. 187–210). Waxmann.
- Reiss, K., & Hammer, C. (2021). *Grundlagen der Mathematikdidaktik: Eine Einführung für den Unterricht in der Sekundarstufe* (2. Aufl.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-65429-0>
- Reiss, K., Reinhold, F., & Strohmaier, A. (2020). Mathematikdidaktik. In M. Rothgangel, U. Abraham, H. Bayrhuber, V. Frederking, W. Jank, & H. J. Vollmer (Hrsg.), *Lernen im Fach und über das Fach hinaus. Bestandsaufnahmen und Forschungsperspektiven aus 17 Fachdidaktiken im Vergleich* (S. 236–261). Waxmann.
- Sälzer, C., Reiss, K., Schiepe-Tiska, A., Prenzel, M., & Heinze, A. (2013). Zwischen Grundlagenwissen und Anwendungsbezug: Mathematische Kompetenz im internationalen Vergleich. In M. Prenzel, C. Sälzer, E. Klieme, & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2012: Fortschritte und Herausforderungen in Deutschland* (S. 47–98). Waxmann.
- Schiepe-Tiska, A., Heine, J.-H., Lüdtke, O., Seidel, T., & Prenzel, M. (2016). Mehrdimensionale Bildungsziele im Mathematikunterricht und ihr Zusammenhang mit den Basisdimensionen der Unterrichtsqualität. *Unterrichtswissenschaft*, 44(3), 211–225.
- Schiepe-Tiska, A., Heinle, A., Dümig, P., Reinhold, F., & Reiss, K. (2021). Achieving multi-dimensional educational goals through standard-oriented teaching. An application to STEM education. *Frontiers in Education*, 6, 592165. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.592165>
- Stacey, K., & Turner, R. (2015). The evolution and key concepts of the PISA mathematics frameworks. In K. Stacey & R. Turner (Hrsg.), *Assessing Mathematical Literacy* (S. 5–33). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10121-7_1

- Stanat, P., Schipolowski, S., Mahler, N., Weirich, S., & Henschel, S. (Hrsg.). (2019). *IQB-Bildungstrend 2018. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe im zweiten Ländervergleich*. Waxmann.
- Steinweg, A. S. (2013). *Algebra in der Grundschule: Muster und Strukturen – Gleichungen – funktionale Beziehungen*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-8274-2738-0>
- Turner, R., & Stacey, K. (2015). Werner Blum's contribution to PISA mathematics. In G. Kaiser & H.-W. Henn (Hrsg.), *Werner Blum und seine Beiträge zum Modellieren im Mathematikunterricht* (S. 297–308). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-09532-1_23
- United Nations. (2015). *A/RES/70/1 – Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*.
- Vamvakoussi, X., & Vosniadou, S. (2004). Understanding the structure of the set of rational numbers: A conceptual change approach. *Learning and Instruction*, 14(5), 453–467. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2004.06.013>
- Winter, H. (1995). *Mathematikunterricht und Allgemeinbildung. Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, 61, 37–46. <https://doi.org/10.1515/dmvm-1996-0214>
- Zhu, L., & Gigerenzer, G. (2006). Children can solve Bayesian problems: The role of representation in mental computation. *Cognition*, 98(3), 287–308. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2004.12.003>

3 Mathematische Kompetenz in PISA 2022

Von Leistungsunterschieden und ihren Entwicklungen

Jennifer Diedrich, Frank Reinhold, Aiso Heinze & Kristina Reiss

In der Hauptdomäne Mathematik erreichen Schüler*innen in PISA 2022 in Deutschland im Mittel 475 Punkte. Damit unterscheidet sich Deutschland nicht signifikant vom Durchschnitt der OECD-Staaten ($M = 472$). Im Vergleich zu den vorherigen Erhebungsrounden 2003 ($M = 503$) und 2012 ($M = 514$), in denen Mathematik Hauptdomäne war, sowie zu PISA 2018 ($M = 500$) hat sich die mathematische Kompetenz in Deutschland signifikant verringert. Besonders auffällig ist der Anteil der leistungsschwachen Schüler*innen, welche allenfalls die erste Kompetenzstufe erreichen: Er liegt in PISA 2022 bei 30 Prozent. Diese Jugendlichen können zumeist vorstrukturierte Aufgaben bearbeiten, für die alle Informationen bereits gegeben sind. Demgegenüber erreichen nur noch 9 Prozent der Fünfzehnjährigen in Deutschland die obersten beiden Kompetenzstufen. Der Rückgang bei den leistungsstarken Schüler*innen ist an Gymnasien genauso wie an nicht gymnasialen Schulformen zu verzeichnen. Auch die Zunahme leistungsschwacher Schüler*innen seit 2003 beziehungsweise 2012 findet sich in allen Schulformen.

Eine der zentralen Aufgaben heutiger Bildungssysteme ist die adäquate Vorbereitung der Schüler*innen auf eine globalisierte und technologisierte Welt und die damit verbundenen aktuellen und möglichst auch zukünftigen Herausforderungen (OECD, 2018; United Nations, 2015). Dazu zählt insbesondere die Vermittlung profunder mathematischer Kompetenzen – also die Fähigkeiten, mathematisch zu argumentieren und mathematische Konzepte, Verfahren, Fakten und Werkzeuge zur Beschreibung, Erklärung und Vorhersage von Phänomenen in lebensweltlich relevanten Kontexten einzusetzen (Reinhold et al., 2019). Obgleich weitgehend Konsens darüber besteht, dass diese Kompetenz wesentlich für die gesellschaftliche Teilhabe von Jugendlichen und Erwachsenen ist, war der Mathematikunterricht in Deutschland über einen langen Zeitraum hinweg vor allem auf die Vermittlung rein fachlicher Aspekte, Fertigkeiten und Prozeduren ausgerichtet und fokussierte weniger auf die Anwendung von Mathematik in Alltagssituationen und die Lösung alltäglicher Problemstellungen (Reiss et al., 2020).

Dies wurde bereits vor der ersten PISA-Erhebungsrunde 2000 in der Mathematikdidaktik als Problem angesehen (Heymann, 1996; Klafki, 2007; Winter, 1995) und erhielt in Form einer maßgeblichen Kritik sowohl am Mathematikunterricht im Speziellen als auch am Bildungssystem in Deutschland im Allgemeinen im Zuge des „PISA-Schocks“

breite öffentliche Aufmerksamkeit (Blum et al., 2004; Klieme et al., 2001). Der in Deutschland damals vorherrschende an Inhalten orientierte Mathematikunterricht zeigte sich im internationalen Vergleich als nicht hinreichend effektiv. Darüber hinaus gab es große Leistungsunterschiede in Abhängigkeit von der sozialen Herkunft der Schüler*innen. Die enttäuschenden Ergebnisse führten zu einem Paradigmenwechsel im deutschen Bildungssystem hin zu der heute vorherrschenden Output-Orientierung (Klieme et al., 2003). Damit einher ging eine explizite Benennung von Kompetenzen in sogenannte Bildungsstandards (KMK, 2022), die Schüler*innen am Ende ihrer Schulzeit erreichen sollen (für eine ausführliche Diskussion der Entwicklung seit 2000, vgl. Kapitel 2).

Auf schulpraktischer Ebene wurde dieser Paradigmenwechsel nicht nur durch die Einführung von Bildungsstandards und die Anpassung der Lehrpläne umgesetzt, sondern auch durch die Entwicklung einer neuen Aufgabenkultur unterstützt, die stärker kognitiv aktivierende und praxisbezogene Mathematikaufgaben einbezog (z. B. SINUS-Programm; Prenzel et al., 2009). Darüber hinaus wurde die Förderung von Schüler*innen mit unterschiedlichen individuellen Voraussetzungen, insbesondere die Unterstützung Leistungsschwacher (KMK, 2010) und Leistungsstarker (KMK, 2015a), als wesentliches Ziel eines zeitgemäßen Mathematikunterrichts in Deutschland formuliert.

In diesem Zusammenhang stellt die PISA-Studie – als Teil der Gesamtstrategie für das Bildungsmonitoring in Deutschland (KMK, 2015b) – eine regelmäßige Gelegenheit dar, die mathematische Kompetenz von Fünfzehnjährigen zu beschreiben, sie international einzuordnen und im Trend zu beobachten. PISA betont in der Mathematik den Anwendungscharakter mathematischen Wissens (OECD, 2023; vgl. auch Kapitel 2) und umfasst im Einklang mit dem Kompetenzbegriff nach Weinert (2001) neben den in diesem Kapitel beschriebenen kognitiven Elementen auch affektive Elemente, wie mathematikbezogene motivationale und emotionale Orientierungen (OECD, 2013; Schiepe-Tiska & Schmidtner, 2013; vgl. Kapitel 4). PISA reagiert auf veränderte Anforderungen an Jugendliche und junge Erwachsene, wie sie etwa durch allgemeine Entwicklungen in der Welt entstehen, indem die Rahmenkonzeption sukzessive angepasst wird (OECD, 2003, 2013, 2023). In diesem Zusammenhang stellt die Benennung von 21st Century Skills (etwa kritisches Denken und Kreativität) eine Neuerung in der aktuellen Rahmenkonzeption mathematischer Kompetenz dar, die unter anderem die schnell fortschreitende Entwicklung im Bereich der Digitalisierung aufgreift (vgl. dazu ausführlich Kapitel 2).

PISA 2022 bietet erneut die Gelegenheit, Stärken wie Schwächen nationaler Bildungssysteme zu erkennen, zu präzisieren und – in den Grenzen des empirisch gewonnenen Wissens – mögliche Folgemaßnahmen zu benennen. Durch den Fokus der aktuellen Erhebungsrunde auf Mathematik als Hauptdomäne (zuletzt 2003 und 2012) sind damit detaillierte und weitreichende Analysen von besonderer Bedeutung. Es geht nicht ausschließlich um die mathematische Kompetenz der Schüler*innen in Deutschland allgemein, sondern insbesondere auch um mögliche Unterschiede in Bezug auf Geschlecht, besuchte Schulart und den Anteil an leistungsschwächeren sowie leistungsstärkeren Fünfzehnjährigen. Von Interesse ist dabei auch die Entwicklung der mathema-

tischen Kompetenz von Schüler*innen in Deutschland im Laufe der letzten Jahrzehnte: Der positive Trend nach 2000 bis zum Jahr 2012 (vgl. Blum et al., 2004; Frey et al., 2007; Frey et al., 2010; Klieme et al., 2001; Sälzer et al., 2013) zeigte sich insbesondere zwischen 2003 und 2012. Dieser Trend setzte sich bei PISA 2015 (Hammer et al., 2016) nicht in gleicher Weise fort und kehrte sich 2018 (Reinhold et al., 2019) um. Dieses Kapitel knüpft an die Beschreibung der Entwicklung über die Kohorten an und beantwortet die folgenden Fragen:

- Wie hat sich die mathematische Kompetenz von Fünfzehnjährigen in Deutschland im internationalen Vergleich verändert?
- Welche Streuung zeigt sich in den Leistungen der Schüler*innen? Wie entwickelten sich die Anteile der Schüler*innen mit niedrigeren und höheren mathematischen Kompetenzen an der jeweiligen Gesamtpopulation?
- Zeigen sich weiterhin Kompetenzunterschiede in Mathematik zu Gunsten der Jungen?
- Welche Kompetenzunterschiede bestehen zwischen Fünfzehnjährigen unterschiedlicher Schularten?

3.1 Rahmenkonzeption und Erfassung mathematischer Kompetenz in PISA 2022

Die in PISA 2022 zugrundeliegende Rahmenkonzeption definiert Mathematikkompetenz (*Mathematical Literacy*) als „die Fähigkeit einer Person zum mathematischen Argumentieren sowie Mathematik in einer Vielzahl von Alltagskontexten einzusetzen, in denen Problemstellungen mathematisch formuliert, bearbeitet und interpretiert werden. Dies beinhaltet mathematische Konzepte, Fakten und Methoden, um Phänomene zu beschreiben, zu erklären und voraussagen. Mathematikkompetenz hilft Personen zu erkennen, welche Rolle Mathematik in der Welt spielt, um fundierte Urteile abzugeben sowie gut begründete Entscheidungen zu treffen, so wie sie von konstruktiven, engagierten und reflektierten Bürgerinnen und Bürger des 21. Jahrhunderts benötigt werden“ (OECD, 2023, Abschnitt Übersicht, Absatz 3).

Angesichts der gegenwärtigen und zukünftig zu erwartenden Herausforderungen, mit denen sich die heute Fünfzehnjährigen konfrontiert sehen und in Zukunft sehen werden, gewinnt die Fähigkeit logisch konsequent zu schließen und sachlich korrekt und überzeugend zu argumentieren, an Bedeutung. Dabei betont PISA ein Charakteristikum der Mathematik, nämlich dass „Schlussfolgerungen objektiv nachvollziehbar sind und keine Bestätigung von externer Stelle benötigen“ (OECD, 2023). Zu erkennen, dass die Mathematik für verschiedene (Alltags-)Situationen geeignete Problemlösestrategien bereitstellt, ist (im Einklang mit den Bildungszielen des Mathematikunterrichts in Deutschland; Winter, 1995) ebenfalls eine wesentliche Anforderung in der aktuellen PISA-Erhebungsrunde. In PISA 2022 wird daher das mathematische Argumentieren

besonders betont (siehe Kapitel 2). Es bestimmt einerseits übergreifend das Konzept der Studie und ist andererseits auch als eigener Prozess (*Reasoning*) skaliert. Weiterhin wird in Prozesse, Inhaltsbereiche und Kontexte unterschieden, sie sind Basis für die konkrete Anforderungen der Testaufgaben.

3.1.1 Prozesse

Aufgaben in PISA 2022 lassen sich den bereits aus vorhergehenden PISA-Erhebungsunden bekannten mathematischen Prozessen zuordnen, welche die erforderlichen mathematischen Aktivitäten beschreiben und konkretisieren (OECD, 2023; vgl. Kapitel 2). *Formulieren* umfasst die Fähigkeit, mathematische Strukturen in realen Problemsituationen zu erkennen und geeignete Modelle sowie Hilfsmittel auszuwählen, um diese Probleme in die Welt der Mathematik zu übersetzen. Dabei muss ein Abgleich zwischen Realität und der mathematischen Repräsentation erfolgen. *Anwenden* bezieht sich auf die Nutzung mathematischer Konzepte, Fakten, Prozeduren und Argumentationen zur Lösung mathematisch formulierter Probleme. An dieser Stelle eröffnen sich durch die computerbasierte Testung und die eigens dafür neu entwickelten Aufgaben in PISA 2022 die Möglichkeit, mathematiknahe Konstrukte wie Tabellen und Listenfunktionen in typischen Anwendungssituationen einzubinden. *Interpretieren und Bewerten* umfasst das Hinterfragen und Validieren mathematischer Lösungen, Ergebnisse oder Schlussfolgerungen bezogen auf die ursprüngliche reale Problemstellung. Hierbei steht erneut die Beziehung zwischen Mathematik und dem realen Kontext im Fokus. Abschließend wurde in PISA 2022 erstmalig *Reasoning* als eigenständiger Prozess ausgewiesen. Dabei sollen induktiv oder deduktiv Schlussfolgerungen gezogen und in die mathematische Argumentation aufgenommen werden. (OECD, 2023; vgl. Kapitel 2).

3.1.2 Inhaltsbereiche

Die in PISA 2022 gestellten Aufgaben können vier Inhaltsbereichen zugeordnet werden (OECD, 2023; vgl. für eine ausführlichere Darstellung Kapitel 2), wobei im Vergleich zur vorherigen PISA-Rahmenkonzeption 2012 prinzipiell keine Veränderungen in den Ausrichtungen der mathematischen Inhaltsbereichen zu berichten sind. Sie weisen weiterhin grundlegende Ähnlichkeit zu den deutschen Bildungsstandards auf (dort „Leitideen“; KMK, 2022). Der erste Inhaltsbereich *Größen* (in PISA 2012 „Quantität“) umfasst verschiedene Arten der Quantifizierung von Objekten (z. B. das Zählen, Repräsentationen von Zahlen, Arithmetik, Anteile etc.). Durch die Einführung des im Vergleich zu PISA 2012 neuen Themenschwerpunkts *Computersimulationen* wurde der fortschreitenden Digitalisierung Rechnung getragen. Er bietet die Basis eines Teils der für die computerbasierte Testung in PISA 2022 neu entwickelten Aufgaben (Kapitel 2, Abbildung 2.3). Der Inhaltsbereich *Unsicherheit und Daten* umfasst Situationen, in denen

grundlegende statistische Kenntnisse und Kenntnisse über Wahrscheinlichkeiten angewendet werden müssen und ist vergleichbar mit der Leitidee „Daten und Zufall“ (KMK, 2022). Der Begriff „Unsicherheit“ ist ebenfalls mit Bedacht gewählt. PISA 2022 legt hier einen besonderen Fokus auf die Streuung in realen Datensätzen und testet mit dem neu definierten Schwerpunkt *Treffen von bedingten Entscheidungen*, ob die Schüler*innen beispielsweise in der Lage sind, die Auswirkungen von Modellannahmen einzuschätzen. Dies ist somit ein generell herausfordernder mathematischer Inhalt (s. Kapitel 2). Im Inhaltsbereich *Veränderungen und Zusammenhänge* (in PISA 2012 „Veränderungen und Beziehungen“) stehen funktionale Zusammenhänge unterschiedlicher Art (z. B. Veränderungen im zeitlichen Verlauf, kausale Zusammenhänge) im Fokus. Den Fünfzehnjährigen helfen bei der Bewältigung dieser Aufgaben insbesondere Inhalte aus den mathematischen Teilgebieten Algebra und Funktionen. Der neue Schwerpunkt auf *Wachstumsprozesse* unterstreicht dessen zunehmende Relevanz in der Lebensumwelt der Jugendlichen (z. B. Klima, Ökologie, Medizin, demografische Entwicklung). Der Inhaltsbereich *Raum und Form* (identisch benannt in den Bildungsstandards; KMK, 2022) umfasst Aufgaben, in denen Fünfzehnjährige sich mit Phänomenen ihrer Umwelt auseinandersetzen müssen, die physikalisch oder visuell präsentiert sind und für die unter anderem Kenntnisse aus der Geometrie eine Rolle spielen. Eine neue Herausforderung sind hier approximative Probleme der *Geometrischen Annäherung*.

Wie bisher auch klassifizieren die Inhaltsbereiche mathematische Konzepte, Aussagen und Verfahren, die in PISA adressiert werden (s. Kapitel 2). Weiterhin gilt, dass die an der Grundbildung orientierte PISA-Erhebung keine curriculare Validität zum Ziel hat und im internationalen Kontext auch nicht haben kann. Es geht darum, Fünfzehnjährige mit Situationen zu konfrontieren, in denen sie – zumindest zum Teil – auch auf neue und ungewohnte Aufgabenstellungen treffen, die in dieser Form nicht unbedingt im Mathematikunterricht vorkommen. Die für die Lösung notwendigen Voraussetzungen erwerben sie allerdings im Wesentlichen in ihrem Mathematikunterricht.

3.1.3 Kontexte

Um die Mathematik-Aufgaben in PISA 2022 der Lebensumwelt von Fünfzehnjährigen anzupassen, werden sie vor dem Hintergrund von vier relevanten Kontexten erstellt, die eine breite Palette von Interessensgebieten abdecken (OECD, 2023; vgl. auch Kapitel 2). Aufgaben mit einem *persönlichen Kontext* beziehen sich auf Aktivitäten, die die Schüler*innen und ihre Familien betreffen, wie es etwa das Reisen oder der Sport sind. *Berufliche Kontexte* benennen Situationen aus der Arbeitswelt, also zum Beispiel Qualitätskontrollen oder Buchhaltung. *Gesellschaftliche Kontexte* umfassen allgemeine Probleme wie etwa demografische Fragen oder den öffentlichen Nahverkehr. Aufgaben mit einem *wissenschaftlichen Kontext* können Themen wie das Klima oder medizinische Probleme wie Genetik aufnehmen, aber in PISA 2022 auch erstmals wieder nicht kontextualisierte innermathematische Probleme sein (OECD, 2023).

3.2 Erfassung mathematischer Kompetenz und Kompetenzstufen

Da Mathematik in dieser Erhebungsrunde als Hauptdomäne untersucht wurde, wurden zur Erfassung mathematischer Kompetenz zwar Aufgaben aus früheren Erhebungsrounden verwendet (32 %), aber auch neue Aufgaben (68 %) vor dem Hintergrund der computerbasierten Erhebung erstellt (vgl. Kapitel 2 für die Darstellung und vertiefte Diskussion neuer PISA-Mathematikaufgaben). Jede Aufgabeneinheit besteht aus verschiedenen Aufgaben, die auf einem gemeinsamen Stimulus basieren, der in einem übergreifenden Kontext einführt. Diese Aufgaben verteilen sich weitgehend gleich auf die vier Prozesse, die vier Inhaltsbereiche und die vier verschiedenen Kontexte, wobei sie unterschiedliche Schwierigkeitsgrade aufweisen.

PISA 2022 verwendet dabei wie üblich eine einheitliche Skala, um sowohl die Fähigkeiten der Fünfzehnjährigen als auch die Schwierigkeit der Aufgaben abzubilden (s. Online-Kapitel 12). Diese Skala ermöglicht eine kriterienorientierte Interpretation der erreichten mathematischen Kompetenz im Kontext der Anforderungen, die für Aufgaben auf dem entsprechenden Fähigkeitsniveau typisch sind (s. Tabelle 3.1). Diese Skala wurde 2003 mit einem Durchschnitt von 500 und einer Standardabweichung von 100 normiert und ist seitdem unverändert geblieben (OECD, 2003). Zur Interpretation dienen sechs Kompetenzstufen, die jeweils 62 Punkte auf der Skala abdecken, wobei Stufe VI nach oben hin offen ist (s. Tabelle 3.1).

Im Zuge der bisherigen Trend-Entwicklung in Deutschland gilt besondere Aufmerksamkeit den Fünfzehnjährigen mit sehr niedrigen Fähigkeiten (unter Kompetenzstufe II) oder sehr hohen Fähigkeiten (Kompetenzstufen V und VI). Erreichen Fünfzehnjährige nicht mindestens Kompetenzstufe II, so können sie allenfalls einfache, gut beschriebene Fragestellungen mit vollständigen Informationen beantworten. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese mathematischen Fähigkeiten nicht ausreichend sind, um den Anforderungen einer weiteren schulischen oder beruflichen Ausbildung gerecht zu werden, sodass Jugendliche mit diesem Kompetenzniveau als besonders gefährdet bezeichnet werden müssen, Schwierigkeiten in Bildung, Beruf und gesellschaftlicher Teilhabe zu erleben. Zeigen Fünfzehnjährige mathematische Fähigkeiten auf Kompetenzstufe V oder höher, sollten sie in der Lage sein, in komplexen Aufgabenstellungen Prämissen zu erkennen und Lösungswege zu entwickeln. Dies ist eine hervorragende Grundlage für das Leben in einer technologisierten Informations- und Kommunikationsgesellschaft. Jugendliche auf dieser Kompetenzstufe sind bestens für mathematisch-technische Studiengänge und Berufe vorbereitet.

Zur Veranschaulichung der Fähigkeitsstufen dient die Aufgabeneinheit Dreiecksmuster. Im Stimulus dieser Aufgabeneinheit aus dem *wissenschaftlichen Umfeld* ist ein einfaches Muster aus zwei verschiedenfarbigen Dreiecken gegeben. In der ersten Aufgabe (s. Abbildung 3.1) sollen die Schüler*innen basierend auf den vollständig gegebenen Informationen den Anteil blauer Dreiecke benennen. In einem geschlossenen

Tabelle 3.1: Überblick über die Anforderungen der Stufen mathematischer Kompetenz in PISA 2022 (adaptiert nach OECD, 2023)

Kompetenzstufe	Wozu die Jugendlichen auf der jeweiligen Kompetenzstufe im Allgemeinen in der Lage sind
VI ≥ 669 Punkte	Auf Stufe VI können die Jugendlichen abstrakte Probleme bearbeiten und zeigen Kreativität und flexibles Denken, um Lösungen zu entwickeln. Sie können z. B. erkennen, wann ein Verfahren, das in einer Aufgabe nicht angegeben ist, in einem nicht standardisierten Kontext angewendet werden kann oder wann ein tieferes Verständnis eines mathematischen Konzepts als Teil einer Begründung erforderlich ist. Sie können verschiedene Informationsquellen und Darstellungen miteinander verknüpfen, einschließlich der effektiven Verwendung von Simulationen oder Tabellenkalkulationen als Teil ihrer Lösung. Jugendliche auf dieser Stufe sind zu kritischem Denken fähig und beherrschen symbolische und formale mathematische Operationen und Beziehungen, die sie nutzen, um ihre Argumentation klar zu kommunizieren. Sie können die Angemessenheit ihrer Handlungen in Bezug auf ihre Lösung und die Ausgangssituation reflektieren.
V 607–668 Punkte	Jugendliche auf dieser Stufe können Modelle für komplexe Situationen konzipieren und mit ihnen arbeiten, einschränkende Beschränkungen identifizieren oder auferlegen und Annahmen spezifizieren. Sie können systematische, gut geplante Problemlösestrategien anwenden, um anspruchsvollere Aufgaben zu bewältigen, z. B. entscheiden, wie ein Experiment zu entwickeln ist, ein optimales Verfahren entwerfen oder mit komplexeren Visualisierungen arbeiten, die nicht in der Aufgabe vorgegeben sind. Die Jugendlichen sind in der Lage, Probleme zu lösen, indem sie mathematisches Wissen anwenden, das in der Aufgabe nicht explizit benannt wurde. Sie reflektieren ihre Arbeit und betrachten mathematische Ergebnisse im Hinblick auf den realweltlichen Kontext.
IV 545–606 Punkte	Auf Stufe IV können die Jugendlichen effektiv mit expliziten Modellen für komplexe konkrete Situationen arbeiten, an denen manchmal zwei Variablen beteiligt sind, und zeigen, dass sie in der Lage sind, mit unbestimmten Modellen zu arbeiten, die sie mit einem anspruchsvolleren Ansatz des algorithmischen Denkens ableiten. Jugendliche auf dieser Stufe beginnen, sich mit Aspekten des kritischen Denkens zu befassen, z. B. mit der Bewertung der Angemessenheit eines Ergebnisses, indem sie qualitative Urteile fällen, wenn Berechnungen mit den gegebenen Informationen nicht möglich sind. Sie können verschiedene Darstellungen von Informationen auswählen und integrieren, einschließlich symbolischer oder grafischer Darstellungen, und diese direkt mit Aspekten der realen Welt in Verbindung bringen. Auf dieser Stufe können die Jugendlichen auch Erklärungen und Argumente auf der Grundlage ihrer Interpretationen, Argumentation und Methodik konstruieren und kommunizieren.
III 482–544 Punkte	Auf Stufe III können die Jugendlichen Lösungsstrategien entwickeln, einschließlich Strategien, die eine sequenzielle Entscheidungen oder Flexibilität im Verständnis vertrauter Konzepte erfordern. Auf dieser Stufe beginnen die Jugendlichen, rechnerische Denkfähigkeiten einzusetzen, um ihre Lösungsstrategie zu entwickeln. Sie sind in der Lage, Aufgaben zu lösen, die die Durchführung mehrerer verschiedener, aber routinemäßiger Berechnungen erfordern, die in der Problemstellung nicht alle klar definiert sind. Sie können räumliche Darstellungen als Teil einer Lösungsstrategie verwenden oder bestimmen, wie sie eine Simulation verwenden, um für die Aufgabe geeignete Daten zu sammeln. Jugendliche auf dieser Stufe können Darstellungen, die auf verschiedenen Informationsquellen basieren, interpretieren und verwenden und direkt daraus Schlüsse ziehen, einschließlich bedingter Entscheidungen unter Verwendung einer zweiseitigen Tabelle. Sie zeigen typischerweise eine gewisse Fähigkeit, mit Prozentsätzen, Brüchen und Dezimalzahlen umzugehen und mit proportionalen Beziehungen zu arbeiten.
II 420–481 Punkte	Jugendliche auf dieser Stufe erkennen Situationen, in denen sie einfache Strategien zur Lösung von Problemen entwickeln müssen (dazu gehört auch die Durchführung einfacher Simulationen mit einer Variablen als Teil der Lösungsstrategie). Sie können auch relevante Informationen aus einer oder mehreren Quellen extrahieren, die leicht komplexere Darstellungsformen verwenden (wie z. B. zweiseitige Tabellen, Diagramme oder zweidimensionale Darstellungen dreidimensionaler Objekte). Jugendliche auf dieser Stufe zeigen ein grundlegendes Verständnis für funktionale Zusammenhänge und können Probleme mit einfachen Verhältnissen lösen. Sie sind zur wörtlichen Interpretation der Ergebnisse in der Lage.

Kompetenzstufe	Wozu die Jugendlichen auf der jeweiligen Kompetenzstufe im Allgemeinen in der Lage sind
Ia 358–419 Punkte	Auf Stufe Ia können die Jugendlichen Fragen zu einfachen Zusammenhängen beantworten, bei denen alle benötigten Informationen vorhanden sind und die Fragen klar definiert sind. Die Informationen können in verschiedenen einfachen Formaten präsentiert werden und die Jugendlichen müssen möglicherweise mit zwei Quellen gleichzeitig arbeiten, um relevante Informationen zu extrahieren. Sie sind in der Lage, einfache, routinemäßige Verfahren nach direkten Anweisungen in eindeutigen Situationen auszuführen, was manchmal mehrere Wiederholungen eines Routineverfahrens zur Lösung eines Problems erfordern kann. Sie können Handlungen ausführen, die offensichtlich sind oder die nur eine minimale Synthese von Informationen erfordern, aber in allen Fällen ergeben sich die Handlungen eindeutig aus den gegebenen Stimuli. Jugendliche auf dieser Stufe können grundlegende Algorithmen, Formeln, Verfahren oder Konventionen anwenden, um Probleme zu lösen, bei denen es meist um ganze Zahlen geht.
Ib 295–357 Punkte	Auf Stufe Ib können die Jugendlichen auf Fragen antworten, die leicht verständliche Zusammenhänge betreffen, bei denen alle benötigten Informationen in einer einfachen Darstellung (z. B. tabellarisch oder grafisch) klar angegeben sind, und sie können gegebenenfalls erkennen, wenn einige Informationen irrelevant sind und im Hinblick auf die gestellte Frage ignoriert werden können. Sie sind in der Lage, einfache Berechnungen mit ganzen Zahlen durchzuführen, die sich aus klar vorgegebenen Anweisungen ergeben, die in einem kurzen, syntaktisch einfachen Text definiert sind.
Ic 233–294 Punkte	Auf Stufe Ic können die Jugendlichen antworten, die leicht verständliche Zusammenhänge betreffen, bei denen alle relevanten Informationen in einem einfachen, vertrauten Format (z. B. einer kleinen Tabelle oder einem Bild) klar angegeben und in einem sehr kurzen, syntaktisch einfachen Text definiert sind. Sie sind in der Lage, einer klaren Anweisung zu folgen, die einen einzelnen Schritt oder Vorgang beschreibt.

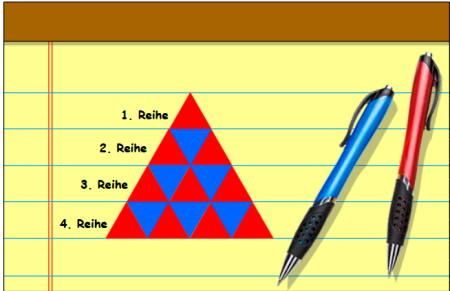
Antwortformat soll der prozentuale Anteil der blauen unter allen Dreiecken im dargestellten Muster berechnet werden. Die Aufgabe ist dem Inhaltsbereich *Größen* zugeordnet und erfasst den Prozess *Anwenden*. Die richtige Lösung, „37,5%“, wird vom Computer automatisiert ausgewertet. Mit 411 Punkten ist sie der Kompetenzstufe Ia zugeordnet; ein Grund dafür ist, dass die Lösung nicht genau berechnet werden muss, sondern aufgrund der vorgegebenen Antwortalternativen auch schon die grobe Abschätzung ausreicht, dass weniger als die Hälfte der Dreiecke blau sind.

Die zweite Aufgabe dieser Einheit fragt nach dem prozentualen Anteil der blauen Dreiecke, wenn noch eine weitere Zeile ergänzt würde. Somit wird über den Prozess *Formulieren* der Inhaltsbereich *Veränderungen und Zusammenhänge* erfasst. Wieder wird die richtige Lösung – 40 Prozent – automatisch ausgewertet. Da hier nicht mehr alle für die Lösung benötigten Informationen vorliegen, sondern eine weitere Zeile des Musters gedanklich ergänzt werden muss, ist diese Aufgabe mit 448 Punkten bereits der zweiten Kompetenzstufe zugeordnet. Es ist zu erwarten, dass bereits derart einfache Transferleistungen für leistungsschwache Schüler*innen nicht mehr problemlos leistbar sind.

Leistungsstarke Jugendliche sollten wiederum auch die dritte Aufgabe dieser Aufgabeneinheit erfolgreich bearbeiten können. In dieser soll die Korrektheit der Aussage beurteilt werden, dass der Anteil an blauen Dreiecken stets unter 50 Prozent bleibt. Im Inhaltsbereich *Veränderung und Zusammenhänge* wird somit der Prozess *Reasoning* geprüft, mit 620 Punkten ist diese Aufgabe auf Kompetenzstufe V als herausfordernd zu bezeichnen. Für die richtige Lösung, welche nicht automatisiert ausgewertet wird, muss zum einen „Ja“ angekreuzt werden und zum anderen eine zufriedenstellende Erklärung

gegeben werden, welche explizit macht, dass in jeder neuen Reihe stets mehr rote Dreiecke als blaue Dreiecke hinzu kommen werden.

Abbildung 3.1: Beispielaufgaben der Aufgabeneinheit „Dreiecksmuster“

<p>VI</p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <p>669</p> <p>V</p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <p>620</p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <p>607</p> <p>IV</p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <p>545</p> <p>III</p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <p>482</p> <p>II</p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <p>448</p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <p>420</p> <p>Ia</p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <p>411</p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <p>358</p> <p>Ib</p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <p>295</p> <p>Ic</p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <p>233</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 20px;"> <p>Dreiecksmuster Frage 3 / 3</p> <p>Beziehe dich auf „Dreiecksmuster“ auf der rechten Seite. Klicke eine Antwort an und gib dann eine Erklärung ein, um die Frage zu beantworten.</p> <p>Ahmed will sein Muster um zusätzliche Reihen erweitern. Er behauptet, dass der prozentuale Anteil an blauen Dreiecken im Muster immer kleiner als 50 % sein wird. Hat Ahmed recht?</p> <p><input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nein</p> <p>Erkläre deine Antwort.</p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Dreiecksmuster Frage 1 / 3</p> <p>Beziehe dich auf „Dreiecksmuster“ auf der rechten Seite. Klicke eine Antwort an, um die Frage zu beantworten.</p> <p>Wie groß ist der prozentuale Anteil an blauen Dreiecken in den ersten vier Reihen von Ahmeds Muster?</p> <p><input type="radio"/> 37,5 % <input type="radio"/> 50,0 % <input type="radio"/> 60,0 % <input type="radio"/> 62,5 %</p> </div>	<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> <p>DREIECKSMUSTER</p> <p>Ahmed hat das folgende Muster aus roten und blauen Dreiecken gezeichnet. Die ersten vier Reihen des Musters sind unten dargestellt.</p> </div>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 20px;"> <p>Dreiecksmuster Frage 2 / 3</p> <p>Beziehe dich auf „Dreiecksmuster“ auf der rechten Seite. Klicke eine Antwort an, um die Frage zu beantworten.</p> <p>Wenn Ahmed das Muster um eine fünfte Reihe erweitern würde, was wäre dann der prozentuale Anteil an blauen Dreiecken in allen fünf Reihen des Musters?</p> <p><input type="radio"/> 40,0 % <input type="radio"/> 50,0 % <input type="radio"/> 60,0 % <input type="radio"/> 66,7 %</p> </div>
---	---	---

3.3 Fragestellung des Bildungsmonitorings

Eine Aufgabe des Bildungsmonitorings in Deutschland ist die Beschreibung sowohl des aktuellen Stands des Bildungssystems als auch dessen Entwicklung. Als Teil der internationalen Säule des Bildungsmonitorings zielt PISA dabei auf den Vergleich mit anderen Staaten. Dabei werden stets dieselben statistischen Kennwerte berichtet.

Zunächst gibt der *Mittelwert* an, wie viele Punkte auf der Kompetenzskala die Jugendlichen im Durchschnitt erreicht haben. Diese Skala geht in PISA von 0 bis (theoretisch) über 800. Bedeutsam für die Einschätzung eines Bildungssystems ist aber nicht nur die absolute Ausprägung der kognitiven Kompetenzen in jeder Domäne, sondern

auch, wie diese bei den Jugendlichen im jeweiligen Staat verteilt sind. Dazu werden bei PISA vor allem drei Kennwerte herangezogen: Die *Standardabweichung (SD)* ist ein sogenanntes Streuungsmaß. Sie ist eine Kennzahl dafür, wie breit die gemessenen Werte um ihren Mittelwert streuen. PISA-Kompetenzskalen sind regulär auf den Durchschnitt der OECD-Staaten in der Erhebungsrunde normiert, in der die jeweilige Domäne erstmals Hauptdomäne war. Entsprechend wurde – wie bereits erwähnt – für die Mathematik in PISA 2003 ein Mittelwert von 500 und eine Standardabweichung von 100 festgelegt. Folglich bedeutete in der Erhebungsrunde 2003 eine Standardabweichung von mehr als 100, dass die Leistung in einem Staat breiter streute als im Durchschnitt der OECD-Staaten. Durch Veränderungen etwa in der Zusammensetzung der OECD-Staaten haben sich Mittelwert und Standardabweichung inzwischen verschoben, sodass auch kleinere Standardabweichungen als 100 eine signifikant größere Streuung als im OECD-Mittel bedeuten können.

Die *Perzentilbänder* stellen in der Metrik der PISA-Kompetenzskala dar, wie viele Punkte fünf, zehn usw. Prozent der Schüler*innen maximal erreichen. Wenn in einem Staat das 95-Prozent-Perzentil beispielsweise bei 546 Punkten liegt, so erreichen die obersten 5 Prozent der Schüler*innen mindestens die vierte Kompetenzstufe (die den Bereich von 545 bis 606 Punkten umfasst; vgl. Tabelle 3.1). Hier wird entsprechend der Frage nachgegangen, welches Kompetenzniveau festgelegte Anteile der Population erreichen.

Auch die *Kompetenzstufen* sind in dieselbe Metrik eingebettet, betonen aber einen anderen Aspekt. Durch die Zuordnung der Punkte auf der Kompetenzskala zu inhaltlich beschriebenen Stufen lässt sich aussagen, welche Anteile der Population bestimmte Kompetenzen erworben haben. Von besonderem Interesse sind hier – wie bereits angemerkt wurde – vor allem zwei Gruppen: Die sogenannten leistungsschwachen Schüler*innen liegen unter Kompetenzstufe II, leistungsstarke Schüler*innen wiederum liegen auf Kompetenzstufe V oder höher. Je niedriger der Anteil von Leistungsschwachen in einem Staat ist, desto besser gelingt es diesem Bildungssystem, möglichst viele Schüler*innen für den weiteren Lebensweg vorzubereiten und zu qualifizieren; je höher der Anteil der Leistungsstarken in einem Staat ist, desto besser gelingt es, Potenziale bei Schüler*innen bereits in der Sekundarstufe I zu erkennen und zu fördern.

In diesem Kapitel werden die beschriebenen Kennwerte – Mittelwert, Standardabweichung, Perzentilbänder und Kompetenzstufen – zunächst im internationalen Vergleich mit dem Durchschnitt der OECD-Staaten betrachtet. Darüber hinaus ist es sinnvoll, auch solche Staaten genauer in den Blick zu nehmen, deren Schüler*innen höhere Leistungen zeigen beziehungsweise deren Bildungssystem es besser gelingt, alle Schüler*innen gleichmäßig zu fördern. Bei Vergleichen mit anderen Staaten ist stets auch zu beachten, ob diese kulturell ähnlich zu Deutschland sind und inwiefern die Bildungssysteme vergleichbare Voraussetzungen aufweisen.

Den zweiten Teil des Kapitels bilden vertiefende Analysen im Hinblick auf Deutschland. Hierbei interessieren vor allem Unterschiede zwischen den Jungen und Mädchen

sowie zwischen den Schularten. Wie im Kapitel zu den Grundlagen (Kapitel 1) erläutert, können aufgrund der eingeschränkten Vergleichbarkeit nicht gymnasialer Schularten zwischen den Bundesländern lediglich Unterschiede zwischen Gymnasien und nicht gymnasialen Schularten berichtet werden. Die abschließenden Betrachtungen zeigen die Entwicklung der mathematischen Kompetenz in Deutschland über verschiedene Zeitpunkte hinweg. Die Trendanalysen haben die größte Aussagekraft beim Vergleich mit Erhebungsrunden, in denen Mathematik die Hauptdomäne war, also 2003 und 2012, da in diesen Jahren mehr Testaufgaben gestellt wurden. Dennoch werden die Ergebnisse auch mit der aktuellsten Erhebungsrunde im Jahr 2018 verglichen.

3.4 Mathematische Kompetenz im internationalen Vergleich

Als Kernelement der PISA-Studie werden zunächst die mathematischen Kompetenzen der Fünfzehnjährigen aus Deutschland ins Verhältnis zu jenen aus anderen Staaten und Ökonomien gesetzt. An PISA 2022 nahmen 37 der 38 OECD-Staaten sowie 44 Partnerstaaten der OECD teil (s. Kapitel 1). Vergleiche mit den OECD-Staaten finden sich in diesem Buch, Vergleiche mit Partnerstaaten und Ökonomien können dem Online-Anhang dieses Kapitel entnommen werden. Der OECD-Mittelwert für diesen Abschnitt bezieht sich stets auf die 37 OECD-Mitglieder, welche an PISA 2022 teilnahmen.

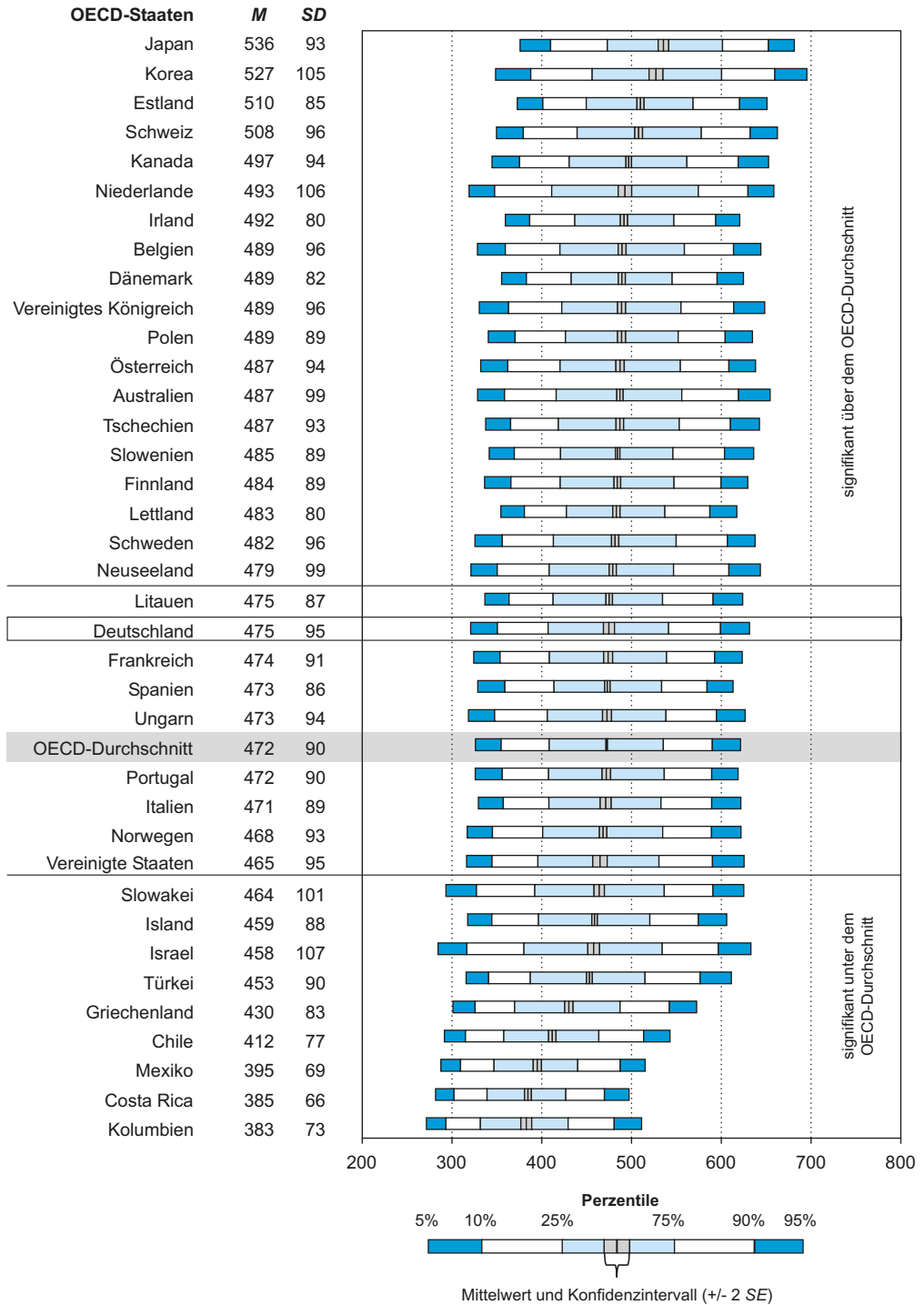
3.4.1 Gesamtskala der mathematischen Kompetenz

3.4.1.1 Internationaler Vergleich der Mittelwerte

In PISA 2022 liegt der Mittelwert der mathematischen Kompetenz in Deutschland mit 475 Punkte knapp oberhalb des Durchschnitts der OECD-Staaten ($M = 472$), unterscheidet sich von diesem aber nicht signifikant (Abbildung 3.2). Damit zeigte die Kohorte der Fünfzehnjährigen im Jahr 2022 eine signifikant niedrigere mathematische Kompetenz als in allen bisherigen Jahren. Dies gilt auch für die erste Erhebung im Jahr 2000 (weiteres zur Entwicklung in Abschnitt 3.5.3).

Deutschland ist einer von neun OECD-Staaten, welche sich nicht signifikant vom OECD-Durchschnitt unterscheiden; dazu gehören unter anderem Frankreich, Norwegen und die Vereinigten Staaten. Von den 37 OECD-Staaten, welche an PISA 2022 teilnahmen (s. Kapitel 1), liegen 19 – von Neuseeland (479 Punkte) bis Japan (536 Punkte) – signifikant über dem Durchschnitt der OECD, neun OECD-Mitglieder – von der Slowakei (464 Punkte) bis Kolumbien (383 Punkte) – liegen signifikant unter diesem Durchschnitt. Bemerkenswert ist, dass eine geringere Anzahl an OECD-Mitgliedstaaten unterhalb des Durchschnitts liegt, diese Staaten aber mit einer Differenz von 81 Punkten eine größere Disparität aufweisen als jene oberhalb des OECD-Durchschnitts

Abbildung 3.2: Mittelwerte, Streuungen und Perzentilbänder der Gesamtskala Mathematikkompetenz der OECD-Staaten



mit einer Differenz von 57 Punkten zwischen Neuseeland und Japan. Zieht man bei der Betrachtung der Bandbreite auch die OECD-Partnerstaaten mit ein, so ergibt sich ein Unterschied von 238 Punkten (Kambodscha bis Singapur) über die gesamte Verteilung (s. Abbildung 3.1web).

Die OECD-Spitzengruppe wird angeführt von Japan, Korea, Estland und der Schweiz. Ihre Leistung in Mathematik wird allerdings von der internationalen Spitzengruppe (s. Abbildung 3.1web) um Macau, Chinesisch Taipeh und Hongkong übertroffen. Spitzenreiter ist der OECD-Partnerstaat Singapur, in dem die durchschnittliche Mathematikleistung ($M = 575$ Punkte) in etwa eine Standardabweichung über dem Durchschnitt der Schüler*innen in Deutschland liegt.

3.4.1.2 Internationaler Vergleich der Standardabweichungen

Mit einer Standardabweichung von 95 ist die Leistung in Deutschland signifikant breiter gestreut als im Durchschnitt der OECD-Staaten ($SD = 90$). Die Streuung in Deutschland ist signifikant niedriger als im Jahr 2003 ($SD = 103$), unterscheidet sich aber nicht signifikant von jener in PISA 2012 ($SD = 96$) beziehungsweise PISA 2018 ($SD = 95$). Sowohl in Bezug auf die absolute Höhe (Mittelwert) als auch die Streuung (Standardabweichung) sind Norwegen, Ungarn und Schweden mit Deutschland vergleichbar.

Innerhalb der OECD-Staaten weist Israel die breiteste Streuung ($SD = 107$) auf, die mathematische Kompetenz ist hier unterdurchschnittlich. Es fällt auf, dass in den OECD-Staaten und den OECD-Partnerstaaten eine höhere Standardabweichung oft mit höheren Mittelwerten verbunden ist, zum Beispiel Chinesisch Taipeh ($SD = 112$) oder Niederlande ($SD = 106$). Umgekehrt streut die Leistung in Staaten mit niedrigerem Leistungsniveau tendenziell weniger, zum Beispiel Dominikanische Republik ($SD = 54$) oder El Salvador ($SD = 59$). Allerdings gibt es auch Staaten, in denen nicht nur Spitzenleistungen erzielt werden, sondern auch den leistungsschwächeren Schüler*innen ausreichende Kompetenzen vermittelt werden (s. Abschnitt 3.4.1.3). Zu diesen gehören die OECD-Mitglieder Irland und Lettland (beide $SD = 80$) oder Dänemark ($SD = 82$).

Überträgt man die Streuung auf die Perzentilbänder, so zeigt sich, dass 95 Prozent der Schüler*innen in Deutschland eine mathematische Kompetenz von mehr als 321 Punkten erreichen. Damit unterscheidet sich das 5-Prozent-Perzentil nicht signifikant vom Durchschnitt der OECD-Staaten (326 Punkte). Entsprechend erreichen die 5 Prozent der leistungsschwächsten Schüler*innen in Deutschland nicht einmal die Kompetenzstufe Ia und sind damit beispielsweise nicht in der Lage, mehrere Wiederholungen eines Routineverfahrens bei vollständig gegebenen Informationen durchzuführen. Am anderen Ende der Verteilung erreichen die leistungsstärksten 5 Prozent der Jugendlichen in Deutschland mit mehr als 631 Punkten durchaus eine signifikant höhere Kompetenzstufe als ihre Peers im OECD-Durchschnitt (621 Punkte). Sie erzielen somit Leistungen, die der Kompetenzstufe V zuzuordnen sind. Jugendliche dieser Kompetenzstufe können mittels systematischer Strategien, wie zum Beispiel dem Entwickeln von Experimenten,

anspruchsvolle Probleme lösen, auch wenn diese mathematisches Vorwissen erfordern. Damit umfasst die Leistungsspanne in Deutschland fünf Kompetenzstufen. Vergleichbare Disparitäten zwischen den 5 Prozent der Schüler*innen mit der niedrigsten und höchsten Leistung einer Kohorte finden sich sonst nur in den Partnerstaaten mit den höchsten Leistungen, Chinesisch Taipeh und Hongkong sowie Israel mit jeweils fast sechs Kompetenzstufen.

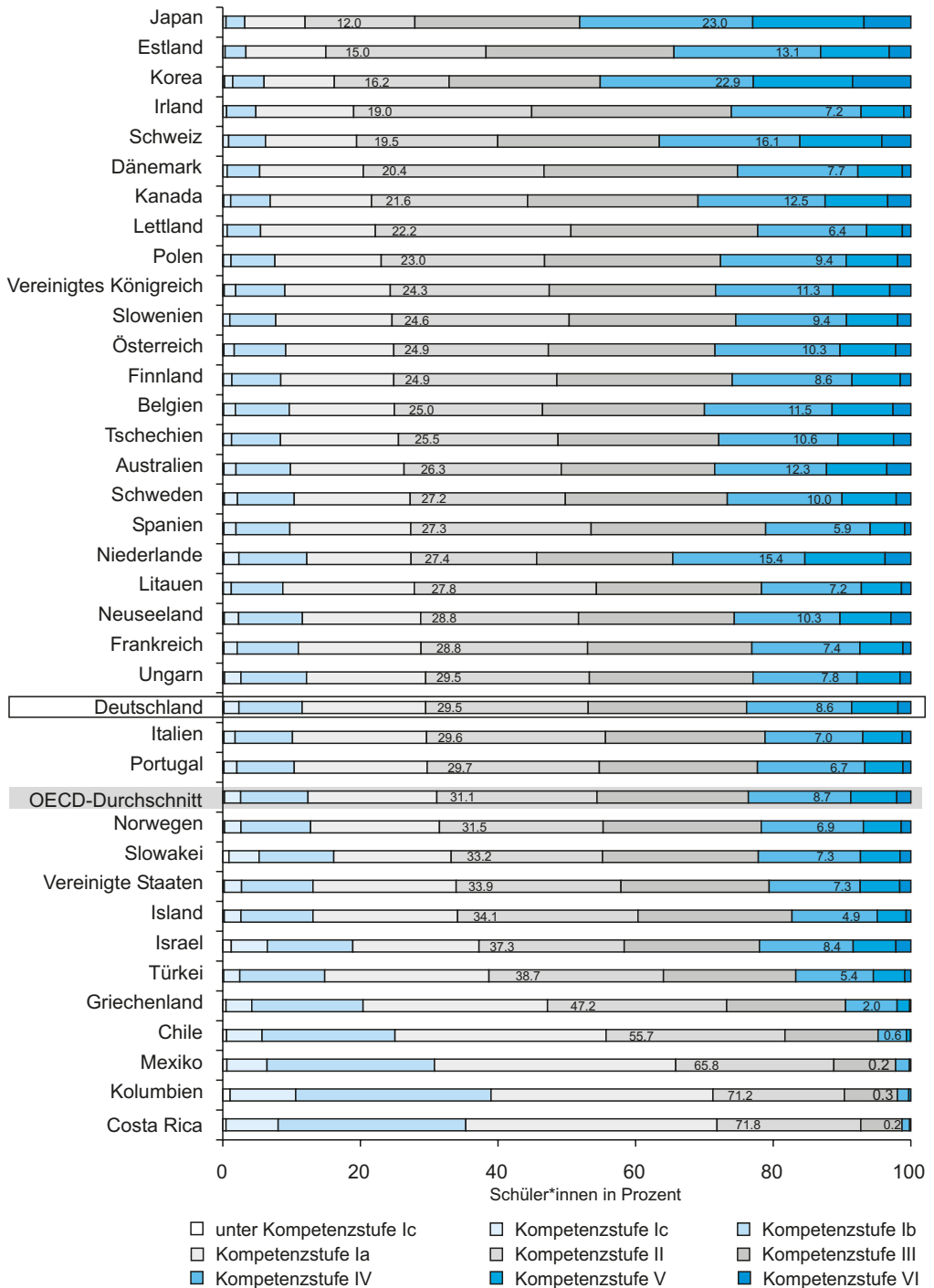
Betrachtet man die beiden Enden der Verteilung in den OECD-Staaten einzeln, so weist Kolumbien mit 272 Punkten das niedrigste und Japan mit 376 Punkten das höchste 5-Prozent-Perzentil auf. Umgekehrt liegt das 95-Prozent-Perzentil in Costa Rica (497 Punkte) am niedrigsten und in Korea (695 Punkte) am höchsten innerhalb der OECD. Inklusive der OECD-Partner erreichen Jugendliche in sechs Staaten – Singapur, Macau, Japan, Korea, Honkong und Chinesisch Taipeh – ein 95-Prozent-Perzentil in der obersten Kompetenzstufe. Anders ausgedrückt erreichen in diesen Staaten fünf Prozent der Fünfzehnjährigen ein Kompetenzniveau, das um eine dreiviertel Standardabweichung und damit klar über dem entsprechenden Wert des Durchschnitts der OECD-Staaten liegt.

3.4.1.3 Internationaler Vergleich der Verteilung auf die Kompetenzstufen

Die Verteilung auf die Kompetenzstufen verdeutlicht, welcher Anteil der Schüler*innen die Anforderungen einer bestimmten Kompetenzstufe erfüllt. Von besonderem Interesse sind hier einerseits Jugendliche über Kompetenzstufe IV – Leistungsstarke, welche auch komplexe Aufgabenstellungen mit wenig gegebenen Informationen lösen können – und andererseits Jugendliche unter Kompetenzstufe II – Leistungsschwache, die bei vollständig gegebenen Informationen nur einfache Problemstellungen lösen können.

Abbildung 3.3 zeigt die Verteilung der Fünfzehnjährigen in den OECD-Staaten auf die Kompetenzstufen, die analoge Abbildung für die OECD-Partnerstaaten findet sich im Online-Anhang (Abbildung 3.2web). Der Anteil leistungsstarker Schüler*innen in Mathematik beträgt in Deutschland 8.6 Prozent und unterscheidet sich damit nicht signifikant vom Durchschnitt der OECD-Staaten (8.7%; Abbildung 3.3). Einen vergleichbaren Anteil Leistungsstarker haben unter anderem Dänemark, Finnland, Schweden, Italien und Polen. Mit 41 Prozent hat Singapur unter den Partnerstaaten und mit jeweils 23 Prozent haben Japan sowie Korea unter den OECD-Staaten den höchsten Anteil an Schüler*innen auf Kompetenzstufe V oder höher. Wenig überraschend erreichen sowohl unter den OECD-Staaten als auch unter allen Staaten dort die wenigsten Schüler*innen die obersten Kompetenzstufen, wo auch die niedrigsten Mittelwerte erreicht werden, nämlich in den Staaten Lateinamerikas. In den Partnerstaaten Dominikanische Republik sowie in El Salvador ist ihr Anteil nicht messbar (0 Prozent), in den OECD-Staaten Mexico und Costa Rica liegt er jeweils bei 0.2 Prozent. In den Staaten, deren Mittelwert sich nicht signifikant von Deutschland unterscheidet, sind in Neuseeland

Abbildung 3.3: Prozentuale Anteile von Schüler*innen auf Kompetenzstufe Ia, Ib, Ic oder darunter sowie auf Kompetenzstufe V oder VI für die Gesamtskala Mathematikkompetenz in den OECD-Staaten



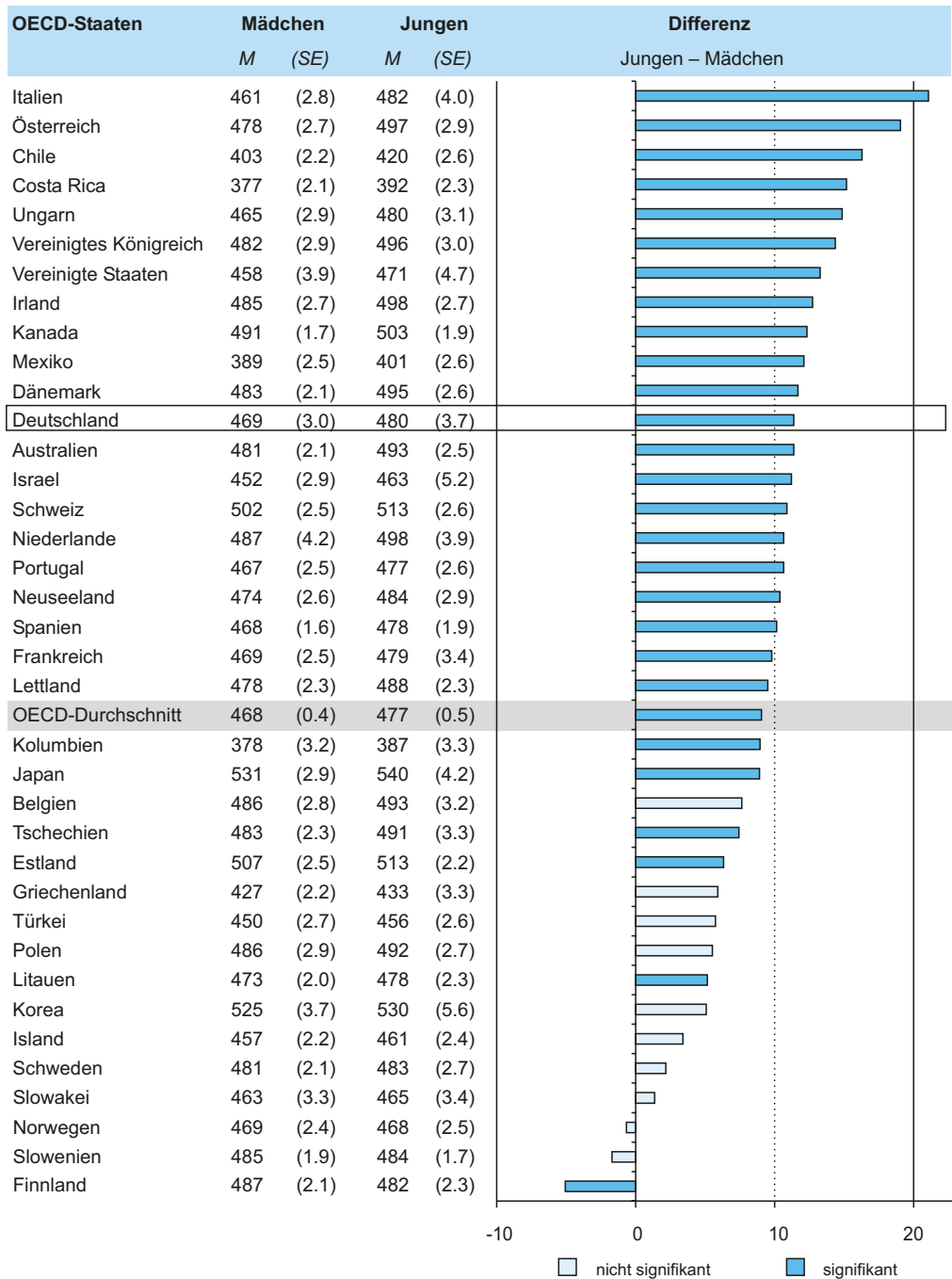
und Schweden mit jeweils rund 10 Prozent signifikant mehr Schüler*innen leistungstark in Mathematik als im Durchschnitt der OECD-Staaten.

Von besonderer Bedeutung ist der Anteil der Schüler*innen, welche die Kompetenzstufe II nicht erreichen. Mit 30 Prozent sind dies im Jahr 2022 in Deutschland fast eineinhalbmal so viele Schüler*innen wie in PISA 2018 (21 %). Auch diese Zahl unterscheidet sich nicht signifikant vom Durchschnitt der OECD-Staaten (31 %). Die Spannweite des Anteils leistungsschwacher Schüler*innen reicht international von 92 Prozent (Dominikanische Republik; Partnerstaaten) beziehungsweise 72 Prozent (Costa Rica; OECD) bis zu 8 Prozent (Singapur; Partnerstaaten) und 12 Prozent (Japan; OECD). Es sind allerdings nicht nur die Staaten am oberen Ende der Tabelle, in denen der Anteil Leistungsschwacher gering ist. So bleiben beispielsweise in Irland (Gesamtranking der OECD Platz 7) weniger als 20 Prozent auf der untersten Kompetenzstufe. Von den Staaten, die sich in der mathematischen Kompetenz nicht signifikant vom Durchschnitt der OECD-Staaten unterscheiden, sind unter anderem in Schweden und Spanien weniger Schüler*innen als im OECD-Mittel den Leistungsschwachen zuzuordnen.

3.4.2 Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen in der mathematischen Kompetenz

Jungen zeigen in fast allen OECD-Staaten eine höhere mathematische Kompetenz als Mädchen (Abbildung 3.4). In Deutschland erreichen Jungen 11 Punkte mehr. Dieser Wert liegt im OECD-Durchschnitt (9 Punkte). Der Geschlechterunterschied hat sich in den Vergleichsjahren 2003, 2012 und 2018 (s. Abschnitt 3.5.3.4) in Deutschland nicht signifikant verändert. Mit einer Differenz von rund einer fünftel Standardabweichung ist er in Italien (21 Punkte) sowie Österreich (19 Punkte) nicht nur unter den OECD-Mitgliedern, sondern auch international am größten (Abbildung 3.3web). Auch Chile und Costa Rica weisen mit 16 beziehungsweise 15 Punkten einen Unterschied zwischen den Geschlechtern auf, der signifikant über dem OECD-Mittel liegt. Nicht signifikant unterschiedlich sind die Kompetenzen zwischen Mädchen und Jungen nur in Belgien, Griechenland, Türkei, Polen, Korea, Island, Schweden, Slowakei, Norwegen und Slowenien. In den skandinavischen Staaten – Finnland, Norwegen, Schweden – sowie Slowenien und Slowakei ist der Geschlechterunterschied signifikant niedriger als im Durchschnitt der OECD-Staaten. In Finnland sind die Mädchen mit 5 Punkten sogar signifikant besser als die Jungen, was belegt, dass eine hohe Gesamtleistung in Mathematik nicht automatisch mit Leistungsdisparitäten zugunsten der Jungen einhergehen muss. Bezieht man auch die OECD-Partner in die Betrachtung mit ein, so sind die größten Unterschiede zugunsten der Mädchen – mit jeweils über 14 Punkten – in Jordanien, den Palästinensischen Gebieten und den Philippinen zu finden.

Abbildung 3.4: Mittelwerte der Mathematikkompetenz nach Geschlecht in den OECD-Staaten



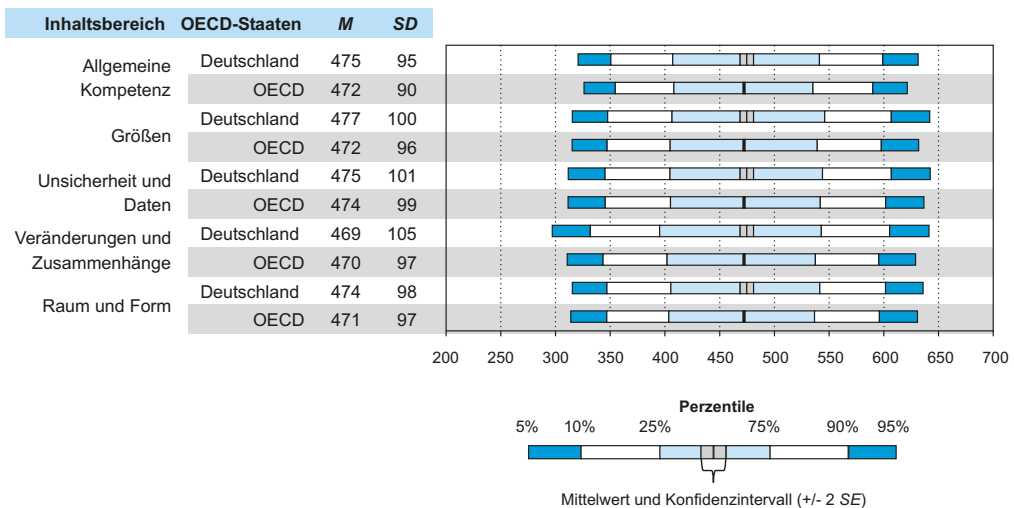
Anmerkung: Signifikanz bezieht sich auf den Unterschied zwischen Jungen und Mädchen innerhalb des jeweiligen Staats

3.4.3 Teilskalen der mathematischen Kompetenz

In PISA 2022 unterscheidet sich die Untersuchung der mathematischen Kompetenz als Hauptdomäne in drei wesentlichen Punkten von der der naturwissenschaftlichen sowie der Lesekompetenz: Erstens geht mit dem Status der Hauptdomäne einher, dass auch die domänenspezifischen motivational-emotionalen Merkmale erfasst werden, was in Kapitel 4 berichtet wird. Zweitens wurde der mathematischen Kompetenz ein größeres und differenzierteres Aufgabenvolumen und entsprechend mehr Testzeit zur Verfügung gestellt, sodass auch Teilskalen betrachtet werden können. Drittens wurde die 2003 entwickelte und 2012 erneuerte Rahmenkonzeption abermals überarbeitet (s. Kapitel 2), wodurch sich die Zusammensetzung der Teilskalen verändert hat. Wie in PISA 2012 wurden Aufgaben für die Inhaltsbereiche *Größen*, *Unsicherheit und Daten*, *Veränderungen und Zusammenhänge* sowie *Raum und Form* entwickelt und eingesetzt. Zudem können die Prozesse *Interpretieren und Bewerten*, *Formulieren*, *Anwenden* sowie *Reasoning* unterschieden werden, von denen letzterer – *Reasoning* – in PISA 2022 erstmalig eigens ausgewiesen wurde (s. Kapitel 2). Im Folgenden soll insbesondere auf die Inhaltsbereiche eingegangen werden, da diese sich so auch in den Bildungsstandards finden.

In allen vier Inhaltsbereichen unterscheidet sich der Mittelwert in Deutschland nicht signifikant vom Durchschnitt der OECD-Staaten (Abbildung 3.5). Allerdings ist die Standardabweichung im Bereich *Veränderung und Zusammenhänge* in Deutschland signifikant höher als im OECD-Durchschnitt. Die untersten 5 Prozent der Schüler*innen erreichen hier nur Kompetenzstufe Ib, während die besten 5 Prozent am oberen Ende der Kompetenzstufe V liegen.

Abbildung 3.5: Vergleich von Deutschland mit dem OECD-Durchschnitt in den Mittelwerten, Streuungen und Perzentilbändern der einzelnen Inhaltsbereiche der Mathematikkompetenz



Betrachtet man alle vier Inhaltsbereiche im internationalen Vergleich, so zeigt sich dieselbe Aufteilung der Staaten wie bereits für die Gesamtskala. Die Spitze der Partnerstaaten bilden Singapur und die ostasiatischen Staaten beziehungsweise Ökonomien Hongkong, Chinesisch Taipeh, Macau, gefolgt von der Spitze der OECD-Mitglieder Japan, Korea, Estland, Schweiz. Am unteren Ende der Verteilungen finden sich auch für die Teilkompetenzen lateinamerikanische Staaten, das sind die OECD-Staaten Kolumbien, Costa Rica, Mexiko und die Partnerstaaten Guatemala, El Salvador, Dominikanische Republik (s. Abbildung 3.4web bis 3.11web). Es lassen sich zwischen den Teilkompetenzen keine bedeutsamen Unterschiede in der Zusammensetzung der Staatenreihenfolge finden.

3.5 Vertiefende Analysen der mathematischen Kompetenz in Deutschland

Die im Rahmen der PISA erhobenen Daten sind für Fünfzehnjährige in Deutschland repräsentativ. Daher ist es sinnvoll, die im internationalen Vergleich berichteten statistischen Kennwerte – Mittelwert, Standardabweichung, Perzentile und Kompetenzstufen – auch im Hinblick auf national bedeutsame Subgruppen zu analysieren. Hier sollen die Unterschiede zwischen Schüler*innen verschiedener Schularten sowie noch einmal die Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen betrachtet werden. Im finalen Abschnitt dieses Ergebnisteils soll auf die Entwicklung der mathematischen Kompetenz eingegangen werden.

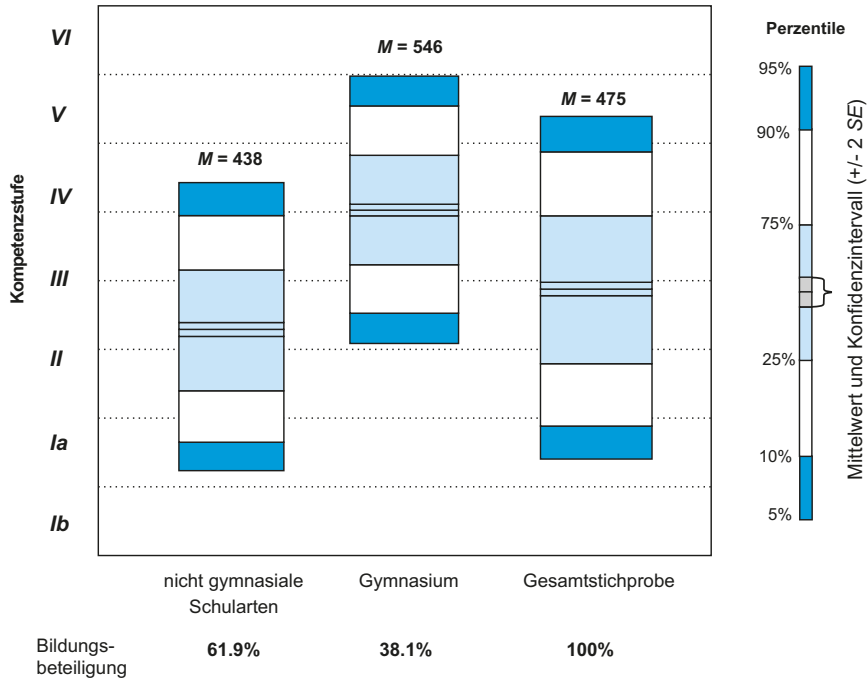
3.5.1 Unterschiede zwischen Schularten

Die Fünfzehnjährigen, die an der PISA-Studie 2022 teilgenommen haben, besuchten 18 verschiedenen Schularten. Wie im ersten Kapitel erläutert, wird für die Schulartvergleiche nur in Gymnasien und nicht gymnasiale Schularten unterschieden. Insgesamt liegen Daten von 5 368 Fünfzehnjährigen vor, von denen 2 273 (38.1 %) ein Gymnasium und 3 590 (61.9 %) eine nicht gymnasiale Schulart besuchten.

3.5.1.1 Mittelwerte und Perzentile

Abbildung 3.6 fasst die Streuungsmaße, also Perzentilbänder und Kompetenzstufen, getrennt für die Schularten zusammen. Schüler*innen an Gymnasien ($M = 546$) erzielen im Schnitt 108 Punkte mehr als Schüler*innen an nicht gymnasialen Schularten ($M = 438$). Die beiden Gruppen unterscheiden sich somit um mehr als eine Standardabweichung beziehungsweise knapp zwei Kompetenzstufen voneinander. Dass die

Abbildung 3.6: Perzentilbänder für die Mathematikkompetenz für die Gesamtstichprobe und nach Schulart in Deutschland

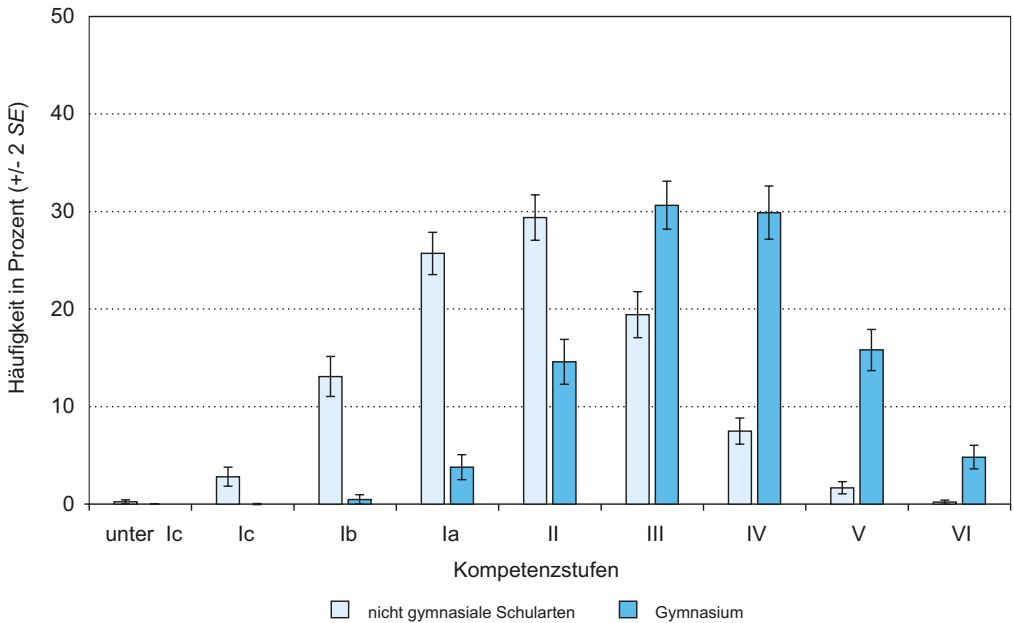


mathematische Kompetenz an nicht gymnasialen Schularten ($SD = 79$) eine höhere Standardabweichung aufweist als an Gymnasien ($SD = 73$), lässt sich mit der Diversität der in dieser Kategorie zusammengefassten Schulformen erklären. Gleichermäßen wenig überraschend ist die Spannweite an Kompetenzstufen, welche von beiden Schulartkategorien abgedeckt wird. Betrachtet man die Perzentile und damit die „mittleren 90 Prozent“ der Schüler*innen, so geht sie bei den Gymnasien von Kompetenzstufe II (mit einem Mittelwert von 426 Punkten) bis Kompetenzstufe VI (668 Punkte), bei den nicht gymnasialen Schularten von Kompetenzstufe Ib (310 Punkte) bis Kompetenzstufe IV (571 Punkte).

3.5.1.2 Kompetenzstufen

An nicht gymnasialen Schularten verfügen 42 Prozent der Schüler*innen nicht über grundlegende Kompetenzen und bleiben unterhalb der Kompetenzstufe II (Abbildung 3.7). An Gymnasien sind 4 Prozent der Fünfzehnjährigen dieser Gruppe der Leistungsschwachen zuzuordnen. Da der Wert unter 5 Prozent liegt, wird er in den Perzentilbändern nicht abgebildet. Am anderen Ende der Verteilung erreichen oder übertreffen an nicht gymnasialen Schularten knapp 2 Prozent die Kompetenzstufe V (ebenfalls in Abbildung 3.7 nicht zu sehen), während es an Gymnasien 21 Prozent sind.

Abbildung 3.7: Prozentuale Anteile der Fünfzehnjährigen auf den Stufen der Mathematikkompetenz nach Schulart in Deutschland



3.5.1.3 Mittelwerte der Teilskalen

Die in PISA 2022 verwendeten Aufgaben werden nicht nur unterschiedlichen Inhaltsbereichen zugeordnet, sie fokussieren auch unterschiedliche Prozesse. Schlüsselte man danach auf (Tabelle 3.2), so sieht man zwischen den Schüler*innen an Gymnasien und nicht gymnasialen Schulen signifikante Unterschiede in allen Inhaltsbereichen und Prozessen. Besonders groß sind diese im Inhaltsbereich *Veränderungen und Zusammenhänge* (114 Punkte) sowie dem Prozess *Formulieren* (116 Punkte), in beiden Fällen liegen fast zwei Kompetenzstufen zwischen Schüler*innen an Gymnasien und an nicht gymnasialen Schularten.

3.5.2 Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen

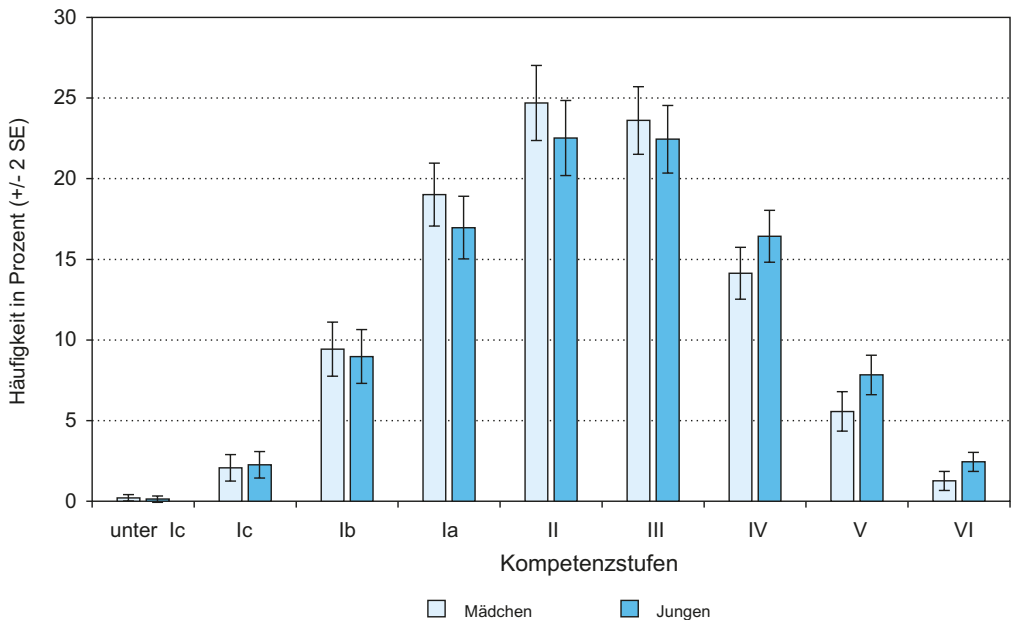
Mit 11 Punkten Unterschied auf der Gesamtskala liegt Deutschland international auf Platz 12 der Geschlechterunterschiede (s. Abschnitt 3.4.2). Aufgeschlüsselt nach Kompetenzstufen zeigt sich ein höherer Anteil an Mädchen auf allen Kompetenzstufen bis inklusive Stufe III (in Summe 79% zu 73%), der allerdings nicht signifikant ist (Abbildung 3.8). Umgekehrt erreichen signifikant mehr Jungen als Mädchen die Kompetenzstufen IV bis VI (in Summe 21% zu 27%). Es sind mit 10 Prozent signifikant mehr Jungen leistungsstark in Mathematik (Mädchen 7%). Der Befund der *Greater Male*

Tabelle 3.2: Mittelwerte und Streuungen der Teilskalen der Mathematikkompetenz nach Schulart in Deutschland

	Nicht gymnasiale Schularten			Gymnasium			Mädchen			Jungen		
	M	(SE)	SD	M	(SE)	SD	M	(SE)	SD	M	(SE)	SD
Inhaltsbereiche												
Veränderungen und Zusammenhänge	431	(3.6)	89	545	(3.3)	83	464	(3.2)	101	474	(4.3)	109
Größen	439	(3.2)	85	550	(3.0)	79	470	(3.2)	96	483	(3.8)	103
Raum und Form	441	(3.7)	85	539	(3.7)	82	468	(3.6)	94	479	(4.0)	101
Unsicherheit und Daten	436	(3.6)	86	549	(3.2)	80	470	(3.3)	96	480	(4.1)	104
Prozesse												
Anwenden	440	(3.3)	85	550	(2.9)	79	471	(3.3)	96	483	(3.9)	103
Formulieren	429	(3.4)	90	545	(3.6)	87	461	(3.5)	102	477	(4.3)	109
Interpretieren und Bewerten	439	(3.5)	84	545	(3.5)	77	471	(3.3)	94	479	(3.9)	101
Reasoning	437	(3.5)	86	545	(3.6)	78	467	(3.4)	97	478	(3.9)	103
Gesamtskala	438	(3.1)	79	546	(2.6)	73	469	(3.0)	91	480	(3.7)	98

Anmerkung: Alle Teilskalen der Mathematikkompetenz sind zwischen den Schularten signifikant ($p < .05$). Es wird in keiner einzigen Teilskala der Mathematikkompetenz zwischen Mädchen und Jungen ein signifikanter Unterschied gemessen.

Abbildung 3.8: Prozentuale Anteile auf den Stufen der Mathematikkompetenz nach Geschlecht in Deutschland



Variability (Arden & Plomin, 2006), dass das männliche Geschlecht an beiden Enden der Verteilung überrepräsentiert ist, lässt sich hier also nicht bestätigen.

Ebenfalls durchgängig signifikant sind die Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen hinsichtlich der Inhaltsbereiche und Prozesse. Die größten Leistungsunterschiede finden sich mit 13 Punkten im Bereich *Größen* sowie mit 15 Punkten beim Prozess *Formulieren*, die geringsten Unterschiede finden sich mit 10 Punkten im Inhaltsbereich *Veränderungen und Zusammenhänge* (Tabelle 3.2).

3.5.3 Entwicklung der mathematischen Kompetenz seit PISA 2003

Mathematik war nach 2003 und 2012 in PISA 2022 zum dritten Mal Hauptdomäne, sodass die Beschreibung der Ausprägung von Kompetenzen gerade im Vergleich dieser Runden aussagekräftig ist. Zudem gibt die kurzfristige Entwicklung seit der letzten PISA-Studie 2018 einen weiteren – wenn auch weniger belastbaren – Hinweis auf den Trend. Aus diesem Grund wird die Entwicklung der mathematischen Kompetenz mit Fokus auf diese drei Erhebungsrunden nachgezeichnet.

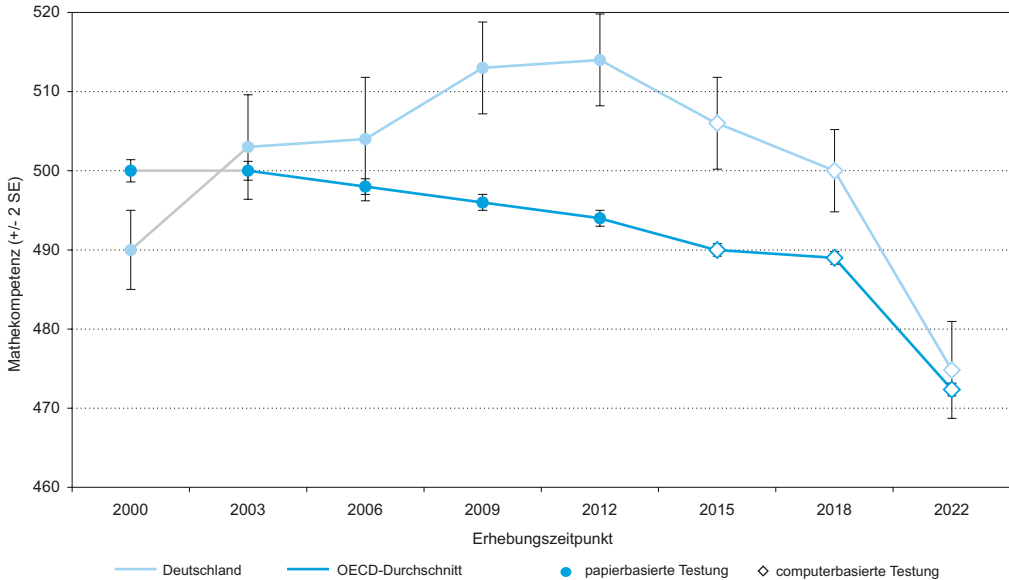
3.5.3.1 Entwicklung der Gesamtskala der mathematischen Kompetenz in Deutschland

Die mathematische Kompetenz der Fünfzehnjährigen in Deutschland liegt in PISA 2022 mit 17 Punkten signifikant unter jener aus PISA 2003 (Abbildung 3.9). Nachdem Schüler*innen in Deutschland in 2012 mehr Punkte als der OECD-Durchschnitt erreichten, fällt der Abwärtstrend in Deutschland im Vergleich zum OECD-Durchschnitt seit dieser Erhebung signifikant stärker aus. Besonders ausgeprägt ist die Abnahme von 2018 bis 2022: Der Durchschnitt der OECD-Staaten sank von 489 auf 472 Punkte, jener in Deutschland von 500 auf 475 Punkte.

3.5.3.2 Entwicklung der mathematischen Kompetenz in den OECD-Staaten

Betrachtet man die Entwicklung der mathematischen Kompetenz in den anderen OECD-Staaten, dann zeigt sich ein gemischtes Bild. So fällt etwa die deutliche Differenz von über einer halben Standardabweichung auf, die Finnland (-60 Punkte) und Island (-56 Punkte) im Vergleich zu PISA 2003 zeigen (Abbildung 3.10). Als eine positive Entwicklung erkennt man, dass Fünfzehnjährige in der Türkei (+30 Punkte) seit PISA 2003 deutlich aufholen konnten, wenn sie auch von einem niedrigen Niveau gestartet sind. Zwei Staaten erreichen 2022 mehr Punkte als in 2018, also vor der Corona-Pandemie. Dieser Unterschied ist jedoch sowohl in Japan (+9 Punkte) als auch in Korea

Abbildung 3.9: Veränderung der mittleren Mathematikkompetenz von 2000 bis 2022 in Deutschland



(+1 Punkt) nicht signifikant. Die deutlichsten Abnahmen über die Zeit der Corona-Pandemie haben Island (-36 Punkte), Norwegen (-33 Punkte) und Polen (-27 Punkte) zu verzeichnen.

3.5.3.3 Entwicklung der Anteile leistungsstarker und leistungsschwacher Fünfzehnjähriger in den OECD-Staaten

Eine Zunahme des Mittelwerts in einem Staat kann mehrere Ursachen haben: Entweder alle Schüler*innen sind etwas besser geworden, die Leistungsstärksten sind sehr viel besser geworden, die Leistungsschwächsten sind weniger leistungsschwach oder es ist eine Mischung aus alledem. Um diese Veränderungen konkreter zu beschreiben, soll im Folgenden auf die Entwicklung der Leistungsschwachen sowie Leistungsstarken in den OECD-Staaten eingegangen werden (Abbildung 3.11). Nimmt man die letzte Erhebungsrunde (PISA 2018) als Referenzpunkt, so zeigt sich in der überwiegenden Mehrheit der Staaten eine Zunahme des Anteils der Schüler*innen unter Kompetenzstufe II (Leistungsschwache). Eine signifikante Erhöhung des Anteils der Leistungsstarken ist nur in Japan (+5%) zu verzeichnen. Die drei Staaten mit dem deutlichsten Absinken des Mittelwerts verzeichneten unter den OECD-Staaten auch die größte Abnahme des Anteils Leistungsstarker, wobei dies in Polen eher einer Regression zur Mitte entspricht (-6% Leistungsstarke, +8% Leistungsschwache).

Abbildung 3.10: Mittelwerte der Mathematikkompetenz in PISA 2018, 2012 und 2003 in den OECD-Staaten

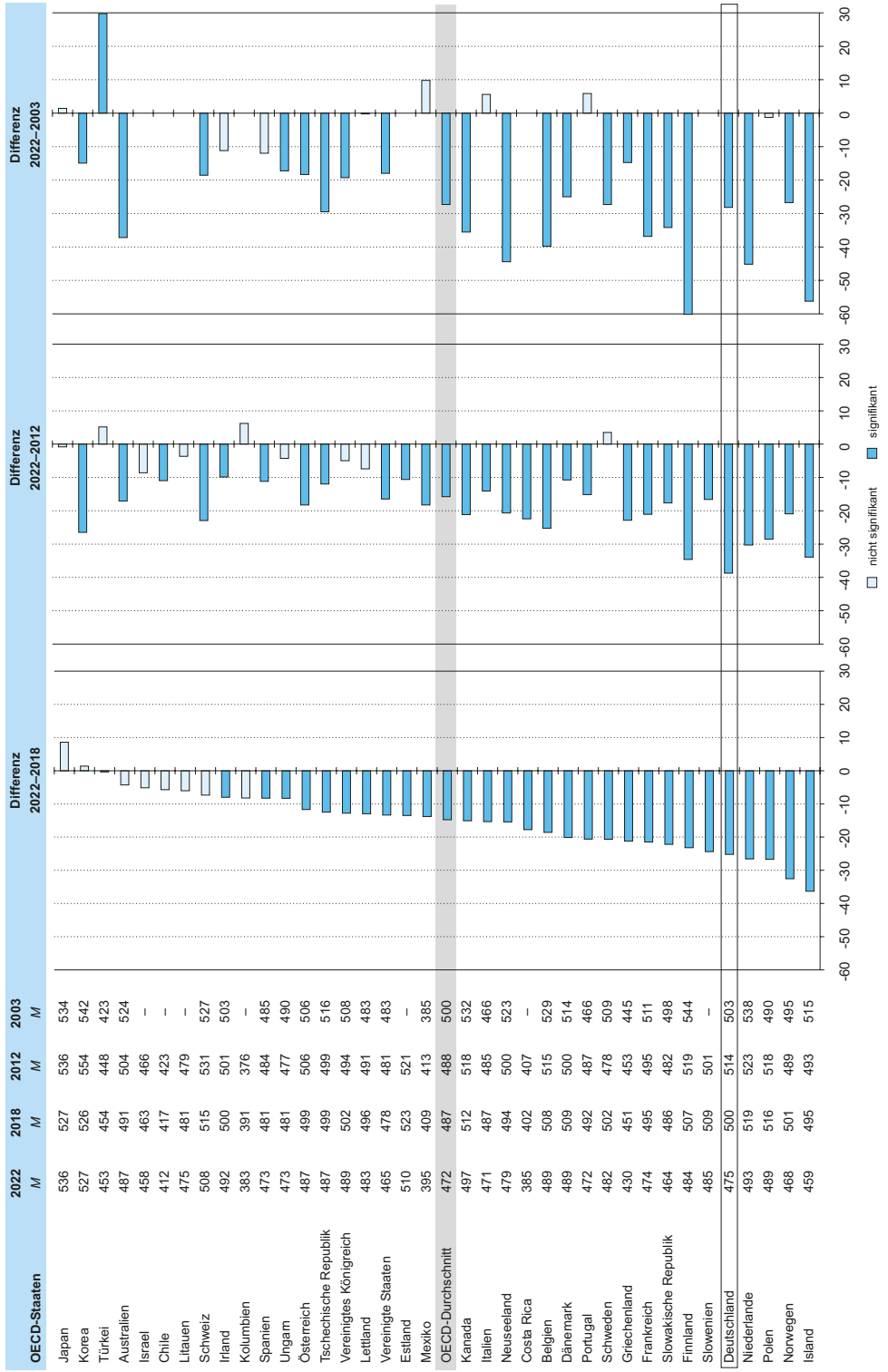
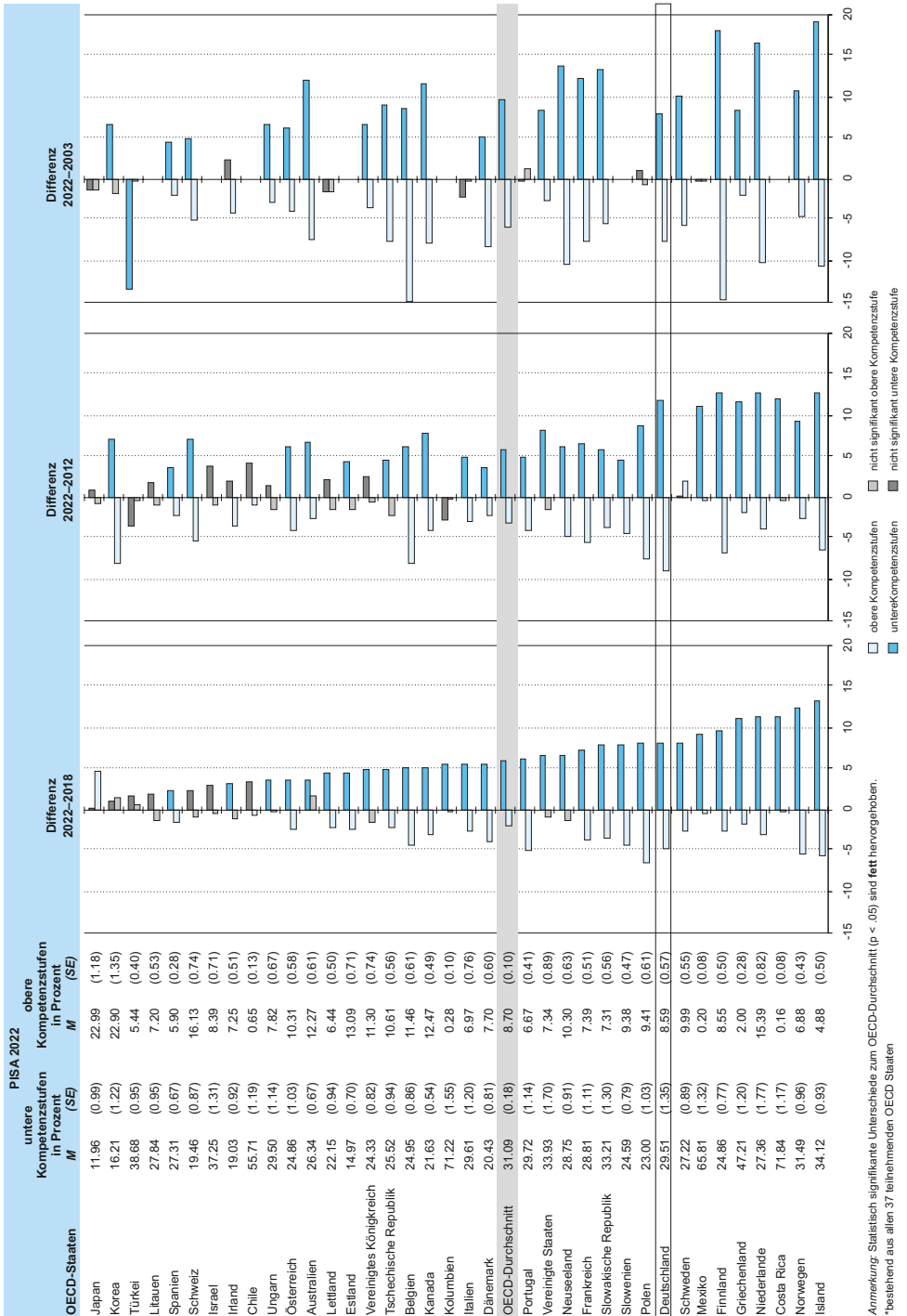


Abbildung 3.11: Entwicklung untere und obere Kompetenzstufen von in den Jahren 2003, 2012 und 2022



Zieht man den Vergleich zur letzten Erhebungsrunde, in der Mathematik Hauptdomäne war (PISA 2012), so haben unter anderem Japan, Kolumbien, Schweden und die Türkei keine signifikante Veränderung im Anteil der Schüler*innen unter Kompetenzstufe II zu verzeichnen. Jeweils 13 Prozent hat der Anteil der Leistungsschwachen in Finnland, Niederlande und Island in den letzten 10 Jahren zugenommen. Am meisten Leistungsstarke hat in diesem Zeitraum Deutschland verloren. Wie schon im Vergleich von 2022 zu 2018 zeigt sich auch im 10-Jahres-Vergleich in Polen eine vergleichbar hohe Abnahme Leistungsstarker wie Zunahme Leistungsschwacher (-7% Leistungsstarke, +9% Leistungsschwache).

Abschließend sei noch die Entwicklung der Anteile Fünfzehnjähriger mit niedriger beziehungsweise hoher Kompetenz seit 2003 beschrieben. Über diesen langen Zeitraum zeigte sich nur in Italien, Japan, Lettland, Mexiko, Polen und Portugal keine Veränderung in beiden Gruppen; der Türkei gelang es sogar den Anteil Leistungsschwacher bedeutsam zu senken (-14%). Mit fast parallelen Verschiebungen der Anteile Leistungsstarker und Leistungsschwacher haben Finnland (+18%; -15%), Island (+19%; -11%) und die Niederlande (+16%; -10%) den deutlichsten negativen Trend zu verzeichnen.

Abschließend sei die Entwicklung in Deutschland noch genauer betrachtet (Abbildung 3.12). Von 2003 zu 2012 zeigte sich ein beiderseits guter Verlauf: Es nahm sowohl der Anteil der Schüler*innen unter Kompetenzstufe II ab als auch der Anteil der Jugendlichen auf oder über Kompetenzstufe V zu. Der Rückgang der mittleren mathematischen Kompetenz in Deutschland in den letzten 10 Jahren (s. Abbildung 3.9) ist seitdem aber durch unerfreuliche Entwicklungen in beiden Gruppen zu erklären. Wobei die Abnahme des Anteils Leistungsstarker (2018–2012: -4%; 2022–2018: -5%) geringer ist als die Zunahme des Anteils Leistungsschwacher (2018–2012: +3%; 2022–2018: +8%).

3.5.3.4 Entwicklung der mathematischen Kompetenz in den Schularten und getrennt nach Geschlecht

Die Abnahme der mathematischen Kompetenz in Deutschland betrifft alle Schularten. Mit über einer halben Standardabweichung (-58 Punkte) im Vergleich zu 2003 und etwa einer viertel Standardabweichung (-27 Punkte) im Vergleich zu 2018 sank die mittlere mathematische Kompetenz in den nicht gymnasialen Schularten deutlich (Abbildung 3.13). Seit Mathematik im Jahr 2012 das letzte Mal Hauptdomäne war, nahmen die Kompetenzen an den Gymnasien allerdings stärker ab.

Das Verhältnis von Leistungsschwachen zu Leistungsstarken ist seit 2003 deutlich ungünstiger geworden. Gab es in der Erhebungsrunde 2003, als Mathematik ebenfalls Hauptdomäne war, nur 0.5 Prozent leistungsschwache Fünfzehnjährige an den Gymnasien, waren es in PISA 2022 bereits 4.3 Prozent. Im gleichen Zeitraum sind die leistungsschwachen Schüler*innen an nicht gymnasialen Schularten von 17 Prozent auf 42 Prozent gestiegen. Zeitgleich halbierte sich der Anteil der Schüler*innen auf Kompe-

Abbildung 3.12: Veränderung der unteren und oberen Mathematikkompetenz in den Jahren 2003, 2012, 2018 und 2022 in Deutschland

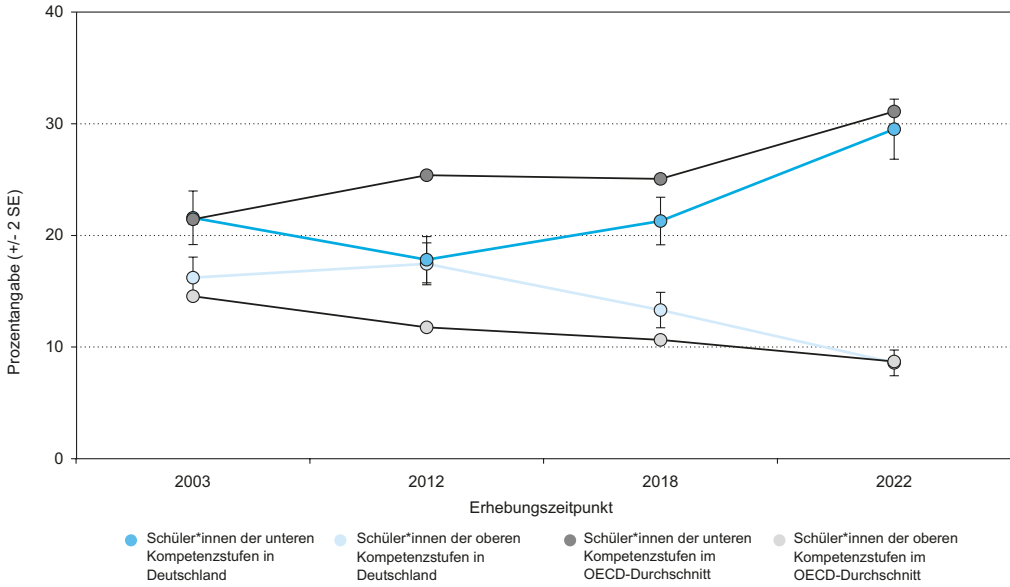
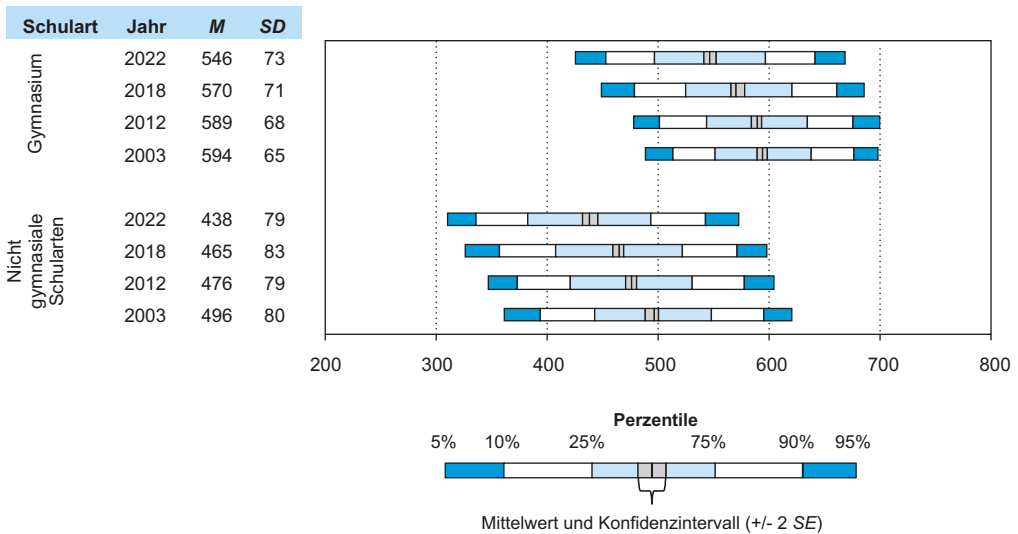


Abbildung 3.13: Mittelwerte, Streuungen und Perzentilbänder der Gesamtskala Mathematikkompetenz bei PISA 2022, 2018, 2012 und 2003



tenzstufe V oder darüber am Gymnasium von 42 Prozent auf 21 Prozent, während er an nicht gymnasialen Schularten von 8 Prozent auf 2 Prozent sank.

Die geringeren Kompetenzen von Schüler*innen in Deutschland betreffen Jungen und Mädchen gleichermaßen. Es gab keine signifikante Veränderung in der Differenz zwischen Mädchen und Jungen.

3.6 Zusammenfassung und Diskussion

Die Mathematik ist eine zentrale Grundlage für eine gesellschaftliche Teilhabe im 21. Jahrhundert, das durch die fortschreitende Digitalisierung geprägt ist. Nicht nur vor diesem Hintergrund sind die in PISA 2022 erreichten Resultate unbefriedigend. Nachdem Deutschland zwischenzeitlich Ergebnisse signifikant über dem Durchschnitt der OECD zeigte, liegt das Kompetenzniveau in der Mathematik nun unter dem Niveau des Jahres 2003. Die Kompetenzen der Fünfzehnjährigen in Deutschland liegen zwar im Durchschnitt der OECD, dieser wird allerdings von vielen asiatischen Staaten klar übertroffen. Auch Nachbarstaaten mit vergleichbaren sozialen und kulturellen Bedingungen wie die Schweiz, die Niederlande, Belgien, Dänemark, Polen oder Österreich erreichen in ihren Schulen signifikant bessere Leistungen. PISA 2022 bestätigt damit die mittelmäßigen Ergebnisse im Fach Mathematik, die in der Grundschulstudie TIMSS 2019 gezeigt wurden. Ein negativer Trend – so wie nun in PISA – zeichnete sich gerade in internationalen Vergleichsstudien in TIMSS 2019 für die Naturwissenschaften (Schwippert et al., 2020) und in IGLU 2021 für die Lesekompetenz ab (McElvany et al., 2023). Der negative Trend von 2018 zu 2022 zeigt sich dabei als Fortführung der Entwicklung von 2012 zu 2018, sodass die Auswirkungen der Maßnahmen zur Bekämpfung der Corona-Pandemie nur einen Faktor darstellen können – eine genauere Betrachtung dessen findet sich in Kapitel 10.

Besonders deutlich ist bei PISA der Unterschied zwischen den Ergebnissen der Jahre 2012 und 2022, in denen Mathematik jeweils Hauptdomäne war. In der OECD insgesamt wurden auf der Gesamtskala in PISA 2022 knapp 16 Punkte weniger als 2012 erreicht, in Deutschland sind es fast 39 Punkte weniger, im Vergleich also mehr als das Doppelte. Betrachtet man die Ergebnisse im Hinblick auf die Kompetenzstufen, dann sind knapp 30 Prozent der Schüler*innen unterhalb von Kompetenzstufe II, weniger als 9 Prozent hingegen auf einer der oberen Kompetenzstufen V und VI zu finden. Beide Werte haben sich seit 2012 deutlich verschlechtert, damals gab es knapp 18 Prozent besonders leistungsschwache und gut 17 Prozent besonders leistungsstarke Fünfzehnjährige. Auch hier können andere – durchaus auch in ihren Bildungssystemen vergleichbare europäische – Staaten weitaus weniger besorgniserregende Zahlen vorweisen. Bemerkenswert ist dabei auch, dass die Gymnasien nicht von dieser Entwicklung ausgenommen sind: Der Mittelwert von 546 Punkten ist in PISA 2022 deutlich niedriger als bei PISA 2012 mit 589 Punkten – und lag auch vor nur vier Jahren in PISA 2018 bei weit-

aus höheren 570 Punkten. Der negative Trend in Deutschland setzt sich damit auch am Gymnasium fort.

Sicherlich ist der Rangplatz von Deutschland im internationalen Leistungsvergleich nicht das allein entscheidende Merkmal, handelt es sich ja hier um einen mittleren Wert. Aber er ist ein Indiz für den Stand des Bildungssystems. Schaut man genauer auf die Daten, dann ist insbesondere alarmierend, dass seit 2012 sowohl der Anteil sehr leistungsschwacher Schüler*innen signifikant gestiegen ist als auch die Spitzengruppe sehr viel kleiner geworden ist. So werden die deutlich unter den Mindestanforderungen (etwa der Bildungsstandards; vgl. Stanat et al., 2019) liegende Kompetenzstufe II von einem knappen Drittel nicht erreicht, was bedeutet, dass eine sehr große Zahl von Fünfzehnjährigen nicht ausreichend auf die nächsten Schritte ihres Bildungswegs vorbereitet ist und mit hoher Wahrscheinlichkeit weder den mathematischen Anforderungen weiterführender Schulen noch denen der beruflichen Ausbildung gewachsen sein wird. Diese Jugendlichen sind nicht in der Lage, einfache Aufgaben zu lösen, für die mathematisches Routinewissen und der schlichte Transfer von Gelerntem ausreichend ist. Demgegenüber steht in PISA 2022 nur weniger als ein Zehntel der Schüler*innen – im Jahr 2012 waren es noch 17 Prozent –, die in der Lage sind, komplexe Fragestellungen zu bearbeiten, die eigene Überlegungen zu den Lösungswegen und den flexiblen Umgang mit mathematischen Arbeitsweisen und -mitteln erfordern. Beide Leistungsgruppen sind von besonderem Interesse, verdeutlichen sie doch, dass sich sowohl an der Spitze als auch am unteren Rand des Leistungsspektrums negative Trends manifestieren. Fraglos zeigt sich hier ein ernstes gesellschaftliches Problem.

PISA erhebt Daten zu einem einzelnen Messzeitpunkt und kann daher nur den aktuellen Sachstand aufzeigen. Die Anlage der Studie erlaubt es nicht, Ursachen zu identifizieren. Allerdings kann man zumindest eine Randbedingung als wenig plausibel für die schlechten Ergebnisse ansehen, und das sind die inhaltlichen Anpassungen durch die neue Rahmenkonzeption der Studie. Im Rahmen von PISA 2022 wurde – wie üblich für die jeweilige Hauptdomäne – eine neue Rahmenkonzeption entwickelt, die Grundlage der neuen Aufgabenstellungen war. Die neuen Aufgaben machen zwar etwa zwei Drittel des gesamten Tests aus, doch die Anforderungen für ihre Lösung finden sich überwiegend auch in deutschen Lehrplänen und Bildungsstandards. In dieser Rahmenkonzeption wird das mathematische Argumentieren besonders betont und die Bewertung mathemathaltiger (Alltags-)Situationen bekommt einen höheren Stellenwert. Mathematisches Wissen ist eine Form des Wissens, die keine Autoritäten braucht, sondern bei der man sich – korrekte Argumentation vorausgesetzt – auf sich selbst verlassen kann (OECD, 2023). Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem Problemlösen außerhalb und innerhalb der Mathematik, also in lebensnahen Anwendungssituationen genauso wie im Umgang mit Mathematik ohne direkten Lebensweltbezug. Insbesondere die innermathematischen Aufgaben galten immer eher als Stärke von Schüler*innen in Deutschland (Blum et al., 2004). Auf der inhaltlichen Ebene wird diese Umstellung etwa bei Aufgaben im Bereich der Stochastik sichtbar. Es geht nicht nur darum, richtige oder falsche Lösungen zu erkennen, sondern auch zu sehen, dass unterschiedliche Bedingun-

gen zu unterschiedlichen Bewertungen und Lösungen führen können. Gerade in Bezug auf die Stochastik hatte PISA 2003 – auch da war Mathematik die Hauptdomäne – deutliche Unterschiede und PISA 2012 noch leichte Unterschiede zugunsten eher „klassischer“ Aufgabenstellungen aus Algebra und Geometrie gezeigt. Bei PISA 2022 liegen alle Inhaltsbereiche gleichauf, der Unterricht betont offensichtlich nicht mehr ausschließlich die Bereiche Größen, Veränderungen und Zusammenhänge, Raum und Form, sondern stellt Unsicherheit und Daten gleichberechtigt daneben, so wie es ja auch in den Bildungsstandards (z. B. KMK, 2022) und daraus abgeleitet den Lehrplänen vorgesehen ist.

Die mathematikbezogenen Emotionen, Motivationen, Einstellungen und das Verhalten der Jugendlichen geben interessante Hinweise zum Beispiel zu den Kompetenzunterschieden zwischen Mädchen und Jungen (s. Kapitel 4). Schüler*innen in Deutschland haben eher keine Angst vor dem Fach, rund ein Drittel benennt Mathematik als eines der Lieblingsfächer und knapp die Hälfte gibt an, dass Mathematik ihnen leichtfällt. Allerdings zeigen sie auch bedeutsame Diskrepanzen auf: So berichten Fünfzehnjährige in Deutschland eine Selbstwirksamkeitserwartung, welche signifikant über dem Durchschnitt der OECD-Staaten liegt und somit von der tatsächlichen Leistung abweicht. Näheres hierzu findet sich im folgenden Kapitel.

PISA 2022 zeigt, dass die Anstrengungen im Anschluss an die erste PISA-Erhebung nicht nachhaltig wirken konnten. Zu viele Jugendliche wurden und werden in ihrer schulischen Entwicklung nicht hinreichend unterstützt; das gilt für leistungsschwache genauso wie für leistungsstarke Schüler*innen und beginnt schon in den ersten Bildungseinrichtungen. Fraglos kann es sich eine Industriegesellschaft nicht leisten, dass ein knappes Drittel der Jugendlichen Basiskompetenzen nicht erreicht. Die Expertise einer Gruppe um Eckhard Klieme empfahl bereits im Jahr 2003 die Festlegung von Mindeststandards, insbesondere um Leistungsschwache nicht zurückzulassen (Klieme et al., 2003, S. 27). Konkrete Vorschläge zur Umsetzung wurden für die Mathematik bereits entwickelt, aber bisher nicht implementiert (Druke-Noe, 2011; Friedrich-Ebert-Stiftung, 2023). Diese Jugendlichen benötigen eine klare Unterstützung, um für das Fach im schulischen Alltag motiviert zu sein. Doch auch die Gruppe der leistungsstarken Schüler*innen braucht offensichtlich mehr Aufmerksamkeit und gezielte Förderung.

Die Ergebnisse von PISA 2022 sollten – ähnlich wie die der ersten PISA-Studie 2000 – zu einer intensiven Diskussion auf Ebene des Bildungssystems führen. Es gilt, mögliche Ursachen des Leistungsabfalls zu identifizieren, Konsequenzen zu diskutieren und dabei insbesondere die empirische Bildungsforschung einzubeziehen. Die Einführung von Bildungsstandards in Deutschland war ein guter und notwendiger Schritt, um zu klar definierten und einheitlichen Anforderungen im Mathematikunterricht zu kommen. Es ist geboten, diesen Weg konsequent weiterzugehen und sicherlich auch neue Aspekte hineinzubringen. Die Förderung Leistungsstarker könnte genauso wie die Ausweisung von Mindeststandards ein wirksamer nächster Schritt sein. Der Blick in einige Nachbarstaaten sollte dabei hilfreich sein. Bildung eröffnet Lebenschancen, sie ist der vielversprechendste Weg zu einer umfassenden gesellschaftlichen Teilhabe. Entsprechend gilt es, ausreichend Bildungsangebote bereitzustellen und ihre Nutzung sicherzustellen.

Literatur

- Arden, R., & Plomin, R. (2006). Sex differences in variance of intelligence across childhood. *Personality and Individual Differences*, 41, 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2005.11.027>
- Blum, W., Neubrand, M., Ehmke, T., Senkbeil, M., Jordan, A., Ulfig, F., & Carstensen, C. H. (2004). Mathematische Kompetenz. In M. Prenzel, J. Baumert, W. Blum, R. Lehmann, D. Leutner, M. Neubrand, R. Pekrun, H.-G. Rolff, J. Rost, & U. Schiefele (Hrsg.), *PISA 2003. Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland – Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs* (S. 47–92). Waxmann.
- Druke-Noe, C., Möller, G., Pallack, A., Schmidt, S., Schmidt, U., Sommer, N., & Wynands, A. (2011). *Basiskompetenzen Mathematik*. Berlin: Cornelsen.
- Frey, A., Asseburg, R., Carstensen, C. H., Ehmke, T., & Blum, W. (2007). Mathematische Kompetenz. In M. Prenzel, C. Artelt, J. Baumert, W. Blum, M. Hammann, E. Klieme, & R. Pekrun (Hrsg.), *PISA 2006. Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie* (S. 249–276). Waxmann.
- Frey, A., Heinze, A., Mildner, D., Hochweber, J., & Asseburg, R. (2010). Mathematische Kompetenz von PISA 2003 bis PISA 2009. In E. Klieme, C. Artelt, J. Hartig, N. Jude, O. Köller, M. Prenzel, W. Schneider & P. Stanat (Hrsg.), *PISA 2009. Bilanz nach einem Jahrzehnt* (S. 153–176). Waxmann.
- Friedrich-Ebert-Stiftung (Hrsg.) (2023). *Mindeststandards im Fach Mathematik. Ein Plädoyer für ihre Definition und ein Vorschlag für die Umsetzung*. Berlin: Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Hammer, S., Reiss, K., Lehner, M. C., Heine, J.-H., Sälzer, C., & Heinze, A. (2016). Mathematische Kompetenz in PISA 2015: Ergebnisse, Veränderungen und Perspektiven. In K. Reiss, C. Sälzer, A. Schiepe-Tiska, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2015: Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 219–248). Waxmann.
- Heymann, H. W. (1996). *Allgemeinbildung und Mathematik*. Beltz.
- Klafki, W. (2007). *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik* (6. Aufl.). Beltz.
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., Reiss, K., Riquarts, K., Rost, J., Tenorth, H.-E., & Vollmer, H. J. (2003). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise*. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).
- Klieme, E., Neubrand, M., & Lüdtke, O. (2001). Mathematische Grundbildung: Testkonzeption und Ergebnisse. In J. Baumert, E. Klieme, M. Neubrand, M. Prenzel, U. Schiefele, W. Schneider, P. Stanat, K.-J. Tillmann, & M. Weiß (Hrsg.), *PISA 2000* (S. 139–190). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-322-83412-6_5
- KMK, (2010). *Förderstrategie für leistungsschwächere Schülerinnen und Schüler*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 04.03.2010. Verfügbar unter https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2010/2010_03_04-Foerderstrategie-Leistungsschwachere.pdf
- KMK. (2015a). *Förderstrategie für leistungsstarke Schülerinnen und Schüler*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 11.06.2015. Verfügbar unter https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/350-KMK-TOP-011-Fu-Leistungsstarke_-_neu.pdf
- KMK. (2015b). *Gesamtstrategie der Kultusministerkonferenz zum Bildungsmonitoring*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2015/2015_06_11-Gesamtstrategie-Bildungsmonitoring.pdf
- KMK. (2022). *Bildungsstandards für das Fach Mathematik. Erster Schulabschluss (ESA) und Mittlerer Schulabschluss (MSA)*. Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland.

- McElvany, N., Lorenz, R., Frey, A., Goldhammer, F., Schilcher, A., & Stubbe, T. C. (Hrsg.) (2023). *IGLU 2021. Lesekompetenz von Grundschulkindern im internationalen Vergleich und im Trend über 20 Jahre*. Münster: Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830997009>
- OECD. (2003). *The PISA 2003 assessment framework – Mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/19963777>
- OECD. (2013). *PISA 2012. Assessment and Analytical Framework*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264190511-en>
- OECD. (2018). *The future of education and skills: Education 2030. The future we want*. OECD Publishing.
- OECD. (2023). *PISA Mathematics framework 2022*. <https://pisa2022-maths.oecd.org/de/index.html>
- Prenzel, M., Friedrich, A., & Stadler, M. (Hrsg.). (2009). *Von SINUS lernen. Wie Unterrichtsentwicklung gelingt*. Kallmeyer.
- Reinhold, F., Reiss, K., Diedrich, J., Hofer, S. I., & Heinze, A. (2019). Mathematische Kompetenz in PISA 2018 – Aktueller Stand und Entwicklung. In K. Reiss, M. Weis, E. Klieme, & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2018. Grundbildung im internationalen Vergleich* (S. 187–210). Waxmann.
- Reiss, K., Reinhold, F., & Strohmaier, A. (2020). Mathematikdidaktik. In M. Rothgangel, U. Abraham, H. Bayrhuber, V. Frederking, W. Jank, & H. J. Vollmer (Hrsg.), *Lernen im Fach und über das Fach hinaus. Bestandsaufnahmen und Forschungsperspektiven aus 17 Fachdidaktiken im Vergleich* (S. 236–261). Waxmann.
- Sälzer, C., Reiss, K., Schiepe-Tiska, A., Prenzel, M., & Heinze, A. (2013). Zwischen Grundlagenwissen und Anwendungsbezug: Mathematische Kompetenz im internationalen Vergleich. In M. Prenzel, C. Sälzer, E. Klieme, & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2012: Fortschritte und Herausforderungen in Deutschland* (S. 47–98). Waxmann.
- Schiepe-Tiska, A., & Schmidtner, S. (2013). Mathematikbezogene emotionale und motivationale Orientierungen, Einstellungen und Verhaltensweisen von Jugendlichen in PISA 2012. In M. Prenzel, C. Sälzer, E. Klieme, & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2012. Fortschritte und Herausforderungen in Deutschland* (S. 99–122). Waxmann.
- Schwippert K., Kasper D., Köller O., McElvany N., Selter C., Steffensky M., Wendt H. (2020). *Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich*. Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830993193>
- Stanat, P., Schipolowski, S., Mahler, N., Weirich, S., & Henschel, S. (Hrsg.) (2019). *IQB-Bildungstrend 2018: Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I im zweiten Ländervergleich*. Waxmann.
- United Nations. (2015). *A/RES/70/1—Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*.
- Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – Eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen* (S. 17–31). Beltz.
- Winter, H. (1995). Mathematikunterricht und Allgemeinbildung. *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, 61, 37–46.

4 Motivational-emotionale Orientierungen Fünfzehnjähriger bezüglich Mathematik in PISA 2022

Zwischen Anstrengung und Selbstbild

Jennifer Diedrich*, Sabine Patzl*, Sophie Seßler & Frank Reinhold

Im Rahmen der PISA-Studie 2022 werden neben kognitiven Tests auch mathematikbezogene motivational-emotionale Faktoren, Einstellungen und Verhaltensweisen durch Selbsteinschätzung erfasst. Diese spielen eine wichtige Rolle bei der Entwicklung der mathematischen Kompetenz in der Schule. Fünfzehnjährige in Deutschland berichten weniger Ängstlichkeit, eine höhere Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich klassischer Mathematikaufgaben und stimmen häufiger der Aussage zu, dass die mathematische Kompetenz sich nicht durch Lernen verändern lässt als Schüler*innen im OECD-Durchschnitt. Sie halten Mathematikkompetenz sogar für weniger veränderbar als Intelligenz. Gleichzeitig geben sie häufiger an, sich im Unterricht anzustrengen, nehmen aber seltener an außerschulischen Lerngelegenheiten teil. Im Vergleich zu den Jungen, welche im Schnitt eine höhere mathematische Kompetenz aufweisen (s. Kapitel 3), berichten Mädchen eine höhere mathematikbezogene Ängstlichkeit, häufiger negative Gefühle im Mathematikunterricht sowie eine niedrigere Selbstwirksamkeitserwartung in klassischen Mathematikaufgaben. Die Schüler*innen wurden auch gefragt, wie zuversichtlich sie sind, Herausforderungen, wie zum Beispiel dem Umgang mit Streuung in Datensätzen, bewältigen zu können. Allgemein schätzen sich die Fünfzehnjährigen in Deutschland in diesem Bereich weniger kompetent ein als ihre Peers im Durchschnitt der OECD-Staaten, wobei Mädchen niedrigere Selbstwirksamkeitserwartungen als Jungen zeigen. Dies sowie der negative Trend seit 2012 in der Selbstwirksamkeitserwartung in klassischen Aufgaben spricht für eine korrekte Selbsteinschätzung Jugendlicher in Deutschland. Die Freude, das Interesse und die instrumentelle Motivation in Mathematik zeigen zwischen 2003 und 2012 in Deutschland keine Veränderungen, nahmen jedoch in den letzten 10 Jahren signifikant ab, begleitet von einem Anstieg der Ängstlichkeit. Diese Entwicklungen spiegeln sich auch in der Einschätzung der Jugendlichen wider, dass mathematische Kompetenz sich weniger durch Lernen verändern lässt. Aufgrund dieser Erkenntnisse wird ersichtlich, dass weitere Forschung notwendig ist, wie in der Schule wachstumsorientierte Selbstbilder und Motivation vermittelt werden könnten.

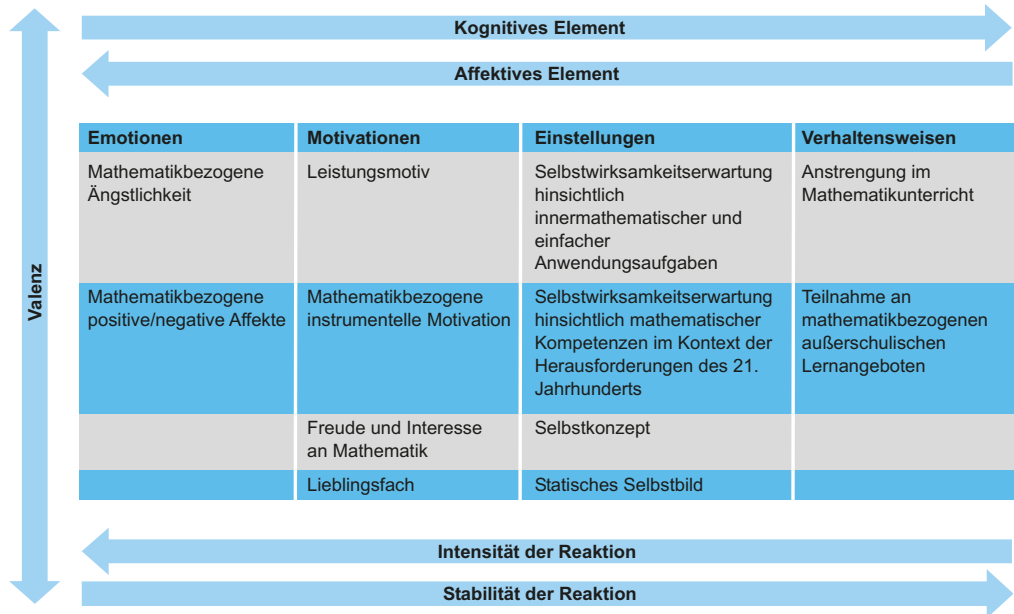
* Geteilte Erstauteurinnenschaft

4.1 Einleitung

In der aktuellen Erhebungsrunde 2022 wurde als Hauptdomäne Mathematik vertieft betrachtet. Die Analysen der Leistungen der Fünfzehnjährigen in Deutschland (s. Kapitel 3) zeigen, dass der überwiegende Anteil der Schüler*innen nur durchschnittliche Kompetenzen entwickelt hat und bedeutsame Anteile der Schüler*innen selbst basale Fertigkeiten nicht erlernt haben. Um diese Ergebnisse angemessen zu interpretieren, müssen die schulischen und individuellen Rahmenbedingungen und Merkmale (also der Kontext) betrachtet werden, unter denen das Lernen stattfindet. In PISA wird der Kontext des Lernens und Lehrens über Fragebögen erhoben. Diese erfassen unter anderem domänenübergreifende Faktoren des sozialen Hintergrunds (Schüler*innen- sowie Elternfragebogen; s. Kapitel 7), den Mathematikunterricht (Schüler*innen- sowie Lehrkräftefragebogen, s. Kapitel 8) sowie schulische Rahmenbedingungen, wie Ausstattung und Nutzung digitaler Medien (Schulleitungsfragebogen, s. Kapitel 9). Neben diesen Aspekten gilt es domänenspezifische Merkmale und Einstellungen der Schüler*innen zu berücksichtigen (Schüler*innenfragebogen). Dies geschieht im vorliegenden Kapitel. In der aktuellen Erhebungsrunde wurden die Emotionen (u. a. mathematikbezogene Ängstlichkeit), Motivationen/Interesse (u. a. mathematikbezogene instrumentelle Motivation), Einstellungen (u. a. mathematikbezogene Selbstwirksamkeitserwartung) sowie relevante Verhaltensweisen erhoben (u. a. mathematikbezogene Anstrengung; OECD, 2023, und nationale Ergänzungen). Sowohl in PISA 2012, als Mathematik das letzte Mal Hauptdomäne war, als auch in der ebenfalls internationalen TIMS-Studie zeigten Ängstlichkeit, Selbstkonzept und Selbstwirksamkeitserwartungen hohe Zusammenhänge mit der mathematischen Kompetenz (Lee & Stankov, 2018). Mathematikbezogene Affekte lassen sich entlang der Dimensionen der zeitlichen Stabilität, Intensität und ihres affektiven sowie kognitiven Anteils klassifizieren (McLeod, 1992), unterscheiden sich allerdings auch in ihrer emotionalen Valenz (Schukajlow et al., 2017). Das Modell in Abbildung 4.1 kategorisiert die in diesem Kapitel besprochenen Konstrukte gemäß McLeod (1992) und Schukajlow et al. (2017) sowie Ergänzungen der Autor*innen dieses Kapitels.

Eine bedeutende Emotion negativer Valenz stellt die *mathematikbezogene Ängstlichkeit* dar. Generell versteht man darunter Furcht, Anspannung und negative Wahrnehmungen, die Personen im Zusammenhang mit Mathematik empfinden (Ashcraft, 2002). Meta-Analysen zeigten einen moderaten, aber stabilen negativen Zusammenhang zwischen der Leistung in Mathematik und der mathematikbezogenen Ängstlichkeit einer Person ($r = -.27$; Ma, 1999; $r = -.28$; Barroso et al., 2021). Zur kausalen Richtung dieses Zusammenhangs werden in der Literatur zwei verschiedene Mechanismen diskutiert: Einerseits können schlechte Leistungen in Mathematik mathematikbezogene Ängstlichkeit bedingen. Andererseits kann mathematikbezogene Ängstlichkeit blockierend wirken und so kognitive Ressourcen binden und die eigene mathematische Kompetenz in Leistungs- oder Lernsituationen verringern (für eine Übersicht siehe Ramirez et al., 2018). Beispielsweise fanden Quintero et al. (2022), dass Schüler*innen mit höherer mathema-

Abbildung 4.1: Modell mathematikbezogener Merkmale nach McLeod, 1992; Schukajlow et al., 2017 sowie Autor*innen dieses Kapitels



Mathematikbezogener Ängstlichkeit sich in geringem Maße im Mathematikunterricht anstrengen, was sich wiederum negativ auf ihre Mathematikkompetenzen auswirkt.

Neben mathematikbezogener Ängstlichkeit und ihrem negativen Zusammenhang mit der Leistung in Mathematik stehen auch andere Emotionen in einem Wechselspiel mit den mathematischen Kompetenzen Jugendlicher: Pekrun et al. (2017) befragten längsschnittlich Schüler*innen zwischen der 5. und 9. Klasse hinsichtlich ihrer Gefühle in Mathematik und testeten ihre mathematische Kompetenz. Emotionen positiver Valenz, wie Freude oder Stolz, sagten zukünftige Leistungen positiv vorher, während Langeweile oder Wut negative Zusammenhänge mit der mathematischen Kompetenz aufwiesen. Auch in dieser Studie kann dabei von einem Wechselspiel gesprochen werden, indem die Leistung zu einem Messzeitpunkt die Emotion zum nächsten beeinflusst, aber auch umgekehrt die Emotion in einem Jahr Varianz an der Leistung im nächsten Jahr erklären kann.

Geht man auf dem Kontinuum der zeitlichen Stabilität (s. Abbildung 4.1) weiter nach rechts, so kommt man von den Emotionen zur Motivation. Entscheidende Grundlagen legten hier Deci und Ryan (u. a. Ryan & Deci, 2002, 2017) mit der Selbstbestimmungstheorie. Demnach lassen sich Motivationsqualitäten über Abstufungen von intrinsisch bis extrinsisch fassen. Intrinsische Motive wie das *Leistungsmotiv* zeigen dabei höhere Zusammenhänge mit Schulleistungen als extrinsische Motive wie die *mathematikbezogene instrumentelle Motivation* (z. B. bei der Befragung von Sekundarschüler*innen in Kanada; Guay & Bureau, 2018). Innerhalb der Einstellungen spielt die Kontrollüberzeugung – also Annahmen darüber, ob man selbst oder andere eine Situation verändern

können – eine Rolle (Rotter, 1966). Das *Selbstkonzept* beschreibt die zeit- und situationsübergreifenden Annahmen einer Person zu etwas (z. B. zur Mathematik). *Selbstwirksamkeitserwartungen* beziehen sich auf die Überzeugungen einer Person, konkrete Handlungen und Herausforderungen erfolgreich meistern zu können (Bandura, 1977). Im Kontext der Mathematik bezeichnet Selbstwirksamkeit daher das situations- oder problembezogene Selbstvertrauen einer Person in ihre Fähigkeit, spezifische mathematikbezogene Aufgaben zu lösen (Hackett & Betz, 1989). Eine hohe Selbstwirksamkeitserwartung in Mathematik ist gleichermaßen zeitstabil, fokussiert allerdings auf bestimmte mathematische Tätigkeiten (Schöber et al., 2018).

Die Zuversicht, diese Tätigkeiten in schwierigen Situationen erfolgreich zu vollziehen, verschiebt die Kontrollierbarkeit zum Gegenstand selbst: Personen mit einem *statischen Selbstbild* (engl. Fixed Mindset¹) in Mathematik gehen davon aus, dass das Fach einfach zu schwer für sie ist, egal was sie tun. Dieses Konstrukt des Mindsets wurde erstmals von Dweck und Leggett (1988) vorgeschlagen. Es beschäftigt sich mit der subjektiv wahrgenommenen Veränderbarkeit von Persönlichkeit und Kompetenzen. Personen können dabei entweder ein wachstumsorientiertes Selbstbild – das heißt der Überzeugung sein, dass sie beispielsweise durch Lernen und harte Arbeit ihre Mathematikkompetenzen ändern können – oder ein statisches Selbstbild beziehungsweise Fixed Mindset aufweisen (Dweck, 2000). In vorangegangenen Studien zeigte sich ein positiver Zusammenhang zwischen einem wachstumsorientierten Selbstbild von Schüler*innen und der Schulleistung in Mathematik (z. B. Claro et al., 2016). Es gibt jedoch Belege dafür, dass dieser Zusammenhang möglicherweise durch die mathematikbezogene Selbstwirksamkeitserwartung von Personen mediiert wird (Su et al., 2021). Allgemein wird dieser häufig eine hohe prädiktive Validität für die schulische Leistung von Schüler*innen zugesprochen, da sie im Allgemeinen positiv mit dem Schulerfolg zusammenhängt (Stankov & Lee, 2014).

Die Emotionen, Motivationen und Einstellungen münden in Verhaltensweisen, wie *Anstrengung im Mathematikunterricht* oder lernrelevanten *Aktivitäten außerhalb des Klassenzimmers* (z. B. Teilnahme an Lerngruppen oder auch aufgewandte Zeit für Hausaufgaben). Untersuchungen haben gezeigt, dass die Zeit, die Schüler*innen außerhalb der Schule in das Fach investieren, in vielen Ländern mit ihren Mathematikleistungen korreliert (Fuligni & Stevenson, 1995). Außerdem wird die Beteiligung an außerschulischen (Lern-)Aktivitäten mit niedrigeren schulischen Abbruchquoten bei gefährdeten Schüler*innen und besseren Notendurchschnitten in Verbindung gebracht (Mahoney & Cairns, 1997). Diese außerschulischen Aktivitäten bieten Lernchancen, wobei gerade privater Nachhilfeunterricht auch aus dem Grund in Anspruch genommen wird, dass dem Schulsystem nicht mehr zugetraut wird, das eigene Kind optimal zu fördern (Bray,

1 Dweck (2000) beschreibt ursprünglich Growth Mindset (wachstumsorientiertes Selbstbild), also die Einstellung, dass Merkmale wie z. B. Intelligenz durch eigenes Zutun verändert werden können. Nachdem die zugehörigen Items in PISA allerdings in Sinne von „x kann nicht verändert werden“ formuliert sind, ist es für das Verständnis des Kapitels einfacher vom Gegenteil – dem statischen Selbstbild – zu sprechen.

2020; Klemm & Hollenbach-Biele, 2016). Im Rahmen der TIMS-Studie 2019 wurde festgestellt, dass weniger als zehn Prozent der Kinder in Deutschland am Ende der Grundschulzeit privaten Nachhilfeunterricht bekamen (Guill & Wendt, 2020).

4.1.1 Fragestellungen

Das vorliegende Kapitel widmet sich den mathematikbezogenen Emotionen, Motivationen, Einstellungen und Verhaltensweisen Fünfzehnjähriger in Deutschland. Diese werden zunächst international eingeordnet und gegebenenfalls auf Einzelitemebene (zu den Bezeichnungen der Elemente der Kontextfragebögen s. Abbildung 4.1web) betrachtet. Für drei Merkmale – positive und negative Gefühle während des Mathematikunterrichts, Freude und Interesse an Mathematik, mathematikbezogene instrumentelle Motivation – ist kein internationaler Vergleich möglich. Diese Skalen wurden nur in Deutschland national ergänzt.

Bei allen Merkmalen wird auch der Frage nachgegangen, inwiefern sich Mädchen und Jungen unterscheiden. Die Geschlechterunterschiede werden überwiegend im Effektstärkemaß d angegeben; dieses bezeichnet den Unterschied zweier Gruppenmittelwerte in Standardabweichungen (Cohen, 1988). Ein kleiner Effekt ($d \approx 0.2$) zeigt geringe, möglicherweise unbedeutende Unterschiede zwischen Gruppen. Ein mittlerer Effekt ($d \approx 0.5$) deutet auf einen moderaten Unterschied hin. Ein großer Effekt ($d \approx 0.8$) kennzeichnet einen deutlichen Unterschied zwischen Gruppen.

Die Merkmale Freude und Interesse an Mathematik, mathematikbezogene instrumentelle Motivation und Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben sowie mathematikbezogene Ängstlichkeit sind bereits in PISA 2003 und 2012 in vergleichbarer Form erhoben worden, sodass im abschließenden Abschnitt der Ergebnisse (s. Abschnitt 4.2.2) deren Entwicklung nachgezeichnet werden kann.

4.1.2 Erfassung mathematikbezogener Merkmale von Schüler*innen in PISA 2022

Die mathematikbezogenen motivationalen und emotionalen Orientierungen der Schüler*innen wurden in PISA 2022 mittels eines Fragebogens erfasst.² Beispielsweise schätzen sie sich durch Zustimmung zu Aussagen wie „Ich habe Angst in Mathematik zu

2 Die Anwendung eines Rotationsdesigns – dem sogenannte Matrix-Sampling-Design – in den Fragebögen erlaubt es, die Testzeit optimal auszunutzen und dennoch hinreichend zuverlässige Daten zu erheben: In PISA 2012 (papierbasierte Testung; vgl. Prenzel et al., 2013) wurden dazu noch ganze Konstrukte jeweils nur einem Teil der Schüler*innen vorgelegt. In PISA 2022 – am Computer – wurden alle Schüler*innen zu allen Konstrukten befragt, allerdings nicht immer mit allen Fragen zum jeweiligen Konstrukt (OECD, 2023). Aus diesem Grund gibt es fehlende Werte auf Einzelitemebene, die bei der Mittelwertbildung berücksichtigt werden.

versagen“ selbst hinsichtlich ihrer mathematikbezogenen Ängstlichkeit ein. Selbsteinschätzungen wie diese sind in höherem Maße subjektiv beeinflusst als zum Beispiel objektive kognitive Tests (deren Ergebnisse in Kapitel 3 berichtet werden), woraus sich Konsequenzen in zwei Richtungen ergeben. Einerseits können sie durch die Schüler*innen selbst verfälscht werden. Andererseits können kulturelle Antworttendenzen zum Tragen kommen. Die PISA-Studie trägt dem über verschiedene Maßnahmen im Vorfeld Rechnung: von der internationalen Besetzung der *Expert Group* der Fragebögen über nationale Begutachtungsverfahren bis hin zur statistischen Kontrolle der Vergleichbarkeit der Indizes (s. Online-Kapitel 12). Die erzielte internationale Vergleichbarkeit wird im kommenden Jahr im *Technical Report* (OECD, 2024; vgl. auch OECD, 2019) veröffentlicht. Andererseits ermöglichen die Selbsteinschätzungen der Schüler*innen auch einen direkten Einblick in ihr Erleben und Verhalten (Kuger et al., 2016).

Tabelle 4.1 gibt eine Übersicht über ausgewählte Merkmale der Schüler*innen. Neben einem Beispielitem und den Antwortoptionen findet sich dort auch die Angabe der Antwortskalen (s. Tabelle 4.1web). Folgende Merkmale sollen in diesem Kapitel näher betrachtet werden:

- Bei der *mathematikbezogenen Ängstlichkeit* bewerten die Schüler*innen Aussagen wie „Ich bin sehr angespannt, wenn ich Mathematikhausaufgaben machen muss.“ oder „Ich habe Angst in Mathematik zu versagen.“ Diese Skala umfasst sechs Items.
- Die Skala *mathematikbezogene positive/negative Affekte* wurde in PISA 2022 national vorgegeben. Von den zehn Items bezogen sich fünf auf positive (z. B. „zuversichtlich“ und „begeistert“) und fünf auf negative Gefühle (z. B. „gelangweilt“ und „bedrückt“). Für alle sollen die Jugendlichen die Häufigkeit angeben, mit der sie sich im Mathematikunterricht auf diese Weise gefühlt haben.
- Es wurde zusätzlich die Skala *Freude und Interesse an Mathematik* in Deutschland national ergänzt, um Vergleiche zu den vorangegangenen PISA-Erhebungsrunden zu ermöglichen (s. Abschnitt 4.2.2). Die Fünfzehnjährigen bewerten hierfür vier Fragen (z. B. „Ich freue mich auf meine Mathematikstunden.“).
- Eine weitere nationale Ergänzung stellt die *mathematikbezogene instrumentelle Motivation* dar. Diese wird mit vier Items, zum Beispiel „Ich gebe mir in Mathematik Mühe, weil es mir in meinem späteren Job weiterhelfen wird.“, erfragt.
- Bezogen auf die Motivation und Einstellung zu verschiedenen Unterrichtsfächern werden die Fünfzehnjährigen nach drei Merkmalen gefragt, nämlich *Lieblingsfach*, *Leistungsmotiv* sowie *Selbstkonzept*. In drei Items beantworten sie, inwieweit Mathematik zu ihren Lieblingsfächern zählt („Mathematik ist eines meiner Lieblingsfächer.“), berichten ihr Selbstkonzept („Mathematik fällt mir leicht.“) und ihr Leistungsmotiv („Ich möchte in Mathematik gut abschneiden.“). Die gleichen Fragen werden den Schüler*innen auch zu den anderen PISA-Domänen gestellt. Die Angaben zu den Naturwissenschaften (als Beispiele werden Physik, Chemie und Biologie genannt) und Deutsch (bzw. die jeweilige Testsprache in anderen Staaten) sollen hier zum Vergleich berichtet werden.

- Erhoben wird die *Selbstwirksamkeitserwartung* im Fach Mathematik, indem die Schüler*innen angeben, inwieweit sie sich zutrauen, unterschiedliche Mathematikaufgaben zu lösen. Die Fünfzehnjährigen bewerten hier 19 Items, die in zwei Bereiche aufgliedert sind: Neun Items beziehen sich auf die *Selbstwirksamkeitserwartung* hinsichtlich *innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben* (z. B. „Mit Hilfe eines Zugfahrplanes ausrechnen, wie lange man von einem Ort zum anderen brauchen würde“) und wurden größtenteils bereits 2012 erhoben. Darüber hinaus richten sich zehn Items auf ihre *Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich mathematischer Kompetenzen im Kontext der Herausforderungen des 21. Jahrhunderts* (z. B. „Mathematische Informationen aus Diagrammen, Grafiken oder Simulationen entnehmen“).
- Die Einstellung des *Statischen Selbstbilds* wird mittels der Zustimmung zur Aussage „Einige sind einfach nicht gut in Mathematik, egal, wie viel sie lernen.“ erfasst. Wie bei den Fragen zum Lieblingsfach, Selbstkonzept und Leistungsmotiv wird auch das statische Selbstbild analog für weitere Bereiche erhoben. Konkret werden die Jugendlichen nach Intelligenz, Deutsch und Kreativität³ gefragt. Die Angaben hierzu sollen zur besseren Einordnung ebenfalls berichtet werden.
- Im Bereich Verhaltensweisen wird die *Anstrengung im Mathematikunterricht* (z. B. „Ich strenge mich bei der Bearbeitung meiner Aufgaben für den Mathematikunterricht an.“) mit neun Items auf einer Zustimmungsskala erfasst.
- Zuletzt wird die *Teilnahme an mathematikbezogenen außerschulischen Lernangeboten* erhoben, wie beispielsweise die Inanspruchnahme von Einzelnachhilfe von einer Person oder auch Online- oder Computernachhilfe mit einem Programm oder einer App. Für jedes der fünf Items sollen die Schüler*innen angeben, ob sie dies im aktuellen Schuljahr in Anspruch genommen haben. Sie konnten aber auch angeben, an keinem zusätzlichen Lernangebot in Mathematik teilgenommen zu haben.

Fast alle erhobenen Merkmale weisen gute bis sehr gute Reliabilitätswerte auf (Werte von $\alpha > .89$). Nur die Reliabilität der fünf Fragen zu den negativen Gefühlen während des Mathematikunterrichts fällt etwas geringer aus, wobei diese weiterhin im akzeptablen Bereich liegt ($\alpha = .73$).

3 Da alle Daten zum kreativen Denken, der innovativen Domäne in PISA 2022, mit einem Embargo bis zum Frühjahr 2024 belegt sind (s. Kapitel 1) kann dieses Item hier nicht ausgewertet werden.

Tabelle 4.1: Übersicht der mathematikbezogenen Schüler*innenmerkmale

Übergeordnetes Konstrukt	Schüler*innen Merkmal	Beispielitem	Antwortskalen
Emotionen	Mathematikbezogene Ängstlichkeit ¹	Wie sehr stimmst du folgenden Aussagen zu oder nicht zu? „Ich mache mir oft Sorgen, dass es für mich im Mathematikunterricht schwierig sein wird.“	Zustimmung A
	Mathematikbezogene positive/negative Affekte ²	Wie häufig hast du dich in diesem Schuljahr wie folgt gefühlt, während des Mathematikunterrichts? „Begeistert“	Häufigkeit
Motivationen	Freude und Interesse an Mathematik ^{1,2}	Wie denkst du über Mathematik? Gib bitte an, wie sehr du mit folgenden Aussagen übereinstimmst. „Ich freue mich auf meine Mathematikstunden.“	Zustimmung A
	Mathematikbezogene instrumentelle Motivation ^{1,2}	Wie denkst du über Mathematik? Gib bitte an, wie sehr du mit folgenden Aussagen übereinstimmst. „Ich gebe mir in Mathematik Mühe, weil es mir in meinem späteren Job weiterhelfen wird.“	Zustimmung A
	Lieblingsfach	Wie sehr stimmst du den folgenden Aussagen zu oder nicht zu? „Mathematik ist eines meiner Lieblingsfächer.“	Zustimmung B
	Leistungsmotiv	„Ich möchte im Mathematikunterricht gut abschneiden.“	Zustimmung B
Einstellungen	Selbstkonzept	„Mathematik fällt mir leicht.“	Zustimmung B
	Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben ¹	Wie zuversichtlich bist du, dass du die folgenden Mathematikaufgaben lösen kannst? „Auf einer Karte mit einem Maßstab von 1:10 000 die tatsächliche Entfernung zwischen zwei Orten bestimmen“	Zuversicht
	Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich mathematischer Kompetenzen im Kontext der Herausforderungen des 21. Jahrhunderts	Wie zuversichtlich bist du, dass du die folgenden Mathematikaufgaben lösen kannst? „Mathematische Aspekte eines Alltagsproblems identifizieren“	Zuversicht
	Statisches Selbstbild	Wie sehr stimmst du folgenden Aussagen zu oder nicht zu? „Einige sind einfach nicht gut in Mathematik, egal, wie viel sie lernen.“	Zustimmung B
Verhaltensweisen	Anstrengung im Mathematikunterricht	In diesem Schuljahr, wie häufig hast du Folgendes gemacht? „Ich strengte mich beim Bearbeiten meiner Aufgaben für den Mathematikunterricht an.“	Häufigkeit
	Teilnahme an mathematikbezogenen außerschulischen Lernangeboten	An welchen Arten von zusätzlichen Lernangeboten in Mathematik nimmst du in diesem Schuljahr teil? „Lernen oder Übungen in kleinen Gruppen (2 bis 7 Schülerinnen und Schüler)“	Auswahl

Anmerkung: Aufschlüsselung der Antwortskalen können im Webanhang Tabelle 4.1web eingesehen werden.

¹ Trendentwicklung über die Jahre 2003, 2012 und 2022

² Nationale Ergänzung

4.2 Analysen der Emotionen, Motivationen, Einstellungen und Verhaltensweisen Fünfzehnjähriger

4.2.1 Emotionen, Motivationen, Einstellungen und Verhaltensweisen im internationalen Vergleich

Im Folgenden sollen zunächst die Befunde der mathematikbezogenen Merkmale der Schüler*innen in Deutschland im internationalen Vergleich eingeordnet und die Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen betrachtet werden.

Alle Merkmale sind in der Metrik des OECD-Mittelwerts angegeben.⁴ Dies erlaubt einen direkten Vergleich sowohl zwischen Staaten als auch zu vergangenen Erhebungsrounden. Der OECD-Durchschnitt sollte jedoch mit Bedacht betrachtet werden, da er Daten aus Staaten unterschiedlicher kultureller Hintergründe enthält, welche unter Umständen kulturell bedingt unterschiedliche Antworttendenzen aufweisen (z. B. Klieme, 2020; Reynolds et al., 2022). Daher liegt in diesem Text besonderes Augenmerk auf der Interpretation im Vergleich zu den Ländern, die einem ähnlichen Kulturraum wie Deutschland angehören wie die Niederlande, Schweiz und Finnland.⁵ Diese drei Staaten wurden bereits in der letzten Erhebungsrounde, als Mathematik Hauptdomäne war, zum Vergleich herangezogen (Schiepe-Tiska & Schmidtner, 2013). In PISA 2022 zeigen Schüler*innen in allen drei Staaten signifikant höhere mathematische Kompetenzen als in Deutschland (s. Kapitel 3). Auch in der Schweiz und den Niederlanden weisen Jungen höhere mathematische Kompetenzen auf als Mädchen; die Höhe dieses Unterschieds ist mit dem in Deutschland vergleichbar. In Finnland, als einzigem OECD-Staat, sind Mädchen signifikant besser als Jungen (s. Kapitel 3). Für die Einschätzung der absoluten Ausprägung der Merkmale in Deutschland wird bei Bedarf auf die Angaben der Schüler*innen auf Ebene einzelner Items zurückgegriffen.

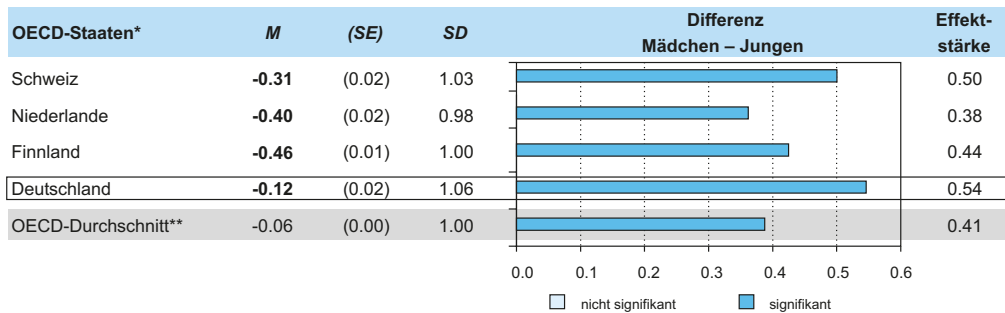
Abbildung 4.2 zeigt die Ausprägung der *mathematikbezogenen Ängstlichkeit* im internationalen Vergleich. Im Verhältnis zum Durchschnitt der OECD-Staaten berichten die Schüler*innen in Deutschland eine signifikant niedrigere mathematikbezogene Ängstlichkeit. Schüler*innen aus den Niederlanden, der Schweiz sowie Finnland liegen deutlich unter dem OECD-Durchschnitt sowie der Ängstlichkeit der Schüler*innen in Deutschland.

Betrachtet man die Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen, so zeigt sich außerdem, dass Mädchen in Deutschland, ebenso wie in allen anderen OECD-Staaten, eine signifikant höhere mathematikbezogene Ängstlichkeit berichten als Jungen ($d = .54$ bzw.

4 Die Weighted-Likelihood-Estimate-Werte (WLE-Werte; ein Schätzwert der latenten Größe) werden so transformiert, dass sie in allen OECD-Ländern einen Mittelwert von 0 und eine Standardabweichung von 1 aufweisen. Dabei wird jedes Land gleichgewichtet berücksichtigt. Aufgrund fehlender Daten innerhalb der OECD-Länder können leichte Abweichungen zur intendierten Normierung auftreten, sprich der OECD-Mittelwert sich von 0 unterscheiden.

5 Die Ergebnisse des internationalen Vergleichs mit allen OECD-Staaten finden sich in den Abbildungen 4.2web, 4.3web und 4.4web des Webanhanges.

Abbildung 4.2: Mathematikbezogene Ängstlichkeit im internationalen Vergleich



Anmerkung: Statistisch signifikante Unterschiede zum OECD-Durchschnitt ($p < .05$) sind fett hervorgehoben.

*Ausgewählte OECD-Staaten, sortiert nach der allgemeinen Mathematikkompetenz: Schweiz (508), Niederlande (493),

Finnland (484), Deutschland (475), OECD-Durchschnitt (472)

**36 von 37 teilnehmenden OECD-Staaten (ausgenommen: Israel)

$d = .41$). Diese Diskrepanz zwischen Mädchen und Jungen ist in Deutschland besonders hoch.

Aufschlussreich ist hier die differenziertere Betrachtung der Zustimmung zu den einzelnen Items (siehe Tabelle 4.2). Sowohl in Deutschland als auch in der OECD stimmt etwa ein Drittel der Jugendlichen Aussagen, die sich mit konkreten Situationen beschäftigen, zu (z. B. „Ich fühle mich beim Lösen mathematischer Probleme hilflos.“). Wohingegen generalisierten Aussagen (z. B. „Ich mache mir Sorgen, dass ich in Mathematik schlechte Noten bekomme.“) fast die Hälfte der Fünfzehnjährigen zustimmt. Die „Angst davor, in Mathematik zu versagen“ berichten in Deutschland signifikant mehr Schüler*innen als im OECD-Schnitt. Gleichzeitig ist bei diesem Item der Unterschied zwischen den Geschlechtern besonders stark ausgeprägt; diese spezifische Sorge wie auch die allgemeine Ängstlichkeit überwiegt bei den Mädchen.

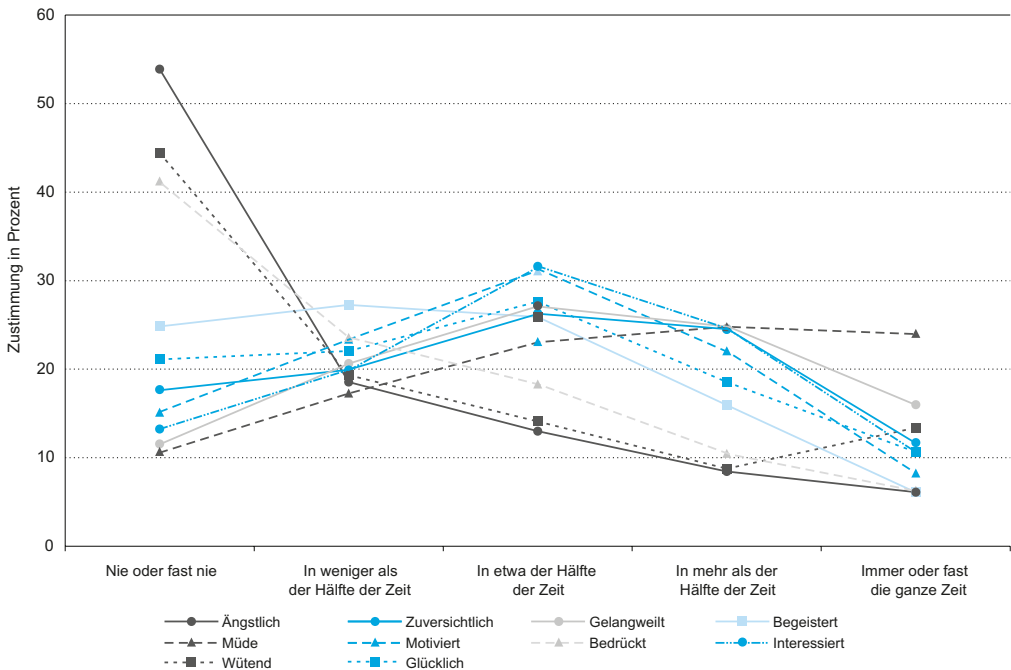
Tabelle 4.2: Prozent der Zustimmung zu Einzelitems der mathematikbezogenen Ängstlichkeit

Ängstlichkeit in Mathematik Einzelitems	Deutschland	OECD- Durchschnitt	Mädchen	Jungen
	%	%	%	%
Ich mache mir oft Sorgen, dass es für mich im Mathematikunterricht schwierig sein wird.	44.9	44.5	52.0	38.2
Ich bin sehr angespannt, wenn ich Mathematikhausaufgaben machen muss.	29.4	29.3	34.6	24.5
Beim Lösen von Aufgaben in Mathematik werde ich sehr nervös.	24.6	28.7	30.9	18.5
Ich fühle mich beim Lösen mathematischer Probleme hilflos.	29.5	30.4	37.4	22.0
Ich mache mir Sorgen, dass ich in Mathematik schlechte Noten bekomme.	46.1	48.2	53.1	39.4
Ich habe Angst davor, in Mathematik zu versagen.	42.5	40.7	52.4	33.1

Anmerkung: Zustimmung entspricht der Zusammenfassung der beiden Kategorien „Stimme zu“ und „Stimme völlig zu“. Statistisch signifikante Unterschiede von Deutschland zum OECD-Durchschnitt und zwischen den Geschlechtern ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben.

Im zweiten Emotionsmerkmal, dem *positiven beziehungsweise negativen Affekt im Mathematikunterricht*, zeigt sich ein sehr differenziertes Bild (Abbildung 4.3). Wut und Bedrückung kommen bei über 40 Prozent der Schüler*innen nahezu nicht vor. Die Graphen dieser Antwortkategorie fallen ab. Ebenso gibt die Mehrheit der Jugendlichen bei der Frage zum konkreten Mathematikunterricht an, sich (fast) nie ängstlich zu fühlen. Dies erscheint nur auf den ersten Blick widersprüchlich zum vorherigen Abschnitt: Zum einen erfragt die mathematikbezogene Ängstlichkeit die Emotion zum Fach im Allgemeinen, zum anderen zeigt sich, dass dem Item zu Sorgen im Unterricht rund 40 Prozent zustimmen, was sich zu den 50 Prozent des entsprechenden Affekts im Mathematikunterricht addiert. Motiviert, interessiert und begeistert ist jeweils ein Viertel der Jugendlichen in etwa der Hälfte des Mathematikunterrichts. Alle drei Emotionen werden in dieser Kategorie am häufigsten berichtet. Knapp 11 Prozent geben an, nie müde zu sein, 23 Prozent in der Hälfte der Zeit und 24 Prozent (fast) immer. Zusammengefasst finden sich somit nicht lineare Verläufe über die Häufigkeit, mit welcher bestimmte Emotionen im Mathematikunterricht empfunden werden, wobei positive Gefühle wie Interesse tendenziell einer umgekehrten U-Kurve folgen, während bei negativen Gefühlen die Zustimmungsrate bei zunehmender Häufigkeit abnimmt. Darüber hinaus zeigt sich ein signifikanter Geschlechterunterschied für die positiven beziehungsweise negativen Affekte. Während Mädchen signifikant öfter als Jungen negative Gefühle während des Mathematikunterrichts berichten ($p < .05$), ist es bei den positiven Gefühlen

Abbildung 4.3: Angaben der Schüler*innen hinsichtlich ihrer mathematikbezogenen positiven/negativen Affekte



umgekehrt ($p < .05$). Auf Ebene der einzelnen Items ist besonders auffällig, dass über die Hälfte der Mädchen angibt, sich in über der Hälfte der Zeit müde zu fühlen. In mehr als der Hälfte der Zeit gelangweilt zu sein geben in beiden Geschlechtern gleichermaßen 40 Prozent der Schüler*innen an (s. Tabelle 4.3).

Tabelle 4.3: Prozent der Schüler*innen, die in mehr als der Hälfte der Zeit mathematikbezogene positive/negative Affekte berichteten

	Deutschland	Mädchen	Jungen
positive/negative Affekte	%	%	%
Ängstlich	14.6	19.7	9.8
Zuversichtlich	36.2	29.6	42.4
Gelangweilt	40.6	40.3	40.9
Begeistert	22.0	18.1	25.7
Müde	48.9	54.4	43.7
Motiviert	30.4	25.3	35.1
Bedrückt	16.8	21.3	12.7
Interessiert	35.2	30.4	39.7
Wütend	22.2	20.9	23.2
Glücklich	29.2	21.2	36.6

Anmerkung: Zustimmung entspricht der Zusammenfassung der beiden Kategorien „In mehr als der Hälfte der Zeit“ und „Immer oder fast die ganze Zeit“.

Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben.

Im Bereich der Motivation wurde, wie bereits beschrieben, *Freude und Interesse an Mathematik* sowie die *mathematikbezogene instrumentelle Motivation* als nationale Ergänzung in Deutschland erhoben, um den Trend seit den letzten Erhebungsrunden, in denen Mathematik Hauptdomäne war (2003 und 2012), analysieren zu können. Diese beiden motivationalen Merkmale werden im Abschnitt 4.2.2 beschrieben.

Ebenfalls dem Bereich der Motivation zuzuordnen sind die Angaben zum *Lieblingsfach* sowie zum *Leistungsmotiv* (s. Tabelle 4.4). Lediglich 38 Prozent der Schüler*innen in Deutschland geben an, dass Mathematik eines ihrer Lieblingsfächer ist; zwar sind dies etwas mehr Schüler*innen als mit Lieblingsfach Deutsch (36%), aber weniger als in den naturwissenschaftlichen Fächern (48%).

Es äußern 91 Prozent der Schüler*innen in Deutschland den Anspruch, in Mathematik gute Leistungen erbringen zu wollen. Der Wert unterscheidet sich nicht signifikant vom Anteil derjenigen, die dies in Deutsch beziehungsweise den Naturwissenschaften anstreben (beide über 90%), und steht zudem im Einklang mit den Durchschnittswerten der OECD-Staaten. Die Erfassung des Leistungsmotivs weist somit einen Deckeneffekt auf.

Das *Selbstkonzept* in Mathematik sowie den anderen Fächern bildet den Übergang hin zu den Einstellungen. Knapp die Hälfte der Fünfzehnjährigen berichten, dass ihnen Mathematik leichtfalle (s. Tabelle 4.4). Zwar sind dies signifikant weniger Schüler*innen als für die anderen beiden Domänen, dennoch ist auch hier eine Abweichung festzu-

stellen, zum einen zwischen der Selbsteinschätzung der Schüler*innen und ihrer mathematischen Kompetenz und zum anderen jeweils im Verhältnis zum Durchschnitt der OECD-Staaten.

Tabelle 4.4: Prozent der Zustimmung zu Lieblingsfach, Leistungsmotiv und Selbstkonzept

Merkmal	Deutschland	OECD-Durchschnitt
	%	%
Lieblingsfach		
Mathematik ist eines meiner Lieblingsfächer.	38.1	39.4
Deutsch* ist eines meiner Lieblingsfächer.	36.1	39.2
Naturwissenschaften (z. B. Physik, Chemie, Biologie) gehören zu meinen Lieblingsfächern.	47.8**	46.9
Leistungsmotiv		
Ich möchte im Mathematikunterricht gut abschneiden.	91.2	89.3
Ich möchte im Deutschunterricht* gut abschneiden.	90.7	89.1
Ich möchte im naturwissenschaftlichen Unterricht (z. B. Physik, Chemie, Biologie) gut abschneiden.	90.3	87.9
Selbstkonzept		
Mathematik fällt mir leicht.	48.9	43.7
Deutsch* fällt mir leicht.	60.0**	56.8
Naturwissenschaften (z. B. Physik, Chemie, Biologie) fallen mir leicht.	57.0**	50.0

Anmerkung: Zustimmung entspricht der Zusammenfassung der beiden Kategorien „Stimme zu“ und „Stimme völlig zu“. Statistisch signifikante Unterschiede zum OECD-Durchschnitt ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben. Statistisch signifikante Unterschiede zur Angabe des Unterrichtsfachs Mathematik ($p < .05$) sind mit ** gekennzeichnet. *Im OECD-Durchschnitt ist hier die jeweilige Testsprache gemeint

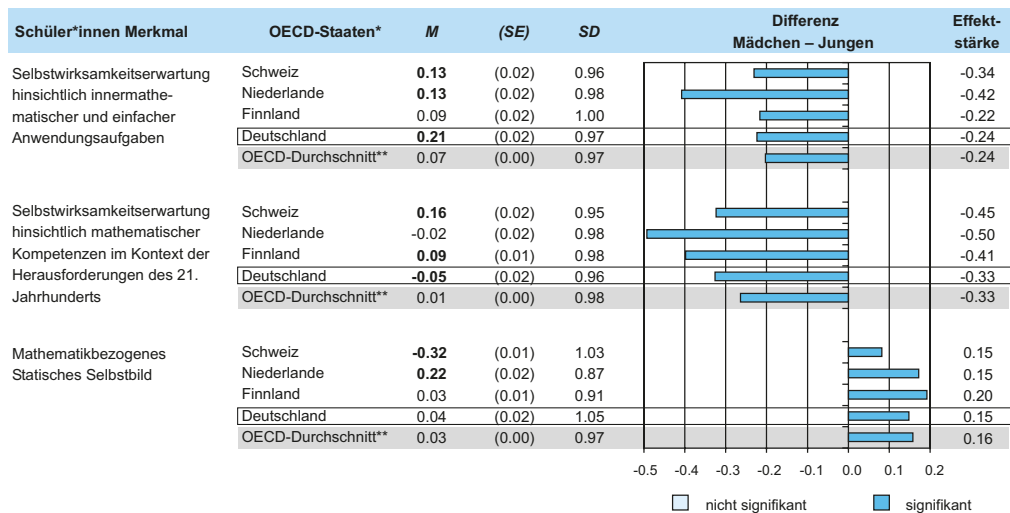
Die *mathematikbezogene Selbstwirksamkeitserwartung* wird in PISA 2022 mit zwei Skalen erhoben: Zum einen werden die Schüler*innen analog zu PISA 2012 und PISA 2003 gefragt, was sie sich im Bereich innermathematische und einfache Anwendungsaufgaben zutrauen. Zum anderen wurde für 2022 eine Skala zur Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich mathematischer Kompetenzen im Kontext der Herausforderungen des 21. Jahrhunderts ergänzt, um so die neuen Elemente der Rahmenkonzeption zu berücksichtigen.

Im Vergleich zu den anderen OECD-Staaten geben Schüler*innen in Deutschland eine signifikant höhere *Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben* (s. Abbildung 4.4; z. B. „Eine Gleichung wie $2(x+3)=(x+3)(x-3)$ lösen“) an. Dies ist insbesondere interessant, da sich ihre tatsächliche mathematische Kompetenz nicht signifikant vom Durchschnitt der OECD-Staaten unterscheidet. In der Schweiz und den Niederlanden berichten Fünfzehnjährige ebenfalls von einer hohen Selbstwirksamkeitserwartung. Finnland hingegen liegt im OECD-Durchschnitt. So scheint die Selbstwirksamkeitserwartung in Bezug auf innermathematische und einfache Anwendungsaufgaben auf Staatenebene kaum positiv mit der tatsächlichen Kompetenz zusammenzuhängen. Dies ist nicht ungewöhnlich, da auch verschiedene Meta-Analysen nur moderate Zusammenhänge zwischen den selbsteinge-

schätzten und tatsächlichen kognitiven Fähigkeiten von Personen finden (z. B. Freund & Kasten, 2012; Patzl & Pietschnig, 2024). Auffällig ist außerdem, dass in allen Teilnehmerstaaten in PISA 2022 Jungen eine höhere Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben berichten als Mädchen.

Während Schüler*innen überdurchschnittlich hohe Selbstwirksamkeit im bereits 2012 erfragten Bereich nennen, liegen sie bei der *Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich mathematischer Kompetenzen im Kontext der Herausforderungen des 21. Jahrhunderts* unter dem Durchschnitt der OECD-Staaten (s. Abbildung 4.4). Die Schüler*innen in der Schweiz und Finnland liegen hingegen signifikant über dem OECD-Durchschnitt. Insgesamt zeigt sich hinsichtlich selbsteingeschätzter Fähigkeiten in Deutschland ein Bild, das für eine (zu) optimistische Einschätzung der eigenen Kompetenzen durch die Fünfzehnjährigen spricht. Aufgrund von Befunden aus anderen Studien kann angenommen werden, dass für die Zuversicht, bestimmte Aufgaben lösen zu können, neben dem Geschlecht auch die Kultur eine Rolle spielt (s. Reinhold et al., eingereicht).

Abbildung 4.4: Mathematikbezogene Einstellungen im internationalen Vergleich



Anmerkung: Statistisch signifikante Unterschiede zum OECD-Durchschnitt ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben.

*Ausgewählte OECD-Staaten, sortiert nach der allgemeinen Mathematikkompetenz: Schweiz (508),

Niederlande (493), Finnland (484), Deutschland (475), OECD-Durchschnitt (472)

**bestehend aus allen 37 teilnehmenden OECD Staaten

Eine Betrachtung auf Einzelitemebene (s. Tabelle 4.5) zeigt auch, dass im Vergleich zu den anderen OECD-Staaten die unterdurchschnittliche Selbstwirksamkeitserwartung vorwiegend durch zwei Items bedingt ist, nämlich „Anwendung statistischer Streuung“ und „Beurteilung der Signifikanz“. Beide Fertigkeiten sind dem Inhaltsbereich *Unsicherheit und Daten* beziehungsweise dem Prozess *Interpretieren und Bewerten* (s. Kapitel 2) zuordenbar. Es handelt sich dabei um Konzepte, die in Deutschland curricular im Wesentlichen in der Oberstufe verortet sind und daher einem Großteil der Fünfzehnjährigen in Deutschland noch unbekannt sein dürften (s. Kapitel 3). Somit passen die

Daten zur Annahme, dass Fünfzehnjährige in Deutschland sich weniger kompetent in Inhalten einschätzen, die ihnen aus dem Mathematikunterricht eher unbekannt oder gar nicht vertraut sind.

Allgemein sieht man, dass sich die Fünfzehnjährigen in Deutschland tendenziell selbstwirksamer einschätzen, als es basierend auf der durchschnittlichen mathematischen Kompetenz in Deutschland zu erwarten wäre.

Tabelle 4.5: Prozent der Zustimmung zu Einzelitems der Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich mathematischer Kompetenzen im Kontext der Herausforderungen des 21. Jahrhunderts

Selbstwirksamkeit im Fach Mathematik: Logisches Denken und Mathematik des 21. Jahrhunderts Einzelitems	Deutschland	OECD-Durchschnitt
	%	%
Mathematische Informationen aus Diagrammen, Grafiken oder Simulationen entnehmen	77.6	64.5
Mathematische Lösungen im Kontext eines Alltagsproblems interpretieren	56.2	52.5
Das Konzept der statistischen Streuung anwenden, um eine Entscheidung zu treffen	27.1	41.5
Mathematische Aspekte eines Alltagsproblems identifizieren	52.7	51.2
Einschränkungen und Annahmen hinter mathematischen Modellen erkennen	41.1	40.3
Eine Situation anhand von Variablen, Symbolen und Diagrammen mathematisch darstellen	60.6	55.7
Die Signifikanz beobachteter Muster in Daten beurteilen	39.7	51.3
Programmieren von Computern	30.6	33.5
Mit mathematischen Computerprogrammen arbeiten (z. B. Tabellenkalkulationen, Programmier-Software, grafikfähige Taschenrechner)	52.0	51.9
Die Eigenschaften eines unregelmäßig geformten Objekts berechnen	45.8	44.3

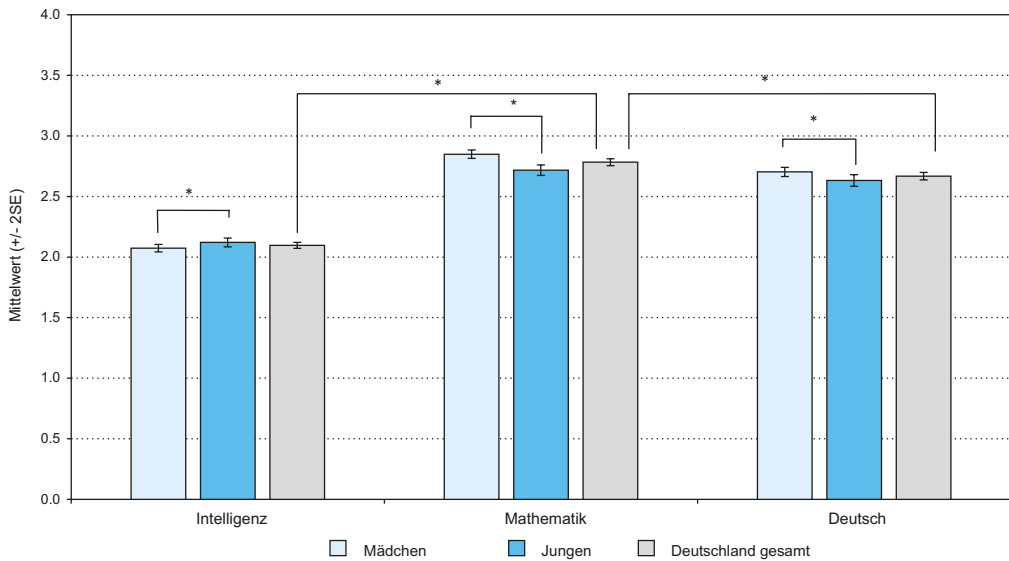
Anmerkung: Zustimmung entspricht der Zusammenfassung der beiden Kategorien „Stimme zu“ und „Stimme völlig zu“. Statistisch signifikante Unterschiede zum OECD-Durchschnitt ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben.

Als dritte Komponente der Einstellung wurde das *statische Selbstbild hinsichtlich Mathematik* erfragt (s. Abbildung 4.4). Hier geht es darum, ob die Schüler*innen annehmen, dass sie auch durch Lernen ihre mathematische Kompetenz nicht verbessern können. Vergleichbar mit dem Durchschnitt der OECD-Staaten gehen Jugendliche in Deutschland eher davon aus, dass sich Kompetenz in Mathematik nicht durch eigenes Zutun verbessern lässt. In den Niederlanden berichten die Fünfzehnjährigen sogar noch häufiger pessimistische Überzeugungen in Bezug auf die Veränderlichkeit der mathematischen Kompetenz. Schüler*innen in der Schweiz hingegen zeigen mehr Wachstumsorientierung als der Durchschnitt der OECD-Staaten. Im Mittel berichten Mädchen in den OECD-Staaten signifikant häufiger ein statisches Selbstbild als Jungen.

Um einen Eindruck von der absoluten Ausprägung des statischen Selbstbilds hinsichtlich Mathematik in Deutschland zu bekommen, wurde dieses mit den analogen

Items zu Deutsch und Intelligenz in Beziehung gesetzt (s. Abbildung 4.5). Auf der vierstufigen Antwortskala bedeutet ein Mittelwert von 2.78, dass die Mehrheit eher oder völlig zustimmt. Im Vergleich zu Intelligenz halten Fünfzehnjährige in Deutschland die mathematische Kompetenz für stärker fixiert. Triviale, wenn auch signifikante Unterschiede, zeigen sich hingegen zwischen Mathematik und Deutsch als auch zwischen den Geschlechtern innerhalb der Kompetenzbereiche.

Abbildung 4.5: Statisches Selbstbild der Schüler*innen bezüglich Intelligenz, Mathematik und Deutsch getrennt nach Geschlecht



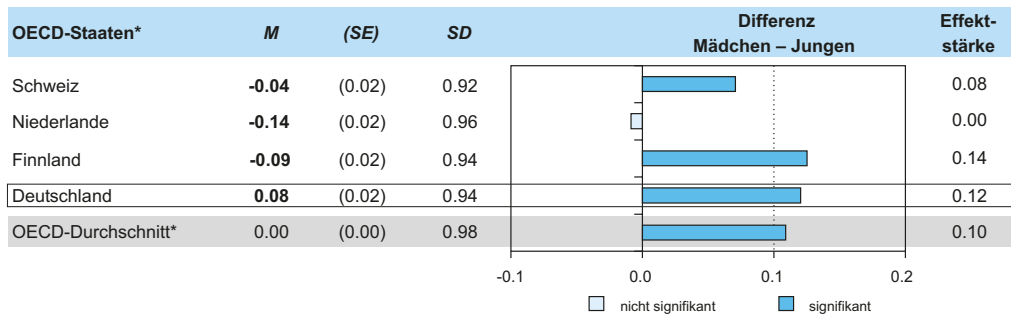
Anmerkung: Prozent der Zustimmung („Stimme eher zu“/„Stimme völlig zu“) zu verschiedenen Formen des statischen Selbstbildes differenziert nach Geschlecht.

* Statistisch signifikante Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen ($p < .05$).

Schließlich werden das Engagement beziehungsweise die Verhaltensweisen der Schüler*innen in Deutschland in der Mathematik innerhalb und außerhalb des Unterrichts betrachtet. Schüler*innen in Deutschland geben im Vergleich zu ihren Pendanten im Durchschnitt der OECD-Staaten häufiger an, dass sie sich im Mathematikunterricht anstrengen (s. Abbildung 4.6). Mehr Jugendliche berichten „In mehr als der Hälfte der Zeit“ oder sogar „Immer oder fast die ganze Zeit“ für den Mathematikunterricht zu lernen. Mädchen geben dabei öfter als Jungen an, sich anzustrengen.

Die Angaben der Schüler*innen in der Schweiz, den Niederlanden und Finnland hingegen sind unter dem Durchschnitt der teilnehmenden OECD-Staaten zu verorten. Ergänzend werden die Schüler*innen auch nach der *Teilnahme an mathematikbezogenen außerschulischen Lernangeboten* befragt (siehe Abbildung 4.7). In Anbetracht der berichteten mathematikbezogenen Ängstlichkeit und negativen Emotionen ist es auffällig, dass sowohl Mädchen als auch Jungen zu über 50 Prozent angeben, keine zusätzlichen Lernangebote im Fach Mathematik außerhalb der regulären Schulzeit in Anspruch zu

Abbildung 4.6: Anstrengung im Mathematikunterricht im internationalen Vergleich

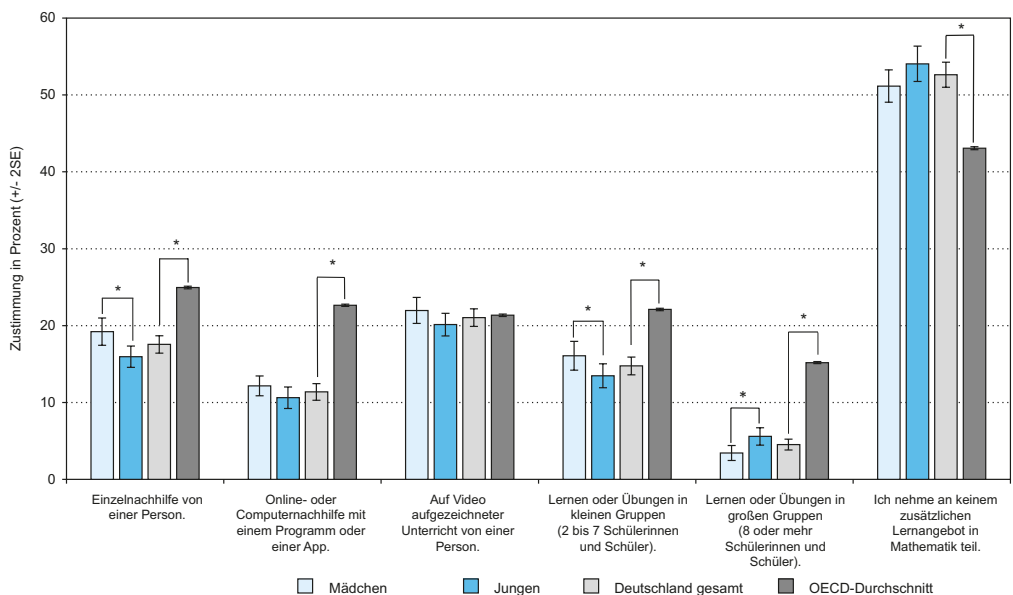


Anmerkung: Statistisch signifikante Unterschiede zum OECD-Durchschnitt ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben.

*Ausgewählte OECD-Staaten, sortiert nach der allgemeinen Mathematikkompetenz: Schweiz (508), Niederlande (493), Finnland (484), Deutschland (475), OECD-Durchschnitt (472)

**36 von 37 teilnehmenden OECD-Staaten (ausgenommen: Israel)

Abbildung 4.7: Teilnahme an mathematikbezogenen außerschulischen Lernangeboten differenziert nach Geschlecht, Gesamtdeutschland und OECD-Durchschnitt



Anmerkung: * Statistisch signifikante Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen/Deutschland gesamt und dem OECD-Durchschnitt ($p < .05$).

nehmen. Von den erfragten außerschulischen Lernangeboten nutzt rund ein Fünftel der Schüler*innen am häufigsten Lernvideos.

Bei den verschiedenen Lernangeboten zeigt sich auch ein Unterschied zwischen den Geschlechtern. Mädchen geben häufiger an, Einzelnachhilfe zu nehmen und sich in kleinen Lern- und Übungsgruppen zusammenzufinden. Jungen hingegen geben öfter als Mädchen an, in größeren Lern- und Übungsgruppen für das Fach Mathematik zu lernen. Etwa gleich viele Jungen wie Mädchen nutzen Angebote der Online- oder Computer-Nachhilfe mit einem Programm oder einer App.

Ein Hindernis für die Inanspruchnahme außerschulischer Lernangebote könnte die fehlende Gelegenheit sein. So müssen Lern- und Übungsgruppen organisiert werden und Einzelnachhilfe kann sehr teuer sein. Demgegenüber sind Lernvideos niederschwelligere Angebote. Darüber hinaus haben die Jugendlichen eine hohe Selbstwirksamkeitserwartung im Bereich der innermathematischen und einfachen Anwendungsaufgaben und sehen daher möglicherweise gar nicht die Notwendigkeit, weitere Lernangebote zu nutzen.

4.2.2 Entwicklung der mathematikbezogenen Emotionen, Motivationen und Einstellungen seit 2003

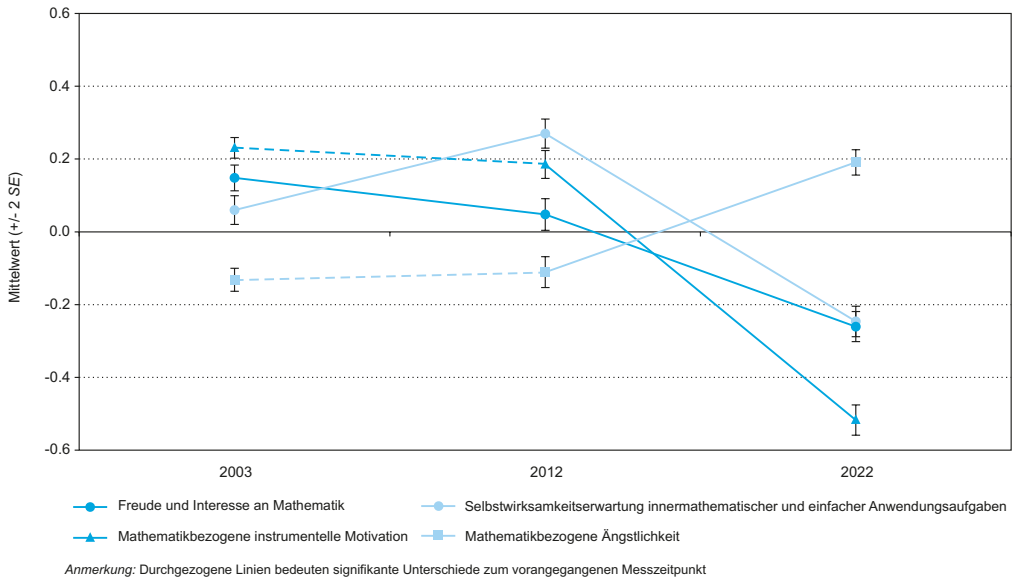
Nach 2003 und 2012 bildet Mathematik zum dritten Mal den Schwerpunkt der PISA-Studie. Entsprechend können für einige der mathematikbezogenen Schüler*innenmerkmale Entwicklungen betrachtet werden. Dies ist für die Freude und das Interesse an Mathematik, die mathematikbezogene instrumentelle Motivation, die Selbstwirksamkeitserwartung in innermathematischen und einfachen Anwendungsaufgaben und die Ängstlichkeit im Fach Mathematik der Fall. Die Fragenzusammensetzung innerhalb der Konstrukte hat sich über die Jahre hinweg allerdings teilweise verändert (eine beispielhafte Darstellung der Veränderung in den Fragebögen findet sich in Box 1.1web in Kapitel 1).⁶

Um eine Entwicklung der Merkmale der Schüler*innen in Deutschland festzustellen, müssen über die Jahre hinweg immer dieselben Fragen gestellt werden. Bei der Ermittlung der *Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben* wurden bei der Erhebung im Jahr 2022 einzelne Items geändert (s. Kapitel 1 bzw. Box 1.1web für mehr Informationen). Solche Änderungen sind unumgänglich, um den Bezug zur Lebenswelt der Schüler*innen weiterhin zu gewährleisten. Die zu diesem Zweck ergänzten oder veränderten Items müssen allerdings für die Trendanalysen ausgeschlossen werden. Daher werden für die Trendanalysen nur Items berücksichtigt, die zu allen Erhebungszeitpunkten exakt gleich formuliert waren (s. Tabelle 4.2web).

Nachdem die Schüler*innen zunächst von 2003 auf 2012 eine signifikant höhere Selbstwirksamkeitserwartung in innermathematischen und einfachen Anwendungsaufgaben berichten, sinkt diese von 2012 auf 2022 signifikant auf das bisher niedrigste Level (Abbildung 4.8). Diese Veränderung in der Selbsteinschätzung spiegelt auch die Testung der tatsächlichen Kompetenz wider. Diese nimmt in Deutschland von 2003 auf 2012 zu, nach 2012 dann signifikant ab (siehe Kapitel 3). Allgemein scheinen sich die Schüler*innen in Deutschland jedoch tendenziell zu überschätzen (siehe Abschnitt 4.2.1).

6 Um eine Vergleichbarkeit zwischen den Jahren zu gewährleisten und den Trend adäquat darstellen zu können, wurden die Skalen daher reskaliert und neue WLEs gebildet (s. Online-Kapitel 12). Die hier dargestellten Mittelwerte können daher von den in Abschnitt 4.2.1 berichteten Werten abweichen.

Abbildung 4.8: Veränderung der Schüler*innenmerkmale in Deutschland zwischen den Jahren 2003, 2012 und 2022



Bei der Betrachtung der Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben auf Einzelitemebene fällt vor allem die verringerte Zuversicht bei der Benutzung eines Zugfahrplans auf (Tabelle 4.6). Dies könnte auch mit der veränderten Lebenswelt der Jugendlichen zusammenhängen (vermehrte Verwendung von Apps zur Reiseplanung). Das Lösen von Gleichungen zeigt über die drei Erhebungsrunden die geringste Veränderung, spielt sich aber je nach Komplexität der Gleichung auf sehr unterschiedlichem Niveau ab: Während „ $3x+5=17$ “ stets von über 80 Prozent der Schüler*innen für bewältigbar gehalten wird, trauen sich Termumformungen wie „ $2(x+3)=(x+3)(x-3)$ “ über alle Erhebungsjahre stets deutlich weniger Jugendliche in Deutschland zu.

Betrachtet man die Veränderung in *Freude und Interesse an Mathematik* der Fünfzehnjährigen, so zeigt sich, dass es sowohl von 2003 auf 2012 als auch von 2012 auf 2022 zu einem signifikanten Abfall kam (s. Abbildung 4.8).

Aufmerksamkeit verlangt auch die selbstberichtete *mathematikbezogene Ängstlichkeit*. Hier ist in den Jahren 2003 und 2012 keine signifikante Veränderung zu verzeichnen. Seit der letzten Erhebungsrunde, in der Mathematik Hauptdomäne war, ist die mathematikbezogene Ängstlichkeit allerdings signifikant gestiegen (s. Abbildung 4.8), liegt aber weiterhin unter dem Durchschnitt der OECD-Staaten (s. Abbildung 4.2).

Analog zur Ängstlichkeit zeigt sich für die *mathematikbezogene instrumentelle Motivation* der Schüler*innen in Deutschland keine Veränderung zwischen 2003 und 2012, jedoch in den letzten 10 Jahren. Hier ist eine signifikante Abnahme zu verzeichnen. Jugendliche in Deutschland sind somit über die Jahre hinweg immer weniger der Mei-

Tabelle 4.6: Veränderung der Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben in den Jahren 2003, 2012 und 2022

	PISA 2003 Zustimmung in % ¹ (SE)	PISA 2012 Zustimmung in % ¹ (SE)	PISA 2022 Zustimmung in % ¹ (SE)	Veränderung 2003 – 2012 Zustimmung in % ¹ (SE)	Veränderung 2012 – 2022 Zustimmung in % ¹ (SE)	Veränderung 2003 – 2022 Zustimmung in % ¹ (SE)
Anhand des Zugfahrplans ausrechnen, wie lange die Fahrt von einem Ort zu einem anderen dauern würde.	83.3 (0.7)	92.1 (0.5)	71.1 (1.1)	8.8 (0.8)	-21.0 (1.2)	-12.2 (1.3)
Ausrechnen, wie viele Quadratmeter Fliesen du bräuchtest, um einen Fußboden damit auszulegen.	75.0 (0.8)	79.2 (0.9)	70.5 (0.9)	4.3 (1.2)	-8.7 (1.3)	-4.5 (1.3)
Eine Gleichung wie $3x + 5 = 17$ lösen.	86.2 (0.7)	89.4 (0.6)	80.8 (0.9)	3.2 (1.0)	-8.6 (1.1)	-5.4 (1.2)
Auf einer Karte mit einem Maßstab von 1:10.000 die tatsächliche Entfernung zwischen zwei Orten bestimmen.	54.5 (0.8)	59.6 (1.0)	51.1 (1.1)	5.1 (1.3)	-8.5 (1.5)	-3.5 (1.3)
Eine Gleichung wie $2(x+3)=(x+3)(x-3)$ lösen.	73.0 (0.9)	73.4 (1.0)	69.6 (1.0)	0.5 (1.3)	-3.8 (1.4)	-3.3 (1.3)

Anmerkung: *Statistisch signifikante Unterschiede zwischen PISA Erhebungen sind **fett** hervorgehoben.

¹ Es wurden die Antwortkategorien „eher sicher“ und „sehr sicher“ zusammengefasst.

nung, dass die Mathematik für ihren späteren beruflichen Werdegang von essenzieller Bedeutung ist.

In der Zusammenschau weisen die mathematikbezogene instrumentelle Motivation, Freude und Interesse an Mathematik sowie mathematikbezogene Ängstlichkeit keine wesentlichen Veränderungen zwischen den ersten beiden Erhebungsrunden mit Mathematikschwerpunkt auf, wohl aber in den letzten 10 Jahren. Zusammen mit der Selbstwirksamkeitserwartung zeigen alle Merkmale in diesem Zeitrahmen einen ungünstigen Verlauf.

4.3 Zusammenfassung und Diskussion

Im Rahmen der PISA-Studie 2022 werden neben der kognitiven Testung auch mathematikbezogene motivational-emotionale Orientierungen, Einstellungen und Verhaltensweisen mittels Selbsteinschätzung erhoben. Hierbei wurde der Fokus auf unterschiedliche, für die Entwicklung mathematischer Kompetenzen relevante Faktoren gelegt: domänenspezifische Emotionen (z.B. mathematikbezogene Ängstlichkeit), Motivation (z.B. mathematikbezogene instrumentelle Motivation), Einstellungen (z.B. mathematikbezogene Selbstwirksamkeitserwartungen) und Verhaltensweisen (z.B. Anstrengung im Mathematikunterricht).

Im Kontext der domänenspezifischen Emotionen zeigen sich geschlechtsspezifische Unterschiede, die im Einklang mit den Differenzen in der mathematischen Kompetenz stehen. Wie in nahezu allen OECD-Staaten erreichen Jungen im Schnitt höhere Kompetenzen als Mädchen, wobei dieser Unterschied in Deutschland besonders ausgeprägt ist (s. Kapitel 3). Ein vergleichbares Bild zeigt sich nun auch bei den mathematikbezogenen Emotionen: Schülerinnen berichten tendenziell höhere Ängstlichkeit gegenüber dem Fach und geben an im Unterricht häufiger mit negativen Emotionen konfrontiert zu sein.

Mit der Erhebungsrunde 2022, in der Mathematik nebst 2003 und 2012 wieder Hauptdomäne ist, ist es möglich die Entwicklung der motivational-emotionalen Orientierung sowie Einstellung der Schüler*innen gegenüber Mathematik in Deutschland über verschiedene Kohorten hinweg zu vergleichen. In der ganzheitlichen Betrachtung zeigen sich hinsichtlich der motivationalen (instrumentelle Motivation, Freude und Interesse) sowie emotionalen (Ängstlichkeit) Merkmale keine signifikanten Veränderungen zwischen den ersten beiden Erhebungsrunden mit Mathematikschwerpunkt. In den letzten 10 Jahren sind jedoch deutliche Entwicklungen festzustellen. Zusammen mit der Einstellung (Selbstwirksamkeitserwartungen) haben sich alle Merkmale in ungünstiger Weise verändert. So zeigt sich beispielweise ein Anstieg der selbstberichteten Ängstlichkeit der Jugendlichen in Deutschland. Im Bereich der motivationalen Orientierung könnte die gleichzeitige Abnahme der instrumentellen Motivation sowie des Interesses als eine mögliche Zunahme von Gleichgültigkeit gegenüber dem Fach interpretiert wer-

den. Dies wird auch durch die Feststellung unterstützt, dass etwa 40 Prozent sowohl der Mädchen als auch der Jungen Langeweile während des Mathematikunterrichts berichten.

Des Weiteren zeigen sich auch Veränderungen in den mathematikbezogenen Einstellungen der Schüler*innen in Deutschland. Trotz tendenzieller Überschätzung der eigenen Fertigkeiten haben die Selbstwirksamkeitserwartungen der Jugendlichen in Deutschland abgenommen und sie haben – möglicherweise begründete – Zweifel an ihren mathematischen Fähigkeiten. Diese Zweifel müssen jedoch differenziert nach Geschlechtern betrachtet werden. So berichten Jungen in Deutschland höhere Selbstwirksamkeitserwartungen als Mädchen. Hierfür können zwei mögliche Punkte zur Diskussion gestellt werden: Einerseits kann in Deutschland tatsächlich eine höhere Mathematikkompetenz der Jungen verzeichnet werden. Andererseits könnten diese Ergebnisse auch Resultat des insbesondere aus Forschung zur allgemeinen kognitiven Begabung bekannten „Hubris-Humility-Effekt“ sein (zu Deutsch: Überheblichkeit-Bescheidenheit-Effekt; z. B. Furnham et al., 2002). Dieser beschreibt die Beobachtung, dass Jungen in bestimmten Kompetenzbereichen, wie zum Beispiel numerischen kognitiven Fähigkeiten, tendenziell eine Überschätzung ihrer Fähigkeiten zeigen, während Mädchen sich eher unterschätzen. Ob es sich daher hierbei um eine Unterschätzung der Fähigkeiten oder gar doch eine realistischere Einschätzung dieser handelt, bleibt jedoch offen.

Allgemein zeigt sich jedoch, dass die Schüler*innen in Deutschland ein gesteigertes Selbstkonzept und eine erhöhte Selbstwirksamkeitserwartung insbesondere im Hinblick auf innermathematische und einfache Anwendungsaufgaben berichten. Trotzdem offenbart sich eine im Vergleich zum OECD-Durchschnitt geringere Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich mathematischer Kompetenzen im Kontext der Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Des Weiteren zeigt sich, dass die Schüler*innen in Deutschland seltener die Auffassung teilen, dass Mathematik erlernbar ist. Bei Jugendlichen aus der Schweiz, einem Staat mit überdurchschnittlicher Mathematikleistung, wird eine signifikant höhere Selbstwirksamkeit in beiden Skalen festgestellt. Zum Vergleich schätzen Schüler*innen in Deutschland ihre Kompetenz im ersten Bereich höher, im zweiten allerdings niedriger ein als der OECD-Durchschnitt. Die Items, die hier bei Schüler*innen in Deutschland geringe Werte zeigen, zum Beispiel „statistischen Streuung anwenden“ und „Signifikanz beurteilen“, sind in Deutschland formal zumeist erst in der gymnasialen Oberstufe ein Unterrichtsinhalt.

In Kapitel 2 dieses Berichtbands wurde bereits darauf hingewiesen, dass der Stochastik im deutschen Lehrplan noch nicht ausreichend Platz eingeräumt wird. Trotzdem gibt es keine signifikanten Kompetenzunterschiede dieser zu den anderen Teilkompetenzen (siehe Kapitel 3). Allerdings scheint dies das Selbstbild der Jugendlichen zu beeinflussen, da sie sich bei den Items mit stochastischem Inhalt weniger zuversichtlich zeigen, diese lösen zu können, als Items anderer Inhaltsbereiche.

Das Hegen eines statischen Selbstbildes (Fixed Mindset) in Mathematik, also die Einstellung, dass die mathematische Kompetenz unveränderbar ist, erweist sich besonders im Vergleich zu den anderen statischen Selbstbildern als sehr aufschlussreich. Jugendliche in Deutschland halten die mathematische Kompetenz nicht nur für weniger verän-

derlich als jene im Fach Deutsch, sondern auch als die Intelligenz. Statische oder wachstumsorientierte Selbstbilder sind aber vor allem im Abgleich mit den daraus folgenden Verhaltensweisen interessant, da sie die Mathematikleistung in der Schule verbessern können (Yeager et al., 2019). Mädchen vertrauen in Deutschland, wie in allen OECD-Staaten, weniger darauf, sich durch eigenes Zutun in Mathematik verbessern zu können. Dies ist vor allem bemerkenswert, da Mädchen häufiger als Jungen berichten, sich im Unterricht anzustrengen. Bei den mathematikbezogenen Verhaltensweisen bilden die Anstrengung im Unterricht und die Nutzung außerschulischer Lernangebote Gegenpole: Fünfzehnjährige in Deutschland berichten mehr Anstrengung im, aber weniger Engagement außerhalb des Unterrichts. Damit entsprechen sie dem deutschen Sprachraum (siehe auch Schweiz), in welchem ein größerer Fokus auf der Wissensvermittlung in der Schule liegt.

Die für Fünfzehnjährige in Deutschland repräsentativen Befunde zu den motivational-emotionalen Orientierungen, Einstellungen und Verhaltensweisen geben Hinweise auf weitere praxisrelevante Forschungsansätze. Der internationale Vergleich zeigt, dass in Deutschland wie auch anderen vergleichbaren Staaten, Mathematik primär in der Schule gelernt wird. Dies bietet die Möglichkeit in der Schule neben der Vermittlung konkreter mathematischer Kompetenzen auch die motivational-emotionale Orientierung zu fördern (umfassende Ansätze hierzu s. Schiepe-Tiska et al., 2021). Aus der Analyse der domänenspezifischen Merkmale der Schüler*innen in PISA 2022 empfehlen sich vor allem zwei Ansätze für weitere Forschung: Zum einen deutet die Selbstwirksamkeitserwartung der Jugendlichen je nach Referenzrahmen auf eine weniger (im Vergleich mit ausgewählten Staaten der OECD) oder mehr (in ihrem Verlauf seit 2003 parallel zu den Kompetenzen) zutreffende Selbsteinschätzung. Diese Fähigkeit, die eigenen Kompetenzen richtig einzuschätzen und eigene Lernbedarfe zu erkennen, ist sicherlich eine relevante Kompetenz. Zum anderen ist die verbreitete Ansicht, man sei für Mathematik gemacht oder eben nicht, besonders bei den Mädchen, besorgniserregend. Auch hier erscheint weitere Forschung dazu wichtig, wie Schule wachstumsorientierte Selbstbilder vermitteln und zu Anstrengung in Mathematik motivieren kann.

Literatur

- Ashcraft, M. H. (2002). Math Anxiety: Personal, Educational, and Cognitive Consequences. *Current Directions in Psychological Science*, 11(5), 181–185. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00196>
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191–215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>
- Barroso, C., Ganley, C. M., McGraw, A. L., Geer, E. A., Hart, S. A., & Daucourt, M. C. (2021). A meta-analysis of the relation between math anxiety and math achievement. *Psychological Bulletin*, 147(2), 134–168. <https://doi.org/10.1037/bul0000307>
- Bray, M. (2009). *Confronting the shadow education system. What government policies for what private tutoring?* UNESCO/IIEP.

- Claro, S., Paunesku, D., & Dweck, C. S. (2016). Growth mindset tempers the effects of poverty on academic achievement. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *113*(31), 8664–8668. <https://doi.org/10.1073/pnas.1608207113>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Dweck, C. S. (2000). *Self-theories: Their role in motivation, personality and development*. Taylor and Francis.
- Dweck, C. S., & Leggett, E. L. (1988). A social-cognitive approach to motivation and personality. *Psychological review*, *95*(2), 256–273. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.95.2.256>
- Freund, P. A., & Kasten, N. (2012). How smart do you think you are? A meta-analysis on the validity of self-estimates of cognitive ability. *Psychological bulletin*, *138*(2), 296–321. <https://doi.org/10.1037/a0026556>
- Fulgini, A. J., & Stevenson, H. W. (1995). Time use and mathematics achievement among American, Chinese, and Japanese high school students. *Child Development*, *66*, 830–842. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1995.tb00908.x>
- Furnham, A., Hosoe, T., & Tang, T. L. (2002). Male hubris and female humility? A cross-cultural study of ratings of self, parental, and sibling multiple intelligence in America, Britain, and Japan. *Intelligence*, *30*, 101–115. [https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(01\)00080-0](https://doi.org/10.1016/S0160-2896(01)00080-0)
- Guay, F., & Bureau, J. S. (2018). Motivation at school: Differentiation between and within school subjects matters in the prediction of academic achievement. *Contemporary Educational Psychology*, *54*, 42–54. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2018.05.004>
- Guill, K., & Wendt, H. (2020). Privater Nachhilfeunterricht und Lehrkräftefortbildung am Ende der Grundschulzeit. In K. Schwippert, D. Kasper, O. Köller, N. McElvany, C. Selter, M. Steffensky, H. Wendt (Hrsg.), *TIMSS 2019. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (S. 209–222). Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830993193>
- Hackett, G., & Betz, N. E. (1989). An exploration of the mathematics self-efficacy/mathematics performance correspondence. *Journal for Research in Mathematics Education*, *20*(3), 261–273. <https://doi.org/10.2307/749515>
- Klieme, E. (2020). Policies and practices of assessment: A showcase for the use (and misuse) of international large scale assessments in educational effectiveness research. In J. Hall, A. Lindorff, & P. Sammons (Hrsg.), *International perspectives in educational effectiveness research* (S. 147–181). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44810-3_7
- Klemm, K., & Hollenbach-Biele, N. (2016). *Nachhilfeunterricht in Deutschland: Ausmaß – Wirkung – Kosten*. Bertelsmann Stiftung.
- Kuger, S., Klieme, E., Jude, N., & Kaplan, D. (Hrsg.). (2016). *Assessing contexts of learning: An international perspective*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-45357-6>
- Lee, J., & Stankov, L. (2018). Non-cognitive predictors of academic achievement: Evidence from TIMSS and PISA. *Learning and Individual Differences*, *65*, 50–64. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.05.009>
- Ma, X. (1999). A Meta-analysis of the relationship between anxiety toward mathematics and achievement in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, *30*, 520–540. <https://doi.org/10.2307/749772>

- Mahoney, J. L., & Cairns, R. B. (1997). Do extracurricular activities protect against early school dropout? *Developmental Psychology*, 33, 241–253. <http://dx.doi.org/10.1037/0012-1649.33.2.241>
- McLeod, D. B. (1992). Research on affect in mathematics education: A reconceptualization. In D. A. Grouws (Hrsg.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (S. 575–596). Macmillan.
- OECD. (2019). *PISA 2018 technical report*. OECD Publishing.
- OECD. (2024). *PISA 2022 technical report*. [Manuskript in Vorbereitung]. OECD Publishing.
- OECD. (2023). *PISA 2022 context questionnaire framework: Balancing trends and innovation*. In OECD, *PISA 2022 assessment and analytical framework* (S. 169–237). OECD Publishing.
- Patzl, S., & Pietschnig, J. (2024). *Mirror, mirror on the wall: A meta-analysis on the validity of self-assessed intelligence through the lens of the multiverse*. [Manuskript in Vorbereitung]. Universität Wien, Österreich.
- Pekrun, R., Lichtenfeld, S., Marsh, H. W., Murayama, K., & Goetz, T. (2017). Achievement emotions and academic performance: Longitudinal models of reciprocal effects. *Child Development*, 88(5), 1653–1670. <https://doi.org/10.1111/cdev.12704>
- Prenzel, M., Sälzer, C., Klieme, E., & Köller, O. (Hrsg.). (2013). *Pisa 2012: Fortschritte und Herausforderungen in Deutschland*. Münster: Waxmann. https://www.pisa.tum.de/fileadmin/w00bgi/www/Berichtsbaende_und_Zusammenfassungen/PISA_2012_EBook_ISBN3001.pdf
- Quintero, M., Hasty, L., Li, T., Song, S., & Wang, Z. (2022). A multidimensional examination of math anxiety and engagement on math achievement. *Educational Psychology*, 92(3), p: 955–973. <https://doi.org/10.1111/bjep.12482>
- Ramirez, G., Shaw, S. T., & Maloney, E. A. (2018). Math anxiety: Past research, promising interventions, and a new interpretation framework. *Educational Psychologist*, 53(3), 145–164. <https://doi.org/10.1080/00461520.2018.1447384>
- Reinhold, F., Diedrich, J., Schiepe-Tiska, A., Gomez Yepes, R.-L., & Hofer, S. (eingereicht). Gender effects in mathematics, science, and reading achievement: the role of motivational and emotional orientations and cultural and societal norms.
- Reynolds, K., Khorramdel, L., & Davier, M. von (2022). Can students' attitudes towards mathematics and science be compared across countries? Evidence from measurement invariance modeling in TIMSS 2019. *Studies in Educational Evaluation*, 74, 101169. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2022.101169>
- Rotter, J. B. (1966). Generalized expectancies for internal versus external control of reinforcement. *Psychological Monographs: General and Applied*, 80(1), 1–28. <https://doi.org/10.1037/h0092976>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2002). Overview of self-determination theory: An organismic-dialectical perspective. In E. L. Deci & A. M. Ryan (Hrsg.), *Handbook of self-determination research* (S. 3–33). University Press.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2017). *Self-Determination Theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness*. The Guilford Press.
- Schiepe-Tiska, A., Heinle, A., Dümig, P., Reinhold, F., & Reiss, K. (2021). Achieving Multidimensional Educational Goals Through Standard-Oriented Teaching. An Application to STEM Education. *Frontiers in Education*, 6, 592165. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.592165>

- Schiepe-Tiska, A., & Schmidtner, S. (2013). Mathematikbezogene emotionale und motivationale Orientierungen, Einstellungen und Verhaltensweisen von Jugendlichen in PISA 2012. In M. Prenzel, C. Sälzer, E. Klieme, & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2012: Fortschritte und Herausforderungen in Deutschland* (S. 99–121). Waxmann.
- Schöber, C., Schütte, K., Köller, O., McElvany, N., & Gebauer, M. M. (2018). Reciprocal effects between self-efficacy and achievement in mathematics and reading. *Learning and Individual Differences*, *63*, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.01.008>
- Schukajlow, S., Rakoczy, K., & Pekrun, R. (2017). Emotions and motivation in mathematics education: theoretical considerations and empirical contributions. *ZDM Mathematics Education*, *49*(3), 307–322. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0864-6>
- Stankov, L., & Lee, J. (2014). Quest for the best non-cognitive predictor of academic achievement. *Educational Psychology*, *34*(1), 1–8. <https://doi.org/10.1080/01443410.2013.858908>
- Su, A., Wan, S., He, W., & Dong, L. (2021). Effect of Intelligence Mindsets on Math Achievement for Chinese Primary School Students: Math Self-Efficacy and Failure Beliefs as Mediators. *Frontiers in psychology*, *12*, 640349 <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.640349>
- Yeager, D. S., Hanselman, P., Walton, G. M., Murray, J. S., Crosnoe, R., Muller, C., ..., & Dweck, C. S. (2019). A national experiment reveals where a Growth Mindset improves achievement. *Nature*, *573*(7774), 364–369. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1466-y>

5 Naturwissenschaftliche Kompetenz in PISA 2022

Entwicklungen und mögliche Herausforderungen

Tamara Kastorff, Silke Rönnebeck, Knut Neumann, Sophie Seßler,
Jennifer Diedrich & Anja Schiepe-Tiska

Schüler*innen in Deutschland erreichen in PISA 2022 in den Naturwissenschaften 492 Punkte und liegen somit, wie auch schon in PISA 2018, über dem OECD-Durchschnitt, von 485 Punkten. Insgesamt liegen 20 Staaten über dem OECD-Durchschnitt, von denen die Spitzengruppe erneut Japan, Korea und Estland umfasst. Im Vergleich zu PISA 2018 ist die mittlere naturwissenschaftliche Kompetenz der Fünfzehnjährigen in Deutschland signifikant niedriger, was auch für neun weitere OECD-Staaten gilt. Obwohl die naturwissenschaftliche Kompetenz der Fünfzehnjährigen im Mittel im Vergleich zu 2018 signifikant niedriger ist, zeigen die Ergebnisse auch, dass die Spitzenförderung auf ähnlich hohem Niveau wie schon in PISA 2018 gelingt. Verstärkte Aufmerksamkeit benötigen in Zukunft kompetenzschwächere Schüler*innen, die vor allem an nicht gymnasialen Schularten zu finden sind. Hier erreicht knapp ein Drittel der Schüler*innen nicht einmal die Kompetenzstufe II, die als kritische Hürde für die naturwissenschaftliche Grundbildung betrachtet wird. Mädchen und Jungen unterscheiden sich in Deutschland sowie im OECD-Durchschnitt nicht in ihrer naturwissenschaftlichen Kompetenz.

Globale Herausforderungen wie der Klimawandel oder der Verlust von Biodiversität rücken zunehmend in den Fokus des wissenschaftlichen, politischen und gesellschaftlichen Diskurses. Das Verständnis dieser Herausforderungen sowie die informierte Partizipation am entsprechenden Diskurs erfordert eine ausreichende naturwissenschaftliche Grundbildung (Scientific Literacy; Sailer et al., 2021). Das Konzept der naturwissenschaftlichen Grundbildung hat seinen Ursprung in den angelsächsischen Ländern (Bybee, 1993) und bezeichnet die für die gesellschaftliche, soziale, politische, berufliche und kulturelle Teilhabe notwendige naturwissenschaftliche Bildung. Für eine solche naturwissenschaftliche Grundbildung müssen Schüler*innen naturwissenschaftliche Kompetenzen erwerben, die sie in die Lage versetzen, in verschiedenen Kontexten, wie beispielsweise dem Gesundheits- und Klimaschutz, nicht nur handlungsfähig zu sein, sondern auch Konsequenzen für das eigene Handeln abwägen zu können. Angesichts der Bedeutung, die der naturwissenschaftlichen Grundbildung für die erfolgreiche Entwicklung über die Lebensspanne zugeschrieben wird, ist ihre Sicherung auf ausreichendem Niveau ein zentrales Ziel der allgemeinbildenden Schulen in Deutschland (Kultusministerkonferenz (KMK), 2009). Eine ausreichende naturwissenschaftliche

Grundbildung befähigt Schüler*innen dazu, Informationen kritisch zu bewerten und begründete Schlussfolgerungen zu ziehen (OECD, 2017). Mithilfe dieser Kompetenzen können Schüler*innen nicht nur erfolgreich an der Gesellschaft teilhaben, sondern auch in vielen Berufen innerhalb und außerhalb der Naturwissenschaften arbeiten (Schiepe-Tiska et al., 2016a).

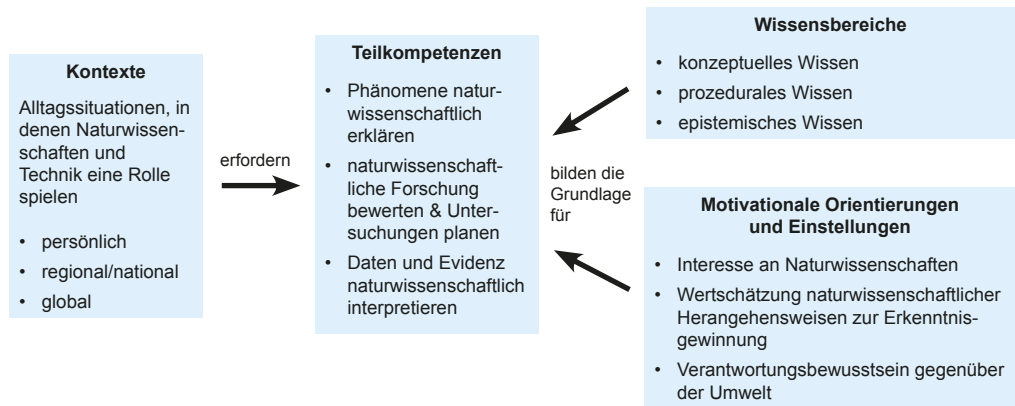
Regelmäßige Erhebungen des Stands und der Entwicklung der naturwissenschaftlichen Kompetenzen von Schüler*innen sind für die Bildungspolitik von großer Bedeutung, da diese wichtige Erkenntnisse darüber liefern können, inwiefern Bildungsziele und -standards in diesem Bereich erreicht werden. Hier übernimmt PISA eine wichtige Funktion. Das enttäuschende Abschneiden der Jugendlichen in Deutschland in PISA 2000 (Baumert et al., 2001) war Anstoß für wichtige Bildungsreformen, wie die Erarbeitung von Bildungsstandards und kompetenzorientierten Lehrplänen (Müller et al., 2013), die den Anwendungsbezug von Wissen in den Vordergrund stellen. Seit PISA 2000 sind die naturwissenschaftlichen Kompetenzen der Jugendlichen in Deutschland im Mittel bis 2012 gestiegen, wozu nicht zuletzt Professionalisierungsprogramme, die gezielt auf die naturwissenschaftliche Förderung von Schüler*innen ausgerichtet waren, wie SINUS (Prenzel et al., 2009) oder die Kontext-Projekte (u. a. Chemie im Kontext, Demuth et al., 2008), beigetragen haben. In den PISA-Zyklen nach 2012 waren in Deutschland die Leistungen in den Naturwissenschaften (auf hohem Niveau) stabil. Die zurückgehende Kompetenz wurde in PISA 2015 mit dem Wechsel vom papierbasierten in den computerbasierten Testmodus in Verbindung gebracht (Robitzsch et al., 2017); die wiederum geringeren Kompetenzen, die in PISA 2018 gemessen wurden, konnten damit nicht erklärt werden. In PISA 2018 stagnierten nicht nur die Leistungen der Schüler*innen, sondern rund 20 % der Schüler*innen in Deutschland erreichten darüber hinaus nicht die Kompetenzstufe II und damit die Mindestanforderungen an die naturwissenschaftliche Grundbildung (Schiepe-Tiska et al., 2019). Gleichzeitig blieb der Anteil an Schüler*innen in Deutschland, die hohe Kompetenzwerte erreichten, im Vergleich zu vorherigen PISA-Erhebungen stabil. Folglich zeigte sich ein besonderer Handlungsbedarf in der Förderung leistungsschwächerer Schüler*innen. Inwieweit sie gelungen ist, wird auch im Rahmen dieses Beitrags betrachtet.

5.1 Rahmenkonzeption der naturwissenschaftlichen Grundbildung in PISA 2022

5.1.1 Die Rahmenkonzeption der naturwissenschaftlichen Grundbildung

Naturwissenschaftliche Grundbildung von Fünfzehnjährigen umfasst in PISA 2022 vier Bereiche: *Kontexte*, *Teilkompetenzen*, *Wissensbereiche* sowie *Motivationale Orientierungen und Einstellungen*, die miteinander in Beziehung stehen (OECD, 2017). Die Rahmen-

Abbildung 5.1: Die Rahmenkonzeption der naturwissenschaftlichen Grundbildung in PISA 2022



konzeption für die naturwissenschaftliche Grundbildung wurde zuletzt in PISA 2015 überarbeitet, als die Naturwissenschaften Hauptdomäne waren. Wie für die Nebendomänen üblich fand in PISA 2018 (Schiepe-Tiska et al., 2019) und 2022 keine Überarbeitung der Rahmenkonzeption beziehungsweise Neuentwicklung von Testaufgaben statt.

Kontexte stellen Alltagssituationen dar, in denen Naturwissenschaften und Technik eine Rolle spielen. Die *Kontexte*, in denen Fünfzehnjährige ihre naturwissenschaftlichen Teilkompetenzen anwenden sollen, sind so gewählt, dass sie deren Erfahrungswelt möglichst widerspiegeln. *Persönliche Kontexte* beziehen sich beispielsweise auf die Ernährungsweise von Fünfzehnjährigen oder ihr Gesundheitsbewusstsein. *Regionale* oder *nationale Kontexte* betreffen die Lebenswelt der Jugendlichen, wie beispielsweise die Versorgung mit sauberem Trinkwasser oder die Lebensmittelproduktion und -verarbeitung. *Globale Kontexte* sind weltweit relevante Herausforderungen, beispielsweise die Folgen einer globalen Pandemie oder der Klimawandel.

Die Bearbeitung naturwissenschaftlicher Aufgaben in diesen Kontexten erfordert drei Teilkompetenzen: *Phänomene naturwissenschaftlich erklären*, *naturwissenschaftliche Forschung bewerten und Untersuchungen planen* und *Daten und Evidenz naturwissenschaftlich interpretieren*. Diese Teilkompetenzen lassen sich am Beispiel des Themengebiets Stoffwechselprozesse erläutern. Die Teilkompetenz *Phänomene naturwissenschaftlich erklären* bezieht sich zum Beispiel darauf, inwiefern Fünfzehnjährige in der Lage sind, Phänomene und Ereignisse wie Stoffwechselprozesse als Grundlage des Lebens naturwissenschaftlich fundiert zu erklären. *Naturwissenschaftliche Forschung bewerten und Untersuchungen planen* beschreibt die Fähigkeit, naturwissenschaftliche Fragestellungen zu beschreiben und zu beurteilen sowie Vorschläge zu entwickeln, wie diese naturwissenschaftlich untersucht werden können. Dabei sollen Fünfzehnjährige beispielsweise in der Lage sein, eine Untersuchung zu planen, mit der sie herausfinden können, welche Konsequenzen ein Unterbrechen der Stoffwechselprozesse hätte. Die Teilkompetenz *Daten und Evidenz naturwissenschaftlich interpretieren* umfasst die kritische Beurteilung von

Daten aus naturwissenschaftlichen Untersuchungen, wie zum Beispiel beim Unterbrechen von Stoffwechselprozessen, sowie das Ableiten von Schlussfolgerungen aus diesen Daten.

Die erfolgreiche Anwendung der drei Teilkompetenzen setzt *konzeptuelles*, *prozedurales* und *epistemisches Wissen* voraus. Das konzeptuelle Wissen („Wissen, dass“) bezieht sich auf Fakten, Begriffe und Prinzipien der Naturwissenschaften. Prozedurales Wissen („Wissen, wie“) hingegen umfasst anwendungsbezogenes Wissen über Routinen, Zusammenhänge und Vorgehensweisen in den Naturwissenschaften. Das epistemische Wissen bezieht sich auf das Verständnis, wie naturwissenschaftliches Wissen gewonnen wird und umfasst somit die Fähigkeit des diskursiven Denkens, zum Beispiel, welche Aussagekraft Daten haben, die in einem Experiment erhoben wurden. Die Rahmenkonzeption beschreibt außerdem *motivationale Orientierungen und Einstellungen* als wichtige Grundlage für die erfolgreiche Anwendung der Teilkompetenzen. Diese werden immer dann genauer betrachtet, wenn die naturwissenschaftliche Kompetenz die Hauptdomäne ist, was bei der nächsten PISA-Erhebung 2025 der Fall sein wird.

5.1.2 Die Erfassung naturwissenschaftlicher Kompetenz in PISA 2022

Die naturwissenschaftliche Kompetenz von Schüler*innen wurde bei PISA 2022 computerbasiert als Nebendomäne erhoben. Der Test beinhaltete ausschließlich Aufgaben, die bereits in früheren PISA-Erhebungen eingesetzt wurden, sogenannte *Trenditems* (siehe Online-Kapitel 12). Der Naturwissenschaftstest umfasste 34 Aufgabeneinheiten (auch *Units* genannt). Jede Aufgabeneinheit beinhaltete einen Stimulus, welcher einen Kontext beschreibt (siehe Abbildung 5.2). Basierend auf dem Stimulus beantworteten die Schüler*innen drei bis fünf Aufgaben, die drei kognitive Anforderungsniveaus haben können (niedrig, mittel und hoch, siehe Tabelle 5.1). Die Aufgaben variierten im Antwortformat: *Einfachwahl-Antworten*, *Mehrfachwahl-Antworten*, *offene Antworten* und *komplexe Mehrfachwahl-Antworten*. Bei den *Einfachwahl-Antworten* (33 Aufgaben) wurde aus vier vorgegebenen Antwortoptionen die richtige Antwort ausgewählt (siehe Aufgabeneinheit in der Abbildung 5.2). Dabei konnten auch Elemente aus einer Grafik oder einem Text Antwortoptionen sein. Bei *Mehrfachwahl-Antworten* können mehrere vorgegebene Antwortoptionen richtig sein. Bei *komplexen Mehrfachwahl-Antworten* (47 Aufgaben) gibt es unterschiedliche Antwortmöglichkeiten. Die Schüler*innen sollten beispielsweise bewerten, ob eine Aussage richtig oder falsch ist, Aufgaben über eine Drag-and-Drop-Funktion beantworten, Antworten einander zuordnen oder in einem Drop-down Menü von Antworten eine oder mehrere zur Beantwortung der Fragen auswählen. *Offene Antwortformate* (35 Aufgaben) erforderten das Eingeben eines Satzes oder kurzen Absatzes (siehe Aufgabeneinheit in der Abbildung 5.3) oder das Zeichnen eines Graphen oder Diagramms. Je nach Komplexität der offenen Antworten wurden diese entweder automatisch oder nachträglich von geschulten Kodierer*innen ausgewertet. Dabei wurden die Antworten der Schüler*innen den Kategorien richtig, teilweise richtig oder falsch

zugeordnet (vgl. Online-Kapitel 12). Die Abbildungen 5.2 bis 5.4 zeigen computerbasierte Beispielaufgaben der Aufgabeneinheit *Vogelzug*. Weitere Beispielaufgaben sind hier zu finden: www.pisa.tum.de/beispielaufgaben/.

Bei der Aufgabeneinheit *Vogelzug* sollen Schüler*innen naturwissenschaftliche Phänomene erklären und die Glaubwürdigkeit von Daten kritisch beurteilen. Die Lösung der Aufgabeneinheit erfordert nicht nur konzeptuelles Wissen über die Evolution und damit verbundene Vorgänge, sondern auch prozedurales Wissen zu Standardverfahren, deren Methoden und Praktiken zur Gewinnung wissenschaftlicher Erkenntnisse zugrunde liegen. Die Aufgabeneinheit *Vogelzug* erfordert somit verschiedene Teilkompetenzen sowie konzeptuelles und prozedurales Wissen.

Tabelle 5.1: Einordnung der Beispielaufgaben aus der Aufgabeneinheit *Vogelzug*

	Aufgabe 1	Aufgabe 2	Aufgabe 4
Teilkompetenz	Phänomene naturwissenschaftlich erklären	Naturwissenschaftliche Forschung bewerten und Untersuchungen planen	Phänomene naturwissenschaftlich erklären
Wissensbereich	konzeptuelles Wissen	prozedurales Wissen	konzeptuelles Wissen
Kognitives Anforderungsniveau	mittel	hoch	mittel
Zugeordnete Kompetenzstufe	Kompetenzstufe III	Kompetenzstufe IV	Kompetenzstufe III
Antwortformat	Einfachwahl-Antwort	offene Antwort	offene Antwort

Aufgabe 1 (siehe Abbildung 5.2) bezieht sich auf grundlegende Theorien der Evolution. Dabei werden die Fünfzehnjährigen dazu aufgefordert, aus vier vorgegebenen Antworten die richtige zu identifizieren. Die korrekte Antwort ist die erste Antwortoption „Vögel, die einzeln oder in kleinen Gruppen zogen, haben mit geringerer Wahrscheinlichkeit überlebt und Nachkommen bekommen“.

Abbildung 5.2: Aufgabeneinheit *Vogelzug*, Aufgabe 1
 (https://www.pisa.tum.de/fileadmin/w00bgi/www/pdf/PISA_2015_FT_MS_Science.pdf)

PISA 2015

Vogelzug
Frage 1 / 5

Beziehe dich auf „Vogelzug“ auf der rechten Seite. Klicke eine Antwort an, um die Frage zu beantworten.

Die meisten Zugvögel versammeln sich in einem Gebiet und ziehen nicht einzeln, sondern in großen Gruppen. Dieses Verhalten ist eine Folge der Evolution. Welche der folgenden Aussagen ist die beste naturwissenschaftliche Erklärung für die Evolution dieses Verhaltens bei den meisten Zugvögeln?

- Vögel, die einzeln oder in kleinen Gruppen zogen, haben mit geringerer Wahrscheinlichkeit überlebt und Nachkommen bekommen.
- Vögel, die einzeln oder in kleinen Gruppen zogen, haben mit höherer Wahrscheinlichkeit passendes Futter gefunden.
- Das Fliegen in großen Gruppen ermöglichte es anderen Vogelarten, sich dem Zug anzuschließen.
- Durch das Fliegen in großen Gruppen hatte jeder einzelne Vogel bessere Chancen, einen Nistplatz zu finden.

VOGELZUG

Der Vogelzug ist eine jahreszeitenbedingte große Wanderung der Vögel zu und von ihren Brutstätten. Jedes Jahr zählen Freiwillige die Zugvögel an bestimmten Orten. Wissenschaftler fangen einige der Vögel ein und kennzeichnen ihre Beine mit einer Kombination aus farbigen Ringen und Fähnchen. Die Wissenschaftler nutzen die Sichtungen gekennzeichnete Vögel zusammen mit den Zählungen der Freiwilligen, um die Zugrouten von Vögeln zu bestimmen.




Abbildung 5.3: Aufgabeneinheit *Vogelzug*, Aufgabe 2

PISA 2015


Vogelzug
Frage 2 / 5

Beziehe dich auf „Vogelzug“ auf der rechten Seite. Gib deine Antwort auf die Frage ein.

Nenne einen Faktor, der die Zählung der Zugvögel durch die Freiwilligen ungenau machen könnte und erkläre, wie dieser Faktor die Zählung beeinflusst.

VOGELZUG

Der Vogelzug ist eine jahreszeitenbedingte große Wanderung der Vögel zu und von ihren Brutstätten. Jedes Jahr zählen Freiwillige die Zugvögel an bestimmten Orten. Wissenschaftler fangen einige der Vögel ein und kennzeichnen ihre Beine mit einer Kombination aus farbigen Ringen und Fähnchen. Die Wissenschaftler nutzen die Sichtungen gekennzeichnete Vögel zusammen mit den Zählungen der Freiwilligen, um die Zugrouten von Vögeln zu bestimmen.



Bei Aufgabe 2 (Abbildung 5.3) sollen Schüler*innen Faktoren benennen, die zu ungenauen Ergebnissen einer naturwissenschaftlichen Untersuchung führen könnten. Hierbei geht es insbesondere darum, aus welchen Gründen die angewandte Methode – hier das Zählen der Zugvögel durch Freiwillige – wissenschaftlich nicht solide ist. Für die volle Punktzahl sollen Schüler*innen beispielsweise erkennen, dass die freiwilligen Zähler*innen nicht geschult wurden und somit unterschiedliche Vogelarten gegebenenfalls nicht auseinanderhalten können oder die Zugvögel durch eine Vielzahl an Freiwilligen mehrfach gezählt werden. Teilpunkte erhalten die Schüler*innen, wenn sie beispielsweise nur Faktoren nennen, die das fehlerhafte Zählen bedingten (z. B. ungeschulte Zähler*innen), jedoch nicht hinreichend angeben, inwiefern dieser Faktor die Zählung uneindeutig macht (z. B. das Differenzieren verschiedener Vogelarten).

Bei Aufgabe 4 (Abbildung 5.4) geht es darum, welche biologischen Eigenschaften sich positiv auf die Überlebenschancen der Zugvögel auswirken. Schüler*innen erhalten bei dieser Aufgabe die volle Punktzahl, wenn sie angeben, dass Fett als Energiequelle dient und diese Energie die Überlebenschance der Zugvögel während des Jahreszugs verbessern kann.

Abbildung 5.4: Aufgabeneinheit *Vogelzug*, Aufgabe 4

PISA 2015

Vogelzug
Frage 4 / 5

Beziehe dich auf „Goldregenpfeifer“ auf der rechten Seite. Gib deine Antwort auf die Frage ein.

Das Gewicht und der Körperfettanteil der Goldregenpfeifer nehmen während der Brutzeit typischerweise zu. Inwiefern verbessern diese Veränderungen die Überlebenschancen der Vögel während des Zuges?

VOGELZUG
Goldregenpfeifer

Goldregenpfeifer sind Zugvögel, die in Nordeuropa brüten. Im Herbst ziehen die Vögel dorthin, wo es wärmer ist und wo es mehr Futter gibt. Im Frühling kehren die Vögel zurück zu ihren Brutstätten.

Die Karten unten beziehen sich auf mehr als zehn Jahre Forschung über den Zug des Goldregenpfeifers. Karte 1 zeigt die Zugrouten des Goldregenpfeifers nach Süden im Herbst, und Karte 2 zeigt die Zugrouten nach Norden im Frühling. Grau eingefärbte Bereiche sind Landflächen und weiße Bereiche sind Wasser. Die Dicke der Pfeile gibt die Größe der Zuggruppen der Vögel an.

Zugrouten des Goldregenpfeifers

Karte 1: Zugrouten nach Süden im Herbst

Karte 2: Zugrouten nach Norden im Frühling

Zur Auswertung der Antworten werden Modelle der Item-Response-Theory angewendet (vgl. Online-Kapitel 12). Die Item-Response-Theory ist eine Methode der psychologischen Messung, welche es ermöglicht, sowohl die Schwierigkeit einer Aufgabe als auch die Fähigkeit von Schüler*innen auf einer Skala abzubilden (DeMars, 2010). Seit der PISA-Erhebung im Jahr 2006 werden sechs Kompetenzstufen unterschieden. Seit PISA 2015 wird die unterste Kompetenzstufe – Kompetenzstufe I – zusätzlich differenziert (in Ia und Ib), um das untere Leistungsniveau genauer abbilden zu können. Schüler*innen auf der untersten Kompetenzstufe sind im Wesentlichen in der Lage, (sehr) grundlegendes naturwissenschaftliches Alltagswissen zu nutzen, um einfache naturwissenschaftliche Phänomene zu erklären und angeleitet kleine Experimente durchzuführen. Schüler*innen auf der höchsten Kompetenzstufe können hingegen komplexe Ideen und Konzepte der Naturwissenschaften miteinander in Beziehung setzen und wissenschaftliche Untersuchungen selbstständig sowohl durchführen als auch bewerten, was für ein besonderes Potenzial im Bereich der Naturwissenschaften spricht. Die Definition der Kompetenzstufen (Tabelle 5.2) ist aus PISA 2015 übernommen.

Tabelle 5.2: Stufen naturwissenschaftlicher Kompetenz in PISA 2022

Kompetenzstufe	Wozu die Schüler*innen auf der jeweiligen Kompetenzstufe im Allgemeinen in der Lage sind
VI ≥ 708 Punkte	Auf Kompetenzstufe VI können Schüler*innen auf vielfältige, miteinander in Beziehung stehende Ideen und Konzepte aus den Naturwissenschaften zurückgreifen und konzeptuelles, prozedurales und epistemisches Wissen anwenden, um erklärende Hypothesen für unbekannte naturwissenschaftliche Phänomene, Ereignisse und Prozesse aufzustellen oder Vorhersagen zu treffen. Beim Interpretieren von Daten und Evidenz sind sie in der Lage, zwischen relevanten und irrelevanten Informationen zu unterscheiden, und können auf Wissen, welches sie außerhalb des regulären Schulcurriculums erworben haben, zurückgreifen. Sie können Argumente, die auf naturwissenschaftlicher Evidenz und naturwissenschaftlichen Theorien beruhen, von solchen, die auf anderen Annahmen beruhen, unterscheiden. Schüler*innen auf Kompetenzstufe VI können alternative Designs komplexer Experimente, Feldstudien oder Simulationen bewerten und ihre Entscheidung für ein bestimmtes Design begründen.
V 634–707 Punkte	Auf Kompetenzstufe V können Schüler*innen abstrakte naturwissenschaftliche Ideen und Konzepte verwenden, um unbekannte und komplexere Phänomene, Ereignisse und Prozesse, die mehrere kausale Verknüpfungen beinhalten, zu erklären. Sie sind in der Lage, anspruchsvolleres epistemisches Wissen anzuwenden, um alternative experimentelle Designs zu bewerten und ihre Entscheidung zu begründen, sowie theoretisches Wissen zu nutzen, um Informationen zu interpretieren oder Vorhersagen zu treffen. Schüler*innen auf Kompetenzstufe V können verschiedene Ansätze einer gegebenen Fragestellung naturwissenschaftlich bearbeiten, bewerten sowie die Grenzen der Interpretation von Daten und Quellen und die Effekte von Unsicherheiten in naturwissenschaftlichen Daten erkennen.
IV 559–633 Punkte	Auf Kompetenzstufe IV können Schüler*innen komplexeres oder abstrakteres konzeptuelles Wissen, das entweder vorgegeben ist oder abgerufen werden muss, verwenden, um Erklärungen für komplexe oder weniger bekannte Ereignisse und Prozesse zu entwickeln. Sie können Experimente mit zwei oder mehr unabhängigen Variablen in einem beschränkten Kontext durchführen. Sie sind in der Lage, ein experimentelles Design auf Basis ihres prozeduralen und epistemischen Wissens zu begründen. Schüler*innen auf Kompetenzstufe IV können Daten aus mäßig komplexen Datensätzen oder weniger bekannten Kontexten interpretieren, über die Daten hinausgehende angemessene Schlussfolgerungen ziehen und ihre Entscheidungen begründen.
III 485–558 Punkte	Auf Kompetenzstufe III können Schüler*innen auf mäßig komplexes konzeptuelles Wissen zurückgreifen, um Erklärungen für bekannte Phänomene zu erkennen oder zu entwickeln. In weniger bekannten oder komplexeren Situationen können sie Erklärungen mithilfe relevanter Hinweise oder Unterstützung entwickeln. Sie können auf Aspekte von prozeduralem oder epistemischem Wissen zurückgreifen, um einfache Experimente in einem beschränkten Kontext durchzuführen. Schüler*innen auf Kompetenzstufe III sind in der Lage, zwischen naturwissenschaftlichen und nicht naturwissenschaftlichen Inhalten zu unterscheiden und Evidenz, die eine naturwissenschaftliche Aussage unterstützt, zu erkennen.
II 410–484 Punkte	Schüler*innen auf Kompetenzstufe II können auf alltagsrelevantes konzeptuelles Wissen sowie grundlegendes prozedurales Wissen zurückgreifen, um eine angemessene naturwissenschaftliche Erklärung zu identifizieren, Daten zu interpretieren und die Fragestellung zu erkennen, die mit einem einfachen Experiment beantwortet werden soll. Sie können grundlegendes oder alltägliches naturwissenschaftliches Wissen nutzen, um valide Schlussfolgerungen, die auf einfachen Datensätzen beruhen, zu erkennen. Schüler*innen auf Kompetenzstufe II zeigen grundlegendes epistemisches Wissen indem sie in der Lage sind, Fragestellungen zu erkennen, die naturwissenschaftlich untersucht werden können.
Ia 335–409 Punkte	Schüler*innen auf Kompetenzstufe Ia sind in der Lage grundlegendes oder alltagsrelevantes konzeptuelles Wissen und prozedurales Wissen zu nutzen, um Erklärungen für einfache naturwissenschaftliche Phänomene zu erkennen. Mit Unterstützung können sie vorstrukturierte naturwissenschaftliche Untersuchungen mit maximal zwei Variablen durchführen. Sie sind in der Lage, einfache kausale oder korrelative Zusammenhänge zu erkennen und graphische oder visuelle Daten, die einem geringen kognitiven Anforderungsniveau entsprechen, zu interpretieren. Schüler*innen auf Kompetenzstufe Ia können die beste naturwissenschaftliche Erklärung für vorgegebene Daten in bekannten persönlichen, regionalen/nationalen und globalen Kontexten auswählen.
Ib 260–334 Punkte	Schüler*innen auf Kompetenzstufe Ib können sehr grundlegendes naturwissenschaftliches Wissen beziehungsweise naturwissenschaftliches Alltagswissen nutzen, um Aspekte bekannter oder sehr einfacher naturwissenschaftlicher Phänomene zu erkennen. Sie sind in der Lage einfache Muster in Daten sowie grundlegende naturwissenschaftliche Begriffe zu erkennen und expliziten Instruktionen zu folgen, um eine wissenschaftliche Arbeitsweise auszuführen.

5.2 Naturwissenschaftliche Kompetenz im internationalen Vergleich

Im Folgenden werden die naturwissenschaftlichen Kompetenzen der Schüler*innen aus Deutschland im internationalen Vergleich berichtet. Zunächst werden die Mittelwerte und Streuungsindikatoren der OECD-Staaten, die an PISA 2022 teilgenommen haben, dargestellt. Anschließend werden die Verteilung der Jugendlichen auf die Kompetenzstufen sowie Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen berichtet. Zudem wird auf Unterschiede zwischen den Schularten in Deutschland eingegangen und der Verlauf der naturwissenschaftlichen Kompetenz im Vergleich zu vorherigen PISA-Erhebungen analysiert.

5.2.1 Mittelwerte und Streuungen der naturwissenschaftlichen Kompetenz im internationalen Vergleich

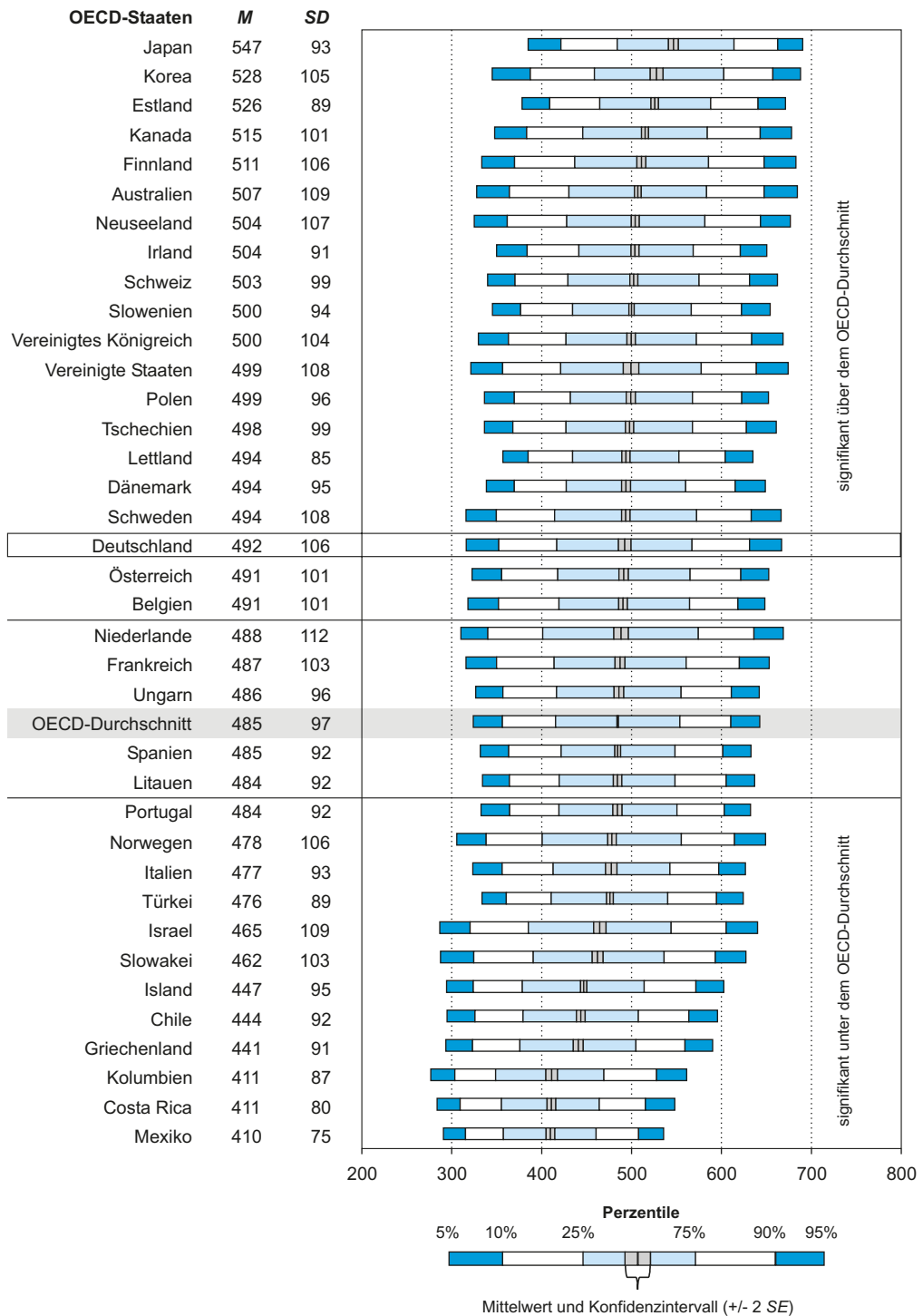
Die durchschnittliche naturwissenschaftliche Kompetenz der Schüler*innen in den 37 OECD-Staaten liegt in PISA 2022 bei 485 Punkten (vgl. Abbildung 5.5.; Abbildung 5.5web für die OECD-Partnerstaaten). Anhand dieses Mittelwertes und dessen Streuung können die OECD-Staaten in drei Gruppen eingeteilt werden: Staaten, deren Mittelwerte signifikant über oder unter dem OECD-Durchschnitt liegen und Staaten, deren Mittelwerte sich nicht signifikant vom OECD-Durchschnitt unterscheiden. Die Staaten sind entsprechend jeweils über oder unterhalb der Linienmarkierung in Abbildung 5.5 dargestellt. Deutschland liegt mit einem Mittelwert von 492 Punkten signifikant über dem Durchschnitt der OECD-Staaten. Insgesamt haben die Schüler*innen in 20 Staaten eine mittlere naturwissenschaftliche Kompetenz, die signifikant über dem OECD-Durchschnitt liegt. Die Spitzengruppe umfasst Japan (547 Punkte), Korea (528 Punkte) und Estland (525 Punkte), wobei Japan in PISA 2022 auch signifikant besser abschneidet als Estland und Korea. In diesen Staaten erreichen die Fünfzehnjährigen im Mittel auch eine naturwissenschaftliche Kompetenz, die signifikant höher ist als die Kompetenz der Schüler*innen in Deutschland. Insgesamt erreichen Schüler*innen in zehn OECD-Staaten eine signifikant höhere durchschnittliche naturwissenschaftliche Kompetenz als die Schüler*innen in Deutschland, darunter auch die Schweiz (503 Punkte), Finnland (511 Punkte) und Slowenien (500 Punkte). Die naturwissenschaftliche Kompetenz von Schüler*innen in Deutschland ist vergleichbar mit der Kompetenz der Schüler*innen in Schweden (494 Punkte), Österreich (491 Punkte) und Dänemark (494 Punkte). Somit ist die naturwissenschaftliche Kompetenz in Deutschland auch in PISA 2022 international anschlussfähig, erreicht jedoch erneut, wie auch schon in PISA 2015 und PISA 2018, nicht die Mittelwerte der Spitzengruppe. In sechs OECD-Staaten unterscheidet sich der Mittelwert nicht signifikant vom OECD-Durchschnitt, darunter Frankreich (487 Punkte) und Portugal (484 Punkte). Insgesamt erreichen die Schüler*innen in elf OECD-Staaten

einen Mittelwert, der signifikant unter dem OECD-Durchschnitt liegt, darunter Costa Rica (411 Punkte), Kolumbien (411 Punkte) und Mexiko (410 Punkte).

Neben den Mittelwerten ist es aufschlussreich, die Streuung (Standardabweichung *SD*) der naturwissenschaftlichen Kompetenz zu vergleichen. Diese gibt Auskunft darüber, wie groß die Unterschiede in der naturwissenschaftlichen Kompetenz der Schüler*innen innerhalb der einzelnen Staaten sind. Die Streuung in Deutschland beträgt 106 Punkte und ist damit größer als die durchschnittliche Streuung der OECD-Länder (*SD* = 97). Die Streuung in Deutschland ist vergleichbar mit der Streuung in Norwegen (*SD* = 106) und Finnland (*SD* = 106). Ein ähnlich hoher Wert für die Streuung zeigt sich auch in Australien (*SD* = 109) und Israel (*SD* = 109), wobei jedoch die Mittelwerte der naturwissenschaftlichen Kompetenz in Australien (*M* = 507) und Israel (*M* = 465) deutlich höher beziehungsweise niedriger ausgeprägt sind als in Deutschland. In den Staaten Lettland (*M* = 494, *SD* = 85) und Japan (*M* = 547, *SD* = 93) fällt die Streuung hingegen geringer aus als in Deutschland. Diese geringe Streuung gibt einen Hinweis darauf, dass die naturwissenschaftliche Kompetenz der Schüler*innen in diesen Staaten homogener ist als in Staaten mit einer hohen Streuung. Das bedeutet konkret, dass man aufgrund der geringen Streuung in Ländern wie Lettland oder Japan davon ausgehen kann, dass die Förderung der naturwissenschaftlichen Kompetenz in diesen Staaten auch in der Breite beziehungsweise im unteren Leistungsbereich gut gelingt. In der Zusammenschau zeigt sich für Deutschland hingegen, dass zwar der Mittelwert der Schüler*innen in Deutschland signifikant über dem OECD-Durchschnitt liegt, allerdings nach wie vor Potenzial für eine verstärkte Breitenförderung besteht.

Zur Analyse der Bandbreite der naturwissenschaftlichen Kompetenz von Schüler*innen sind in Abbildung 5.5 zusätzlich die Perzentilbänder dargestellt. Das 5-Prozent-Perzentil gibt dabei den Kompetenzwert an, den 95 Prozent aller Schüler*innen in einem Staat erreichen oder übertreffen. Im Vergleich dazu gibt das 95-Prozent-Perzentil den Kompetenzwert an, den die 5 Prozent der leistungsstärksten Schüler*innen innerhalb eines Staates übertreffen. Für Deutschland zeigt sich hier ein auffällig niedriges 5-Prozent-Perzentil von 316 Punkten, das unter dem OECD-Durchschnitt von 324 Punkten liegt. Zusätzlich liegt das 5-Prozent-Perzentil von Schüler*innen in Deutschland unter dem 5-Prozent-Perzentil von leistungsschwächeren Staaten wie der Türkei (334 Punkte, *M* = 476) oder Italien (323 Punkte, *M* = 477). In leistungsstarken Staaten ist das 5-Prozent-Perzentil vergleichsweise hoch, wie zum Beispiel in Japan (385 Punkte) oder in Estland (378 Punkte). Das bedeutet, dass auch die leistungsschwächsten Schüler*innen innerhalb dieser Staaten eine vergleichsweise hohe naturwissenschaftliche Kompetenz aufweisen. Positiv fällt Deutschland hinsichtlich des 95-Prozent-Perzentils auf. Hier liegt der Wert mit 667 Punkten auf beziehungsweise sogar über dem Niveau von Staaten, in denen die Schüler*innen im Mittel höhere Werte in der naturwissenschaftlichen Kompetenz erreicht haben, wie zum Beispiel in Irland (650 Punkte) oder Estland (671 Punkte). Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse in PISA 2022 für Deutschland, dass die Gruppe der leistungsstarken Schüler*innen im internationalen Vergleich hohe naturwissenschaftliche Kompetenzen aufweist. Gleichzeitig erreichen die leistungsschwachen Schü-

Abbildung 5.5: Mittelwerte, Streuungen und Perzentilbänder der naturwissenschaftlichen Kompetenz der OECD-Staaten



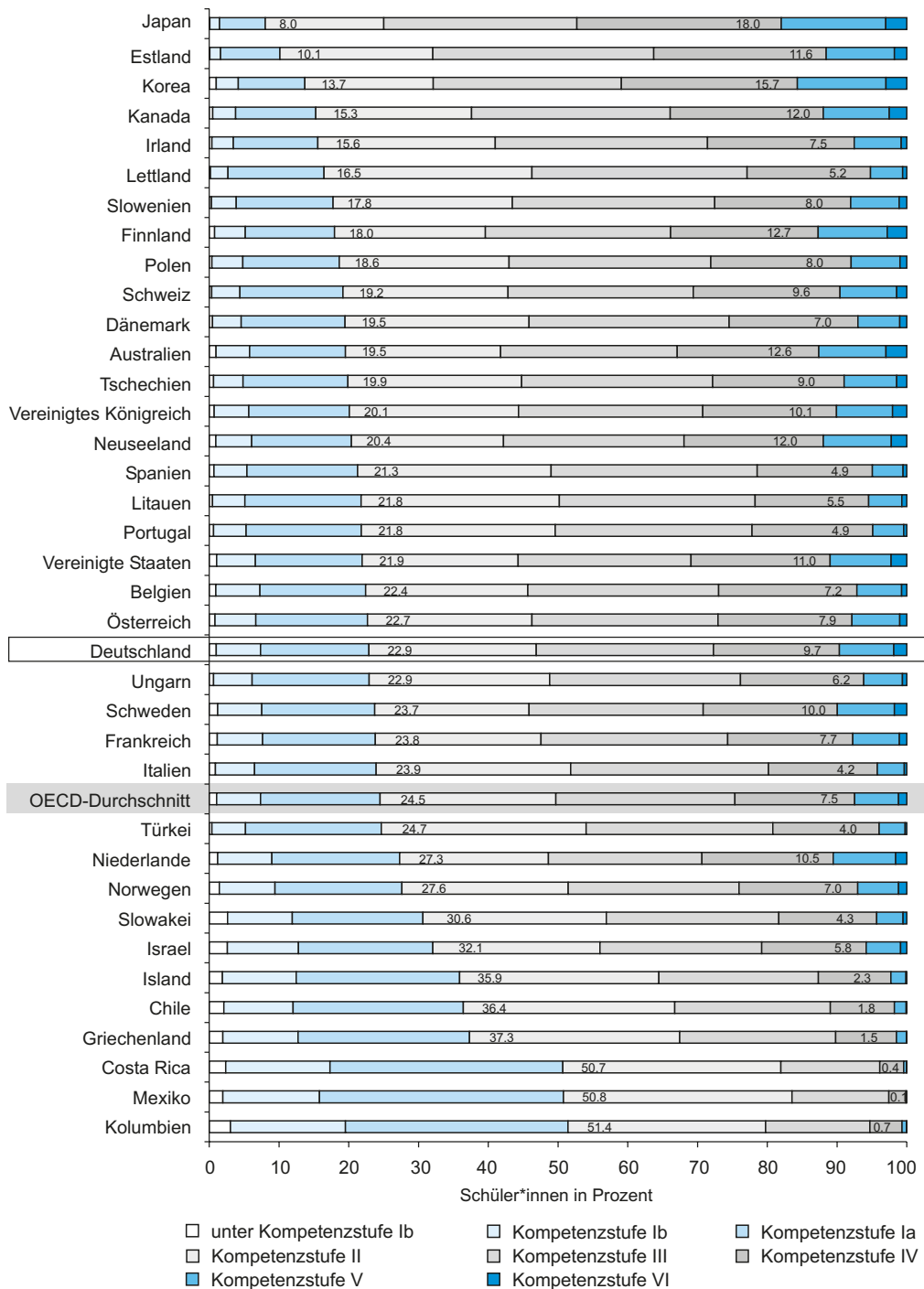
ler*innen in Deutschland im internationalen Vergleich niedrige Kompetenzwerte, die gegebenenfalls nicht ausreichen, um erfolgreich an einer naturwissenschaftlich-technisch geprägten Gesellschaft teilzuhaben.

5.2.2 Verteilung auf den Stufen der naturwissenschaftlichen Kompetenz

In PISA werden für die naturwissenschaftliche Kompetenz die Kompetenzstufen Ib bis VI definiert (vgl. Tabelle 5.2). Eine Betrachtung der Verteilung der Schüler*innen auf den Kompetenzstufen ermöglicht eine inhaltliche Interpretation der naturwissenschaftlichen Kompetenz innerhalb eines Staates. Diejenigen Schüler*innen mit hoher naturwissenschaftlicher Kompetenz (Kompetenzstufe V–VI) zeigen besonderes Potenzial in naturwissenschaftlich-technischen Bereichen. Die Gruppe der Schüler*innen mit niedriger naturwissenschaftlicher Kompetenz (unterhalb der Kompetenzstufe II) erfordert hingegen besondere Aufmerksamkeit und Förderbedarf. Diese Schüler*innen laufen Gefahr, den heutigen Anforderungen in Beruf, Gesellschaft und Alltag nicht gerecht zu werden. Schüler*innen unterhalb der Kompetenzstufe II sind beispielsweise nicht in der Lage, bekannte naturwissenschaftliche Phänomene zu erklären sowie zwischen naturwissenschaftlichen und nicht naturwissenschaftlichen Inhalten zu unterscheiden. Die Verteilung der Schüler*innen auf den Kompetenzstufen ist in Abbildung 5.6 für alle OECD-Staaten (vgl. auch Abbildung 5.6web im Anhang für die OECD-Partnerstaaten) dargestellt.

In Deutschland erreichen knapp zehn Prozent (9.7%) der Fünfzehnjährigen die höchsten Kompetenzstufen V und VI. Schüler*innen auf diesen Kompetenzstufen können komplexe naturwissenschaftliche Ideen anwenden, erklärende Hypothesen aufstellen, Daten interpretieren, relevante Informationen identifizieren und Experimente oder Studien bewerten. Im Vergleich zum OECD-Durchschnitt (7.5%) erbringen damit in Deutschland signifikant mehr Jugendliche Spitzenleistungen in den Naturwissenschaften. Dieser Anteil ist vergleichbar mit anderen Staaten oberhalb des OECD-Durchschnittes, wie beispielsweise Schweden (10%) oder der Schweiz (9.6%) wobei die durchschnittliche naturwissenschaftliche Kompetenz der Schüler*innen in Schweden und der Schweiz über jener der Schüler*innen in Deutschland liegt. In Japan (18%) und Korea (knapp 16%), Staaten, die zur OECD-Spitzengruppe gehören, ist der Anteil besonders leistungsstarker Schüler*innen signifikant größer als in Deutschland. Konträr dazu erreicht knapp ein Viertel der Schüler*innen in Deutschland (23%) nicht die Kompetenzstufe II. Diese Schüler*innen können maximal Alltagswissen anwenden, offensichtliche naturwissenschaftliche Fragestellungen identifizieren und einfache (angeleitete) Experimente durchführen, was nicht ausreicht, um erfolgreich an einer naturwissenschaftlich-technisch geprägten Gesellschaft teilzuhaben. Dieser Anteil ist zwar vergleichbar mit dem OECD-Durchschnitt von 24.5 Prozent, jedoch erreichen in Staaten mit einer ähnlich ausgeprägten naturwissenschaftlichen Kompetenz wie in Deutschland, zum Beispiel Dänemark (19.5%) oder Lettland (16.5%) signifikant weniger Schüler*in-

Abbildung 5.6: Prozentuale Anteile von Schüler*innen auf den Kompetenzstufen Ib–VI



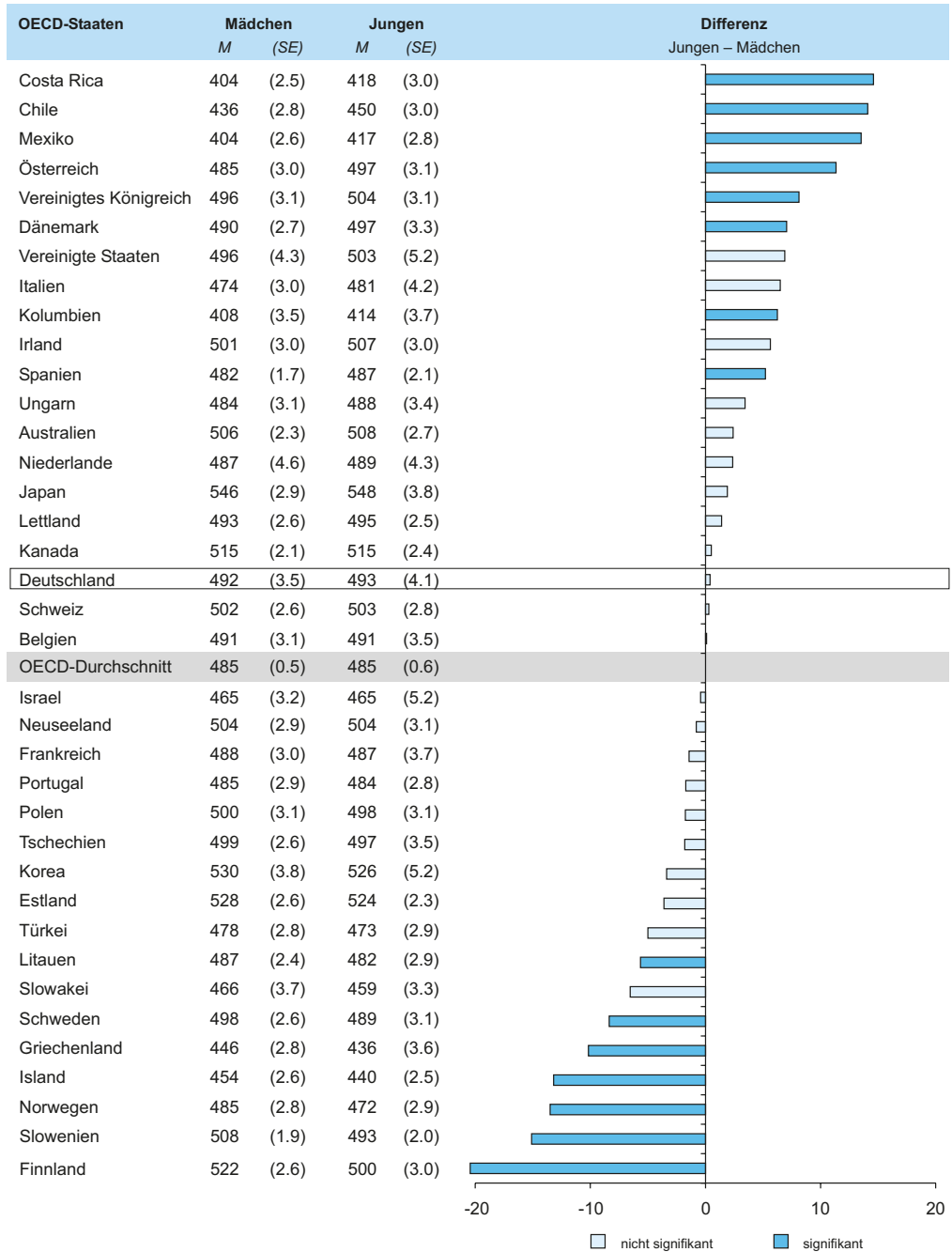
nen ausschließlich die unteren Kompetenzstufen. Somit ergibt sich für Deutschland ein relativ hoher Anteil an leistungsschwachen Schüler*innen. Vergleichbar ist die Situation in Österreich (23%) und Belgien (22%), die ebenfalls einen hohen Anteil leistungsschwacher Schüler*innen aufweisen. Besonders Staaten mit leistungsstarken Schüler*innen weisen demgegenüber einen relativ geringen Anteil an Schüler*innen auf den untersten Kompetenzstufen auf, wie beispielsweise Japan mit 8 Prozent und Estland mit 10 Prozent. Eine Ausnahme bildet Neuseeland ($M = 504$) – zwar haben die Schüler*innen hier im Mittel eine signifikant höhere naturwissenschaftliche Kompetenz als die Schüler*innen in Deutschland, jedoch zeigt sich auch hier ein hoher Anteil an leistungsschwachen Schüler*innen von 20 Prozent.

Die Ergebnisse legen für Deutschland nahe, dass die naturwissenschaftliche Kompetenz – wie auch schon in PISA 2018 – international anschlussfähig ist. Differenzierte Analysen verdeutlichen zudem, dass die Spitzenförderung der Schüler*innen in Deutschland weiterhin gut gelingt. Gleichzeitig ist die Anzahl der Schüler*innen in Deutschland auf den unteren Kompetenzstufen mit knapp einem Viertel hoch. Dies ist zwar vergleichbar mit dem OECD-Durchschnitt, zeigt jedoch erneut, dass die notwendige Breitenförderung im Sinne einer naturwissenschaftlichen Kompetenz für alle Schüler*innen in Deutschland nicht erreicht wird.

5.2.3 Geschlechterdifferenzen in der naturwissenschaftlichen Kompetenz

Die gleichmäßige Förderung von Mädchen und Jungen im Bereich der Naturwissenschaften ist ein zentrales Ziel der Bildungspolitik. Deshalb untersucht PISA regelmäßig, inwiefern Mädchen und Jungen sich in ihrer Kompetenz in den verschiedenen Domänen unterscheiden. In den Naturwissenschaften gibt es in 22 der 37 OECD-Staaten keinen statistisch bedeutsamen Unterschied zwischen Mädchen und Jungen, auch in Deutschland sind Jungen und Mädchen gleich auf (Abbildung 5.7). In sieben OECD-Staaten erreichen Mädchen signifikant höhere mittlere Kompetenzwerte, wobei der Unterschied zugunsten der Mädchen in Finnland am höchsten ist (22 Punkte). In PISA 2022 schneiden insgesamt in acht OECD-Staaten die Jungen signifikant besser als die Mädchen ab. Hier ist der Unterschied zugunsten der Jungen in Chile sowie in Costa Rica mit jeweils 14 Punkten am höchsten. Insgesamt zeigen die Ergebnisse jedoch, dass in den meisten OECD-Staaten eine gleichmäßige Förderung von Mädchen und Jungen in den Bereichen der Naturwissenschaften relativ gut gelingt.

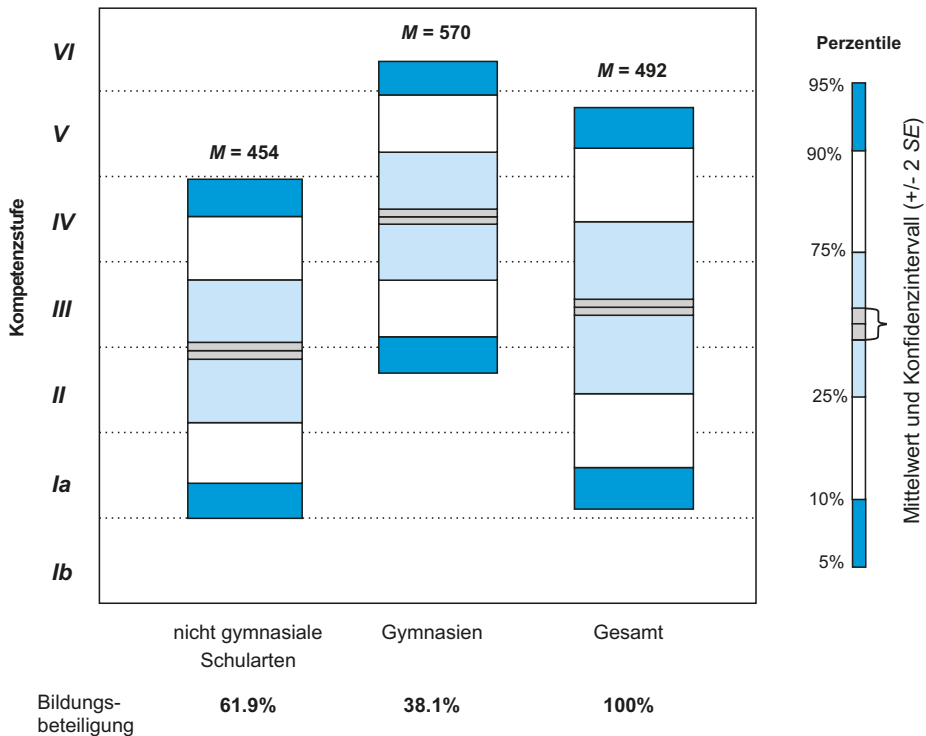
Abbildung 5.7: Mittelwerte naturwissenschaftlicher Kompetenz nach Geschlecht in den OECD-Staaten



5.3 Die naturwissenschaftliche Kompetenz in Deutschland: Unterschiede zwischen Schularten

Abbildung 5.8 zeigt die naturwissenschaftliche Kompetenz von Fünfzehnjährigen an Gymnasien und nicht gymnasialen Schularten¹. Während Schüler*innen an nicht gymnasialen Schulen einen Mittelwert von 454 erreichen ($SD = 90$), erreichen Schüler*innen an Gymnasien einen Mittelwert von 570 Punkten ($SD = 83$). Somit liegt der Mittelwert der Gymnasiast*innen circa eine Standardabweichung oder eineinhalb Kompetenzstufen über dem Mittelwert der Schüler*innen an nicht gymnasialen Schulen. Dennoch zeigen sich auch Überlappungen der Kompetenzverteilungen. Circa 13 Prozent der Schüler*innen an nicht gymnasialen Schularten erreichen ein Kompetenzniveau, das über dem Mittelwert der Schüler*innen an Gymnasien liegt. Die meisten Schüler*innen an Gymnasien (81 %) erreichen die Kompetenzstufen III–V, wobei 22 Prozent der Schüler*innen sogar die Spitzenkompetenzstufen V und VI erreichen. Nur 3 Prozent der Gymnasiast*innen erreichen nicht die Kompetenzstufe II, welche als das Mindestmaß für die

Abbildung 5.8: Perzentilbänder naturwissenschaftlicher Kompetenz in Deutschland für die Gesamtstichprobe und nach Schulart



1 Nicht gymnasiale Schularten setzen sich zusammen aus Hauptschulen (oder ähnlichen Schularten), Integrierten Gesamtschulen, Realschulen (oder ähnlichen Schularten) und Schulen mit mehreren Bildungsgängen

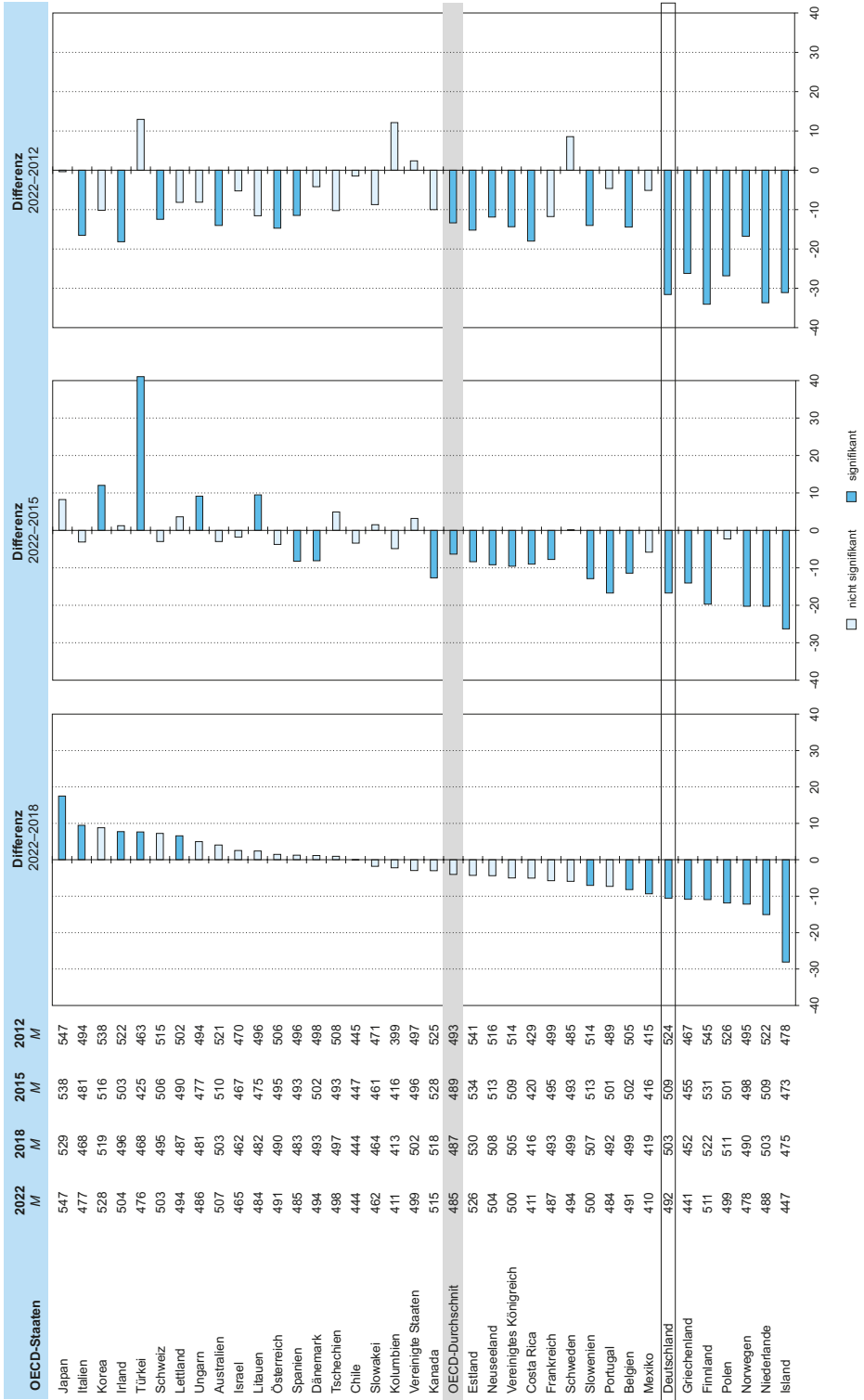
naturwissenschaftliche Grundbildung betrachtet werden kann. Im Vergleich dazu erreichen deutlich mehr Schüler*innen an nicht gymnasialen Schulen, nämlich 32 Prozent, nicht die Kompetenzstufe II. Gleichzeitig erreichen lediglich 3 Prozent der Schüler*innen an nicht gymnasialen Schulen die oberen Kompetenzstufen V und VI. Folglich lässt sich festhalten, dass die Förderung der naturwissenschaftlichen Kompetenz an Gymnasien relativ gut gelingt, jedoch weiterhin Herausforderungen für die unabdingbare naturwissenschaftliche Grundbildung an nicht gymnasialen Schulen bestehen bleiben.

5.4 Die Veränderung der naturwissenschaftlichen Kompetenz zu vorherigen PISA-Erhebungen

Die Veränderungen der naturwissenschaftlichen Kompetenz, sogenannte Trends, sind von besonderem Interesse, da sie Rückschlüsse auf die Wirkung von Maßnahmen zur Kompetenzförderung zulassen. Abbildung 5.9 und Abbildung 5.10 stellen die Veränderung der naturwissenschaftlichen Kompetenz zu vorherigen PISA-Erhebungen dar, sowohl international als auch spezifisch für Deutschland. Insgesamt zeigt sich in PISA 2022 für zehn OECD-Staaten eine signifikante Abnahme der naturwissenschaftlichen Kompetenz im Vergleich zu PISA 2018, darunter auch Deutschland. In Deutschland ist im Vergleich zu PISA 2018 die Leistungsabnahme signifikant. Auch der OECD-Durchschnitt (-2 Punkte) ist gesunken, jedoch nicht signifikant. In Deutschland liegt die Abnahme bei 11 Kompetenzpunkten im Vergleich zu PISA 2018 und ist somit vergleichbar mit der Abnahme an Kompetenzpunkten in Finnland (-11 Punkte) und Polen (-12 Punkte). Lediglich vier OECD-Staaten zeigen eine größere Abnahme in der naturwissenschaftlichen Kompetenz als Deutschland, darunter die Niederlande (-15 Punkte) und Island (-28 Punkte). Interessanterweise zeigt sich auch für fünf OECD-Staaten ein signifikanter Leistungszuwachs seit PISA 2018. Darunter befindet sich der Spitzenreiter Japan (17 Punkte), aber auch Staaten, deren naturwissenschaftliche Kompetenz der Schüler*innen unter dem OECD-Durchschnitt liegt wie Italien (9 Punkte) oder die Türkei (8 Punkte).

Auch im Vergleich zu PISA 2015 ergibt sich in PISA 2022 eine signifikante Abnahme der naturwissenschaftlichen Kompetenz für 18 OECD-Staaten, darunter auch Deutschland mit 17 Punkten. Im Vergleich zu PISA 2015 lässt sich ebenfalls feststellen, dass lediglich vier OECD-Staaten mehr Kompetenzpunkte verloren haben als die Schüler*innen in Deutschland, wobei auch hier die Niederlande (-20 Punkte) und Island (-26 Punkte) die größte Leistungsabnahme aufzeigen. Für vier OECD-Staaten zeigt sich im Vergleich zu PISA 2015 eine signifikante Verbesserung, wobei diese am deutlichsten in der Türkei mit 50 Punkten ausgeprägt ist. Im Vergleich zu PISA 2015 und PISA 2018, welche als belastbare Referenzpunkte gelten, wird deutlich, dass Deutschland in PISA 2022 jeweils zu den Staaten gehört, die mit am meisten Leistungspunkte in der naturwissenschaftlichen Kompetenz verloren haben. Im Vergleich zu PISA 2012 zeigt

Abbildung 5.9: Mittelwerte der naturwissenschaftlichen Kompetenz in PISA 2012, 2018 und 2022 in den OECD-Staaten



sich in PISA 2022 interessanterweise für alle OECD-Staaten keine signifikante Verbesserung der naturwissenschaftlichen Kompetenz, auch schneiden 19 OECD-Staaten in PISA 2022 signifikant schlechter ab als in PISA 2012. Dieses Ergebnis muss jedoch aufgrund der Umstellung auf computerbasierte Testung seit PISA 2015 mit Vorsicht interpretiert werden.

Abbildung 5.10 stellt den Verlauf der mittleren naturwissenschaftlichen Kompetenz in Deutschland und den Verlauf des OECD-Durchschnitts dar. Die Naturwissenschaften waren 2015 das zweite Mal die Hauptdomäne. Dabei wurden nicht nur die Rahmenkonzeption, sondern auch die Testaufgaben und Prozeduren auf eine computerbasierte Testung modifiziert (vgl. Goldhammer et al., 2019). Studien haben belegt, dass die Umstellung auf computerbasiertes Testen die Aufgaben im Mittel schwieriger für die Schüler*innen gemacht hat (Robitzsch et al., 2017), wobei die Art und Weise, wie dieser Moduseffekt berücksichtigt wird, bei der Interpretation der Veränderung der naturwissenschaftlichen Kompetenz vor PISA 2015 beachtet werden muss (in Abbildung 5.10 markiert durch unterschiedliche Formen der Diagrammpunkte). Der Verlauf zeigt seit PISA 2012 deskriptiv einen Abwärtstrend, der jedoch erst im Vergleich von PISA 2018 zu PISA 2022 erstmals auch statistisch signifikant geworden ist.

Abbildung 5.10: Veränderung der mittleren naturwissenschaftlichen Kompetenz von 2006 bis 2022 in Deutschland

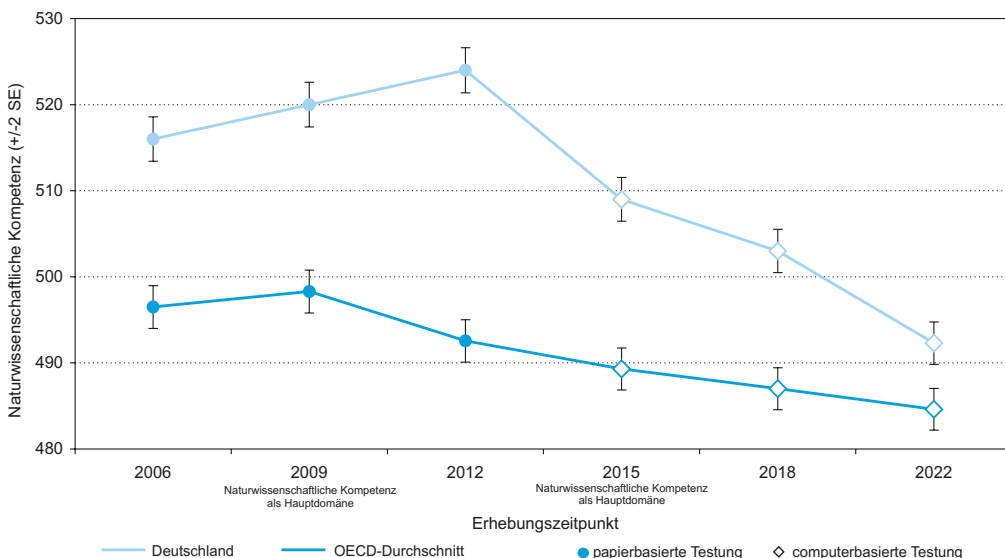


Tabelle 5.3 stellt den Verlauf der naturwissenschaftlichen Kompetenz für Deutschland nach Geschlecht und Schulart seit PISA 2015 dar. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass der Kompetenzrückgang von PISA 2015 im Vergleich zu PISA 2022 in den Naturwissenschaften gleichermaßen Mädchen und Jungen wie Schüler*innen an Gymnasien und

nicht gymnasialen Schularten betroffen hat. Seit PISA 2018 zeigt sich sowohl für Mädchen als auch für Schüler*innen an Gymnasien und nicht gymnasialen Schularten ein signifikanter Leistungsrückgang. Es zeigt sich seit PISA 2018 auch ein Leistungsabstieg für die Jungen, der jedoch knapp nicht mehr signifikant ist.

Tabelle 5.3: Naturwissenschaftliche Kompetenz in Deutschland in PISA 2022, 2018, 2015 für die Gesamtstichprobe und getrennt nach Geschlecht und Schulart

	2022				2018				2015			
	M	(SE)	SD	(SE)	M	(SE)	SD	(SE)	M	(SE)	SD	(SE)
Mädchen	492	(3.5)	103	(1.9)	504	(3.3)	98	(2.1)	504	(3.2)	97	(1.6)
Jungen	493	(4.1)	110	(1.9)	502	(3.2)	107	(1.8)	514	(2.8)	93	(1.6)
Nicht gymnasiale Schularten	454	(3.7)	90	(1.4)	466	(3.1)	90	(1.9)	476	(3.0)	86	(1.5)
Gymnasium	570	(3.3)	83	(1.7)	579	(2.5)	76	(1.6)	585	(2.6)	75	(2.0)
Gesamtstichprobe	492	(3.5)	106	(1.5)	503	(2.9)	103	(1.6)	509	(2.7)	99	(1.5)

Anmerkung: Statistisch signifikante Unterschiede zu PISA 2022 ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben.

Tabelle 5.4 zeigt die Entwicklung des prozentualen Anteils der Schüler*innen, die sich unter Kompetenzstufe II beziehungsweise auf den Kompetenzstufen V und VI befinden, getrennt nach der Schulart. Während Kompetenzstufe II als kritische Hürde gesehen werden kann, um ein lebenslanges Lernen in den Naturwissenschaften zu gewährleisten, zeigen Schüler*innen auf den Kompetenzstufen V und VI großes Potenzial für eine Karriere im naturwissenschaftlich-technischen Bereich. Die Ergebnisse veranschaulichen einen Anstieg an Schüler*innen unter Kompetenzstufe II, wovon gerade Schüler*innen an nicht gymnasialen Schularten besonders betroffen sind. Während sowohl in PISA 2015 als auch in PISA 2018 knapp ein Viertel der Schüler*innen an nicht gymnasialen Schularten Kompetenzstufe II nicht erreicht hat, so ist es bei PISA 2022 bereits knapp ein Drittel und somit signifikant mehr. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei den Schüler*innen an Gymnasien – zwar erreichen nur circa 3 Prozent der Schüler*innen an Gymnasien nicht die Kompetenzstufe II, jedoch sind das gleichzeitig knapp doppelt so viele Schüler*innen im Vergleich zu PISA 2018 (1.6%) und PISA 2015 (1.4%). Im Gegensatz dazu erreicht weiterhin – wie auch schon in PISA 2018 – knapp ein Viertel der Schüler*innen an Gymnasien die Kompetenzstufen V und VI. Mit Referenz zu PISA 2022 konnten jedoch in PISA 2015 signifikant mehr Schüler*innen (26%) die obersten Kompetenzstufen V und VI erreichen. Die Zusammenschau der Befunde legt nahe, dass Schüler*innen an nicht gymnasialen Schularten gefährdet sind, den Anforderungen einer naturwissenschaftlich-technischen Gesellschaft nicht gerecht zu werden. Gleichzeitig zeigt sich für Schüler*innen an Gymnasien, dass zwar ein Viertel von ihnen die höchsten Kompetenzstufen V und VI erreicht, auch hier jedoch ein Rückgang zu verzeichnen ist.

Tabelle 5.4: Kompetenzstufen I sowie V und VI in Deutschland in PISA 2022, 2018, 2015 für die Gesamtstichprobe und Schularten

	2022		2018		2015	
	Unter Kompetenzstufe II		Unter Kompetenzstufe II		Unter Kompetenzstufe II	
	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)
Nicht gymnasiale Schularten	31.9	(1.6)	27.5	(1.5)	22.7	(1.3)
Gymnasium	2.9	(0.5)	1.6	(0.4)	1.4	(0.3)
Gesamtstichprobe	22.9	(1.2)	19.6	(1.0)	17.0	(1.0)
	2022		2018		2015	
	Auf den Kompetenzstufen V & VI		Auf den Kompetenzstufen V & VI		Auf den Kompetenzstufen V & VI	
	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)
Nicht gymnasiale Schularten	2.6	(0.4)	2.6	(0.4)	3.0	(0.4)
Gymnasium	22.4	(1.4)	23.7	(1.3)	26.0	(1.3)
Gesamtstichprobe	9.7	(0.7)	10.0	(0.6)	10.6	(0.6)

Anmerkung: Statistisch signifikante Unterschiede zu PISA 2022 ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben.

5.5 Diskussion und Zusammenschau der Ergebnisse

Auch in PISA 2022 liegt die naturwissenschaftliche Kompetenz der Schüler*innen in Deutschland über dem OECD-Durchschnitt. Die naturwissenschaftliche Kompetenz ist damit wie auch schon in vorherigen PISA-Erhebungen international anschlussfähig, auch wenn Deutschland erneut nicht zu den Leistungen der Spitzenstaaten wie Japan oder Korea aufschließen kann. Im Vergleich zur letzten Erhebungsrunde der PISA-Studie in 2018 fällt die naturwissenschaftliche Kompetenz der Schüler*innen in Deutschland jedoch das erste Mal signifikant niedriger aus. Dies gilt allerdings nicht nur für Deutschland, sondern auch für neun weitere OECD-Staaten, deren Mittelwerte der naturwissenschaftlichen Kompetenz sowohl über als auch unter dem Mittelwert für Deutschland liegen. Der Leistungsrückgang zeigt sich in PISA 2022 international aber nicht durchgängig. Fünf OECD-Staaten haben in PISA 2022 signifikant besser abgeschnitten als in PISA 2018. Somit kann man international nicht von einem allgemeinen Leistungsrückgang in den Naturwissenschaften sprechen. Gleichzeitig zeichnet sich jedoch für einen Großteil der OECD-Staaten ein deutliches Bild ab, das mit Blick auf die Corona-Pandemie und den damit weltweit einhergegangenen Schulschließungen und Unterrichtsausfällen wohl erwartungskonform ausfällt. Diese Annahme kann zudem durch den Leistungsrückgang sowohl in PISA 2022 für die Domänen Mathematik (vgl. Kapitel 3) und Lesen (vgl. Kapitel 6) als auch in Bezug auf die Befunde des aktuellen IQB-Bildungstrends untermauert werden, indem auch hier negative Entwicklungen berichtet werden

(Stanat et al., 2023). Zusammengefasst veranschaulichen die Befunde für Deutschland im internationalen Vergleich, dass die mittlere naturwissenschaftliche Kompetenz der Schüler*innen in Deutschland erneut über dem OECD-Durchschnitt liegt. Gleichzeitig zeigt sich für Deutschland seit PISA 2012 – zumindest deskriptiv – ein Abwärtstrend in der naturwissenschaftlichen Kompetenz, der nun in PISA 2022 das erste Mal auch statistisch belastbar ist.

Während eine gleichmäßige Förderung von Mädchen und Jungen sowohl international als auch in Deutschland gut gelingt, bleibt jedoch die Breitenförderung eine Herausforderung. Im internationalen Vergleich scheint die Spitzenförderung in Deutschland vergleichsweise gut zu gelingen, beispielsweise erreichen knapp 10 Prozent der Schüler*innen in Deutschland die höchsten Kompetenzstufen V und VI, während dies im OECD-Durchschnitt nur 7.5 Prozent der Schüler*innen gelingt. Gleichzeitig erreicht in Deutschland knapp ein Viertel der Schüler*innen nicht die Kompetenzstufe II, die als Mindestmaß an naturwissenschaftlicher Grundbildung für die naturwissenschaftlich-technisch geprägte Gesellschaft gilt. Das Problem wird noch einmal deutlicher, wenn man die Schularten berücksichtigt. Besonders bei Schüler*innen an nicht gymnasialen Schularten ist die Breitenförderung ausbaufähig. Hier erreichen knapp 32 Prozent der Schüler*innen nicht die Kompetenzstufe II, was auch einen signifikanten Anstieg seit PISA 2018 darstellt.

Vor dem Hintergrund des signifikanten Leistungsrückgangs in Deutschland in PISA 2022 und der Notwendigkeit der besseren Breitenförderung lassen sich somit für PISA 2025 Möglichkeiten identifizieren, um beispielsweise genauer zu analysieren, ob der Leistungsrückgang in bestimmten Teilbereichen der naturwissenschaftlichen Kompetenz besonders präsent ist. Da in PISA 2025 die naturwissenschaftliche Kompetenz die Hauptdomäne sein wird, werden zusätzlich motivationale Aspekte sowie Faktoren der Unterrichtsqualität erfasst. Zudem wird die Rahmenkonzeption überarbeitet, wobei die Nutzung, Recherche und Bewertung wissenschaftlicher Informationen als Handlungsgrundlage ein zentraler Bestandteil ist und weniger die Relevanz von reinem Inhaltswissen adressiert wird (OECD, 2023). Motivationale Aspekte sowie die Unterrichtsqualität des naturwissenschaftlichen Unterrichts stehen bereits seit geraumer Zeit im Fokus zur Förderung der naturwissenschaftlichen Kompetenz. Forschungsergebnisse haben hier wiederholt aufgezeigt, dass sowohl motivationale Faktoren (z. B. Schiepe-Tiska et al., 2016b) als auch die Unterrichtsqualität (z. B. Aditomo & Klieme, 2020), wie beispielsweise forschungsorientierte Unterrichtspraktiken unter bestimmten Voraussetzungen die naturwissenschaftliche Kompetenz von Schüler*innen fördern können. Angesichts dieser Erkenntnisse ist es zentral, weiterhin Evidenz aus Forschungsergebnissen in den Bildungsbereich zu integrieren, um den Handlungsbedarf in der Breitenförderung für die naturwissenschaftliche Kompetenz der Schüler*innen in Deutschland zu präzisieren. Es bleibt offen, inwiefern durch aktuelle Herausforderungen, wie beispielsweise den Lehrkräftemangel in Deutschland (KMK, 2021), diese Ziele auch umgesetzt werden können.

Literatur

- Aditomo, A., & Klieme, E. (2020). Forms of inquiry-based science instruction and their relations with learning outcomes: evidence from high and low-performing education systems. *International Journal of Science Education*, 42(4), 504–525. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1716093>
- Baumert, J., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U., Schneider, W., Stanat, P., Tillmann, K. J., & Weiß, M. (2001). *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*. VS Verlag für Sozialwissenschaften. <https://doi.org/10.1007/978-3-322-83412-6>
- Bybee, R. W. (1993). *Reforming science education: Social perspectives and personal reflections*. Teachers College Press.
- DeMars, C. (2010). *Item Response Theory: Understanding statistics measurement*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195377033.001.0001>
- Demuth, R., Gräsel, C., Parchmann, I., & Ralle, B. (Hrsg.). (2008). *Chemie im Kontext: Von der Innovation zur nachhaltigen Verbreitung eines Unterrichtskonzepts*. Waxmann.
- Goldhammer, F., Harrison, S., Bürger, S., Kroehne, U., Lüdtke, U., Robitzsch, A., Köller, O., Heine, J. H., & Mang, J. (2019). Vertiefende Analysen zur Umstellung des Modus von Papier auf Computer. In K. Reiss, M. Weis, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2018. Grundbildung im internationalen Vergleich* (S. 163–186). Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830991007>
- KMK. (2009). *Empfehlung der Kultusministerkonferenz zur Stärkung der mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bildung*. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2009/2009_05_07-Empf-MINT.pdf
- KMK. (2021). *Lehrkräfte in Mangelfächern – Ergebnisse einer Umfrage der Kultusministerkonferenz*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_12_09-Lehrkraefte-Mangelfaecher.pdf
- Müller, K., Gartmeier, M., & Prenzel, M. (2013). Kompetenzorientierter Unterricht im Kontext nationaler Bildungsstandards. *Bildung und Erziehung*, 66(2), 127–144. <https://doi.org/10.7788/bue.2013.66.2.127>
- OECD. (2017). PISA 2015 science framework. In OECD (Hrsg.), *PISA 2015 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematics, financial literacy and collaborative problem solving* (S. 19–48). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264281820-3-en>.
- OECD. (2023). Science framework 2025. <https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/>
- Prenzel, M., Friedrich, A., & Stadler, M. A. (2009). *Von SINUS lernen: Wie Unterrichtsentwicklung gelingt*. Klett/Kallmeyer.
- Robitzsch, A., Lüdtke, O., Köller, O., Kröhne, U., Goldhammer, F., & Heine, J.-H. (2017). Herausforderungen bei der Schätzung von Trends in Schulleistungsstudien. *Diagnostica*, 63, 148–165. <https://doi.org/10.1026/0012-1924/a00017>
- Sailer, M., Stadler, M., Botes, E., Fischer, F., & Greiff, S. (2022). Science knowledge and trust in medicine affect individuals' behavior in pandemic crises. *European Journal of Psychology of Education*, 37(1), 279–292. <https://doi.org/10.1007/s10212-021-00529-1>
- Schiepe-Tiska, A., Rönnebeck, S., & Neumann, K. (2019). Naturwissenschaftliche Kompetenz in PISA 2018 – aktueller Stand, Veränderungen und Implikationen für die naturwissenschaftliche Bildung in Deutschland. In K. Reiss, M. Weis, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2018. Grundbildung im internationalen Vergleich* (S. 211–240). Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830991007>

- Schiepe-Tiska, A., Rönnebeck, S., Schöps, K., Neumann, K., Schmidtner, S., Parchmann, I., & Prenzel, M. (2016a). Naturwissenschaftliche Kompetenz in PISA 2015 – Ergebnisse des internationalen Vergleichs mit einem modifizierten Testansatz. In K. Reiss, C. Sälzer, A. Schiepe-Tiska, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2015. Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 45–95). Waxmann.
- Schiepe-Tiska, A., Simm, I., & Schmidtner, S. (2016b). Motivationale Orientierungen, Selbstbilder und Berufserwartungen in den Naturwissenschaften in PISA 2015. In K. Reiss, C. Sälzer, A. Schiepe-Tiska, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2015. Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 99–132). Waxmann.
- Stanat, P., Schipolowski, S., Schneider, R., Weirich, S., Henschel, S., & Sachse, K. A. (Hrsg.). (2023). *IQB-Bildungstrend 2022. Sprachliche Kompetenzen am Ende der 9. Jahrgangsstufe im dritten Ländervergleich*. Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830997771>

6

Lesekompetenz in PISA 2022

Ergebnisse, Veränderungen und Perspektiven

Jörg-Henrik Heine, Martina Heinle, Carolin Hahnel,
Doris Lewalter & Michael Becker-Mrotzek

In Deutschland erreichten die Fünfzehnjährigen in der Lesekompetenz im Mittel 480 Punkte. Damit unterscheidet sich die Lesekompetenz 2022 nicht signifikant vom OECD-Durchschnitt. Im Vergleich zu den deutschen Durchschnittswerten der PISA-Studien 2018 und 2012 ist der Mittelwert der Lesekompetenz in Deutschland 2022 signifikant gesunken. Die Gruppe der besonders lesechwachen Jugendlichen ist in 2022 im Vergleich zu anderen lesestarken Staaten verhältnismäßig groß (25.5 Prozent) und hat innerhalb Deutschlands seit 2018 bedeutsam zugenommen. Die Gruppe der besonders lesestarken Jugendlichen auf den beiden oberen Kompetenzstufen liegt in Deutschland 2022 bei 8.2 Prozent und stellt somit eine signifikante Abnahme im Vergleich zu 2018 dar. Vertiefende Analysen für gymnasiale versus nicht gymnasiale Schularten zeigen, dass an Gymnasien die Lesekompetenz seit PISA 2018 um 22 Punkte gesunken ist, an nicht gymnasialen Schularten ist der Mittelwert in der Lesekompetenz nur um 16 Punkte zurückgegangen. Die Trendanalysen zeigen zudem, dass der Anteil von Jugendlichen auf den Kompetenzstufen unter II zwischen 2012 und 2022 deutlich angestiegen ist und diese Gruppe in der aktuellen PISA-Runde mit 35.3 Prozent an den nicht gymnasialen Schularten den bislang höchsten Wert erreicht.

6.1 Einführung

Das Lesen in der Bildungssprache ist als grundlegende Kulturfertigkeit zentral für einen tiefen fächerübergreifenden Wissens- und Kompetenzerwerb und die Partizipation von Jugendlichen in der Gesellschaft (Baumert et al., 2001; Becker-Mrotzek et al., 2019; Hurlmann, 2002; Schneider, 2014). Das Leseverständnis wird daher bereits seit der ersten PISA-Erhebung im Jahr 2000 als eine der zentralen Kompetenzen erhoben (Baumert et al., 2001). Ein hinreichendes Niveau der Lesekompetenz ermöglicht es, Texte schnell und effektiv zu erfassen sowie Informationen zu sammeln und kritisch zu bewerten. Dies ist nicht nur für das schulische Lernen in allen Fächern bedeutsam, sondern über die gesamte Lebensspanne, in der es darum geht, berufliche, politische, kulturelle und soziale Themen zu verstehen und sich an den Diskussionen darüber zu beteiligen.

Das Lesen ist also eine flexibel einsetzbare Grundfertigkeit, die eine Eingangsvoraussetzung zur gesellschaftlichen Teilhabe und zur weiteren persönlichen Entwicklung schafft, wie Baker und Escarpit (1973) in einer Bestandsaufnahme zur Verbreitung von Büchern und Lesen zum von der UNESCO ausgerufenen Jahr des Buches feststellen: „Die Flexibilität der Nutzung, die Anforderungen an die Eigeninitiative des Lesers und die Freiheit, die es ihm lässt, machen es zum wirksamsten Instrument für die Beschaffung, Organisation und Anwendung von Informationen.“ (Baker & Escarpit, 1973, S. 131)

Dieses Fazit wurde zwar vor dem Hintergrund eines Leseverhaltens gezogen, das sich überwiegend auf analoge und typischerweise linear organisierte Quellen bezieht, ist aber auch in der heutigen Zeit gültig (z.B. Mangen & van der Weel, 2016). Grundlegende Lesefertigkeiten stellen auch für die Rezeption von digitalen und multiplen Textquellen, als Teil der PISA-Lesekompetenzdefinition (vgl. Abschnitt 6.2), eine zentrale Voraussetzung dar (z.B. Philipp, 2018) und unterstützen die Integration von Information über multiple Textquellen hinweg (Hahnel et al., 2021).

Für das Lesen von digitalen Texten oder Texten mit mehreren Quellen ist somit zwar keine qualitativ neue Lesekompetenz erforderlich (Becker-Mrotzek et al., 2019), allerdings müssen spezifische Lesestrategien angewendet werden, um in diesen Texten effektiv zu navigieren, diese zu verstehen und zu bewerten. Neben Leseflüssigkeit und basalen Lesestrategien ist für das Verstehen multipler, digitaler Textquellen, die beispielsweise in einem nicht linearen Hypertext-Format organisiert sein können, eine selbstgesteuerte Auswahl von relevanten Textteilen erforderlich, was für jugendliche Lesende eine Herausforderung darstellt und zusätzliche Ressourcen beansprucht (z.B. Hahnel et al., 2016). Die Notwendigkeit des Lesens digitaler Texte nimmt aber zu, gerade angesichts der Verbreitung digitaler Lesegelegenheiten und der Integration digitaler Medien in die Gesellschaft (z.B. Gold, 2023). So ist nach einer Sonderauswertung der PISA-Daten der OECD (OECD, 2021) die Internetnutzung der Fünfzehnjährigen im OECD-Raum zwischen 2012 und 2018 von 21 auf 35 Stunden pro Woche gestiegen (s. a. Sälzer, 2021).

Gesellschaftlich induzierte Veränderungen im Leseverhalten sowie neue Erkenntnisse zu Leseprozessen spiegeln sich daher auch in der PISA-Rahmenkonzeption wider. So wurden einerseits deren theoretische Grundlagen angepasst und den Erhebungsinstrumenten entsprechend neue Leseaufgaben hinzugefügt; andererseits ist eine größtmögliche Kontinuität in den Erhebungsinstrumenten und Bedingungen notwendig, um dadurch die Vergleichbarkeit der Ergebnisse über einzelne PISA-Runden hinweg zu bewahren und valide Trendaussagen treffen zu können (z.B. Robitzsch et al., 2017).

Im nächsten Abschnitt werden wir kurz zentrale Ergänzungen der Rahmenkonzeption zur Lesekompetenz in PISA skizzieren und eine knappe Beschreibung und Definition dessen geben, was in der Erhebungsrunde 2022 unter Lesekompetenz verstanden wird (Abschnitt 6.2). Wir gehen sodann auf das Kompetenzstufenmodell ein und verorten darin zur Illustration zwei veröffentlichte Beispielaufgaben aus dem Feldtest zu PISA 2018. In dem anschließenden Abschnitt 6.3 berichten wir die zentralen Befunde aus der PISA-Erhebung 2022 im internationalen Vergleich für die Gesamtskala der Lesekompetenz, die Verteilung auf die Kompetenzstufen sowie gefundene Geschlechterunter-

schiede. Im Abschnitt 6.4 blicken wir auf die Entwicklung der Lesekompetenz über zwei Jahrzehnte PISA für Deutschland im Vergleich zur OECD. Vertiefend betrachten wir für den *10-Jahres-Trend* der Runden 2012 bis 2022 sowie im Vergleich der beiden Runden 2018 (prä-pandemisch) und 2022 die Trendentwicklung der mittleren Lesekompetenz und die Veränderungen der Verteilungen der Kompetenzstufen für alle OECD-Staaten. Schließlich gehen wir in Abschnitt 6.5 auf Unterschiede zwischen den Schularten in der aktuellen PISA-Runde ein und betrachten ferner die Unterschiede im erreichten Kompetenzniveau an Gymnasien und nicht gymnasialen Schularten im Trendvergleich für die Runden 2012, 2018 und 2022. Eine Zusammenfassung und Diskussion der Befunde schließt das Kapitel mit Abschnitt 6.6 ab.

6.2 Lesekompetenz in PISA 2022

Die Rahmenkonzeption zur Erfassung der Lesekompetenz wurde seit dem Jahr 2000 zweimal umfangreich aktualisiert. Die Überarbeitungen erfolgten in den Erhebungsrunden 2009 und 2018, als Lesekompetenz jeweils die Hauptdomäne der Erhebung war (OECD, 2023a, Annex A). Für die aktuelle Erhebung wird auf die Definition der Rahmenkonzeption 2018 in unveränderter Form zurückgegriffen (OECD, 2019a). Lesekompetenz wird danach als die Fähigkeit definiert:

„Texte zu verstehen, zu nutzen, zu bewerten, über sie zu reflektieren und sich mit ihnen auseinanderzusetzen, um die eigenen Ziele zu erreichen, das eigene Wissen und Potenzial zu entwickeln und an der Gesellschaft teilzunehmen.“ (OECD, 2019a, S. 28, Hervorhebung ergänzt)

Diese Definition ist das Resultat von verschiedenen Anpassungen, welche über die Jahre hinweg vorgenommen wurden. Die Anpassungen betreffen zum einen den Textbegriff; dieser berücksichtigt jetzt auch neue Textformate, die durch die Digitalisierung entstanden sind. Neben den klassischen Printtexten – bestehend aus geschriebenem Text sowie nicht linearen Formen – finden sich jetzt auch multiple Texte mit mehreren Textquellen ohne definierte Autorenschaft, wie etwa Internet-Foren. Zum anderen wurde der Lesebegriff angepasst, indem vor allem der Prozesscharakter stärker als zuvor berücksichtigt wird. Hierzu zählt auch das Erfassen der Leseflüssigkeit (OECD, 2019a, S. 23 ff.).

Unter flüssigem Lesen wird sowohl effizientes Lesen (Geschwindigkeit) als auch das mühelose Dekodieren und Verstehen einzelner Wörter und Phrasen verstanden. Konzeptionell wird der Aspekt der Leseflüssigkeit bei der Bildung der Kompetenzstufen als Grundvoraussetzung für das Erreichen einer hohen Lesekompetenz dargestellt. Jugendliche Lesende, denen basale Lesefertigkeiten fehlen, werden eher in geringerem Maße ihre kognitiven Ressourcen für das Verstehen komplexerer Leseaufgaben einsetzen können. Als Indikatoren für die Leseflüssigkeit werden in PISA die Lesegenauigkeit sowie die Lesegeschwindigkeit erfasst. Das ergänzte Konzept der Leseflüssigkeit ist insbesondere

dazu geeignet, die Leistungen von jungen Menschen auf den unteren Kompetenzstufen zu interpretieren (OECD, 2019a, S. 49 f.). Der Prozesscharakter zeigt sich ferner darin, dass Menschen Texte in einem übergeordneten Handlungszusammenhang lesen, um so Aufgaben zu bewältigen. Vor diesem Hintergrund steuern sie ihren Leseprozess, indem sie etwa relevante von irrelevanten Quellen unterscheiden.

Die zunehmende Bedeutung digitaler Texte wurde bereits in der ersten Überarbeitung der Rahmenkonzeption 2009 berücksichtigt. In diesem erweiterten Verständnis von Lesekompetenz wird darauf hingewiesen, dass für das Lesen von gedruckten und digitalen Texten zwar ähnliche Fähigkeiten notwendig sind, aber das Lesen digitaler Texte neue Lesestrategien erfordert. Zwei zentral hervorgehobene Aspekte sind dabei ein effizienter Umgang mit großen Mengen von Textmaterial und die unmittelbare Bewertung seiner Glaubwürdigkeit. Erforderlich ist also die Fähigkeit zur kritischen Reflexion der Quellen in Bezug auf die Textinhalte (OECD, 2009, 2019a).

6.2.1 Kompetenzstufen im Lesen

Das im Lesen erreichte Kompetenzniveau der Teilnehmerstaaten oder ausgewählter Gruppen von Jugendlichen kann anhand der Inhalte einzelner Testaufgaben anschaulich beschrieben werden. Durch die Skalierung der Antworten im Rahmen der *Item Response Theory* (IRT) wird erreicht, dass die Schwierigkeit der einzelnen Leseaufgaben (Item-Parameter) und das Kompetenzniveau der getesteten Jugendlichen (Personen-Parameter) auf einer gemeinsamen Skala abgebildet werden kann (z. B. Berezner & Adams, 2017; Heine et al., 2016). Als Ergebnis lassen sich Abschnitte für Aufgaben und Personen auf einer gemeinsamen Metrik identifizieren. Das bedeutet, dass sich verbale Beschreibungen eines Abschnitts der PISA-Punkteskala aus den theoretisch-inhaltlichen Anforderungen der Leseaufgaben ergeben, die in den jeweiligen Abschnitt fallen (OECD, 2019b, S. 87 f.; Weis et al., 2019, S. 53 ff.). Die so ermittelten Abschnitte beschreiben sogenannte Kompetenzstufen. Für Lesen werden insgesamt sechs Kompetenzstufen unterschieden, wobei die unterste Kompetenzstufe nochmals in drei Bereiche ausdifferenziert wird. Tabelle 6.1web im Online-Anhang zu diesem Kapitel zeigt die Definitionen und verbalen Beschreibungen dieser Kompetenzstufen, die aus PISA 2018 übernommen wurden. Beispielaufgaben zur Erfassung der Lesekompetenz werden in Abbildung 6.1 im folgenden Abschnitt vorgestellt.

6.2.2 Beispielaufgaben und ihre Zuordnung zu Kompetenzstufen

Die folgenden Beispielaufgaben (Items) kamen im Feldtest der PISA-Erhebung 2018 zum Einsatz und stammen aus der Aufgabeneinheit „Kuhmilch“. Als Aufgabenformat liegt ein sogenanntes *Leseszenario* vor. Ein Leseszenario schafft einen situativen Kontext und ermöglicht damit zielgerichtetes Lesen. Das Ziel besteht hier nicht wie in tra-

ditionellen Formaten allein in der Lösung einzelner Aufgaben, sondern ist vielmehr den verschiedenen Aufgaben der Einheit übergeordnet und durch den spezifischen Kontext vorgegeben (OECD, 2019a, S. 41). Zudem kann ein Leseszenario mehrere Texte enthalten, die eine thematische Ähnlichkeit aufweisen und sich aufeinander beziehen können. Die Beschreibung des Szenarios, in das solche multiplen Texte eingebunden sind, wird sowohl zu Beginn der Aufgabeneinheit als auch zwischen den Aufgaben in Form eines Updates präsentiert.

Im Kuhmilch-Szenario entdecken drei Jugendliche im Schaufenster eines Cafés die Ankündigung, dass dort anstelle von Kuhmilch zukünftig ein Milchersatz aus Soja angeboten werden soll. Aus Neugier, mögliche Gründe für die Umstellung von tierischer Milch auf ein pflanzliches Produkt zu erfahren, recherchieren sie mit ihren Smartphones im Internet und diskutieren über den Inhalt von zwei Webseiten, auf die sie während ihrer Suche stoßen. In der PISA-Testumgebung werden diese Webseiten anhand einer simulierten Internetplattform dargestellt. Zunächst haben die an der Erhebung teilnehmenden Fünfzehnjährigen nur Zugang zu einer Webseite, die von einem Unternehmen stammt, welches Kuhmilchprodukte vertreibt. Im weiteren Verlauf des Szenarios wird den Fünfzehnjährigen die zweite Webseite angezeigt, die sich mit Themen rund um die Gesundheit befasst. Ab diesem Zeitpunkt kann zwischen den beiden Webseiten frei navigiert werden. Die ersten Aufgaben der Einheit beziehen sich auf die einzelnen Texte, wogegen einige der weiteren Aufgaben die Integration von Informationen aus beiden Webseiten verlangen.

In der ersten Leseaufgabe (vgl. Abbildung 6.1, unten) sollen die Fünfzehnjährigen die Hauptabsicht der Webseite der *Hofmolkerei* erkennen. Der hier präsentierte Text behandelt gesundheitliche Vorteile von Kuhmilchprodukten des Unternehmens und enthält darüber hinaus ein Zitat des Internationalen Verbands für Molkereierzeugnisse, welches die Rolle von Milch und Milchprodukten für eine gesunde Ernährung unterstreicht. Es ist hervorzuheben, dass in dieser Aufgabe nicht nach den wesentlichen Inhalten des Textes gefragt wird, sondern nach dem vorrangigen Ziel, das der Text verfolgt. Um die Aufgabe zu lösen, müssen die Fünfzehnjährigen folglich die Autorenschaft der Webseite berücksichtigen und sich Gedanken darüber machen, aus welchen Gründen der Text verfasst wurde und welche sprachlichen Mittel zum Einsatz kommen. Durch diese Aufgabe wird das *Bewerten von Form und Inhalt* erfasst (für das Modell der Leseprozesse bei PISA vgl. Becker-Mrotzek et al., 2019, S. 29; OECD 2019a, S. 33). Beim Antwortformat handelt es sich um ein einfaches Multiple-Choice-Format, bei dem nur eine einzige Antwortalternative als richtig gewertet wird. Die richtige Antwort dieser Aufgabe lautet „Die Verwendung der Produkte von *Hofmolkerei* zu fördern“. Die Aufgabe ist der Kompetenzstufe II zuzuordnen (vgl. Abbildung 6.1, unten) und markiert eine wichtige Grenze basaler, sinnrekonstruierender Lesefertigkeiten.

Abbildung 6.1: Zwei Aufgaben als Leseszenario aus der Aufgabeneinheit „Kuhmilch“ (Kompetenzstufe II unten und Kompetenzstufe IV oben)

VI
PISA 2018
?

Kuhmilch
Frage 7 / 9

Beziehe dich auf beide Quellen auf der rechten Seite, indem du auf den jeweiligen Tab klickst. Klicke die Antworten in der Tabelle an, um die Frage zu beantworten.


Ausgehend von den beiden Texten über Milch, sind die Aussagen in der unten stehenden Tabelle Tatsachen oder Meinungen? Klicke für jede Aussage entweder **Tatsache** oder **Meinung** an.

Ist die Aussage eine Tatsache oder eine Meinung?	Tatsache	Meinung
Aktuelle Studien über die gesundheitlichen Vorteile von Milch sind überraschend.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Studien haben gezeigt, dass das Trinken von Milch gesundheitsschädlich ist.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mehrere Studien haben die knochenstärkende Wirkung von Milch in Frage gestellt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das Trinken von Milch und anderen Milchprodukten ist die beste Methode, um abzunehmen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Hofmolkerei | Sag einfach Nein

www.gesundheitheute.de/milch

GESUNDHEIT HEUTE



SAG EINFACH ‚NEIN‘ ZU KUHMITLCH!

Von Gesundheitsjournalist Dr. R. Gabler

Kuhmilch spielt eine **große** Rolle im Alltag vieler Amerikaner. Babys trinken Kuhmilch aus dem Fläschchen. Kinder gießen Kuhmilch über ihr Müsli. Sogar Erwachsene genießen gelegentlich ein Glas kalte Milch. Ja, Kuhmilch spielt in vielen Teilen der Welt eine enorme Rolle bei der Ernährung der Menschen. Allerdings zeigt die Forschung verstärkt, dass der beliebte amerikanische Werbeslogan „Die Milch macht’s“ vielleicht eher lauten sollte: „Die Milch macht’s nicht mehr“.

Das Landwirtschaftsministerium der Vereinigten Staaten, der amerikanische Milchverband, der Molkereiverband und andere Organisationen haben sich seit vielen Jahren intensiv für Milch eingesetzt. Sie empfehlen Erwachsenen, täglich mindestens drei Gläser Milch zu trinken. Allerdings haben mehrere Studien in den letzten zehn Jahren die knochenstärkende Wirkung von Milch sowie weitere Behauptungen über den gesundheitlichen Nutzen von Milch in Frage gestellt. Die Ergebnisse dürften Sie überraschen.

Eine der aktuellsten und wichtigsten Studien über die Auswirkungen des Milchtrinkens wurde in der Oktober-Ausgabe 2014 des *British Medical Journal* (Britische Fachzeitschrift für Medizin) veröffentlicht. Die Befunde dieser Studie führten zu einigen schlagkräftigen Aussagen über den Verzehr von Milch. In dieser Studie wurden über 100 000 Menschen in Schweden über Zeiträume von 20-30 Jahren hinweg beobachtet. Forscher stellten fest, dass die weiblichen Milchtrinker mehr Knochenbrüche erlitten. Zudem war bei männlichen und weiblichen Milchtrinkern die Wahrscheinlichkeit für Herzkrankheiten und Krebskrankungen höher. Diese erstaunlichen Ergebnisse ähneln den Befunden anderer Studien.

Hofmolkerei

www.hofmolkerei.org

HOFMOLKEREI
Über uns | Produkte | Ernährung

Der Nährwert von Milch: Unzählige Vorteile!

Die Milchprodukte von *Hofmolkerei* enthalten wesentliche Nährstoffe: Kalzium, Eiweiß, Vitamin D, Vitamin B12, Riboflavin und Kalium. Diese Vitamine und Mineralstoffe machen die Milchprodukte von *Hofmolkerei* zu einem wichtigen Bestandteil einer gesunden Ernährung. Der tägliche Verzehr der Milchprodukte von *Hofmolkerei* ist eine großartige Möglichkeit sicherzustellen, dass Sie die Vitamine und Mineralstoffe bekommen, die Ihr Körper braucht.

Der Verzehr der Milchprodukte von *Hofmolkerei* steigert die Gewichtsabnahme und hilft, ein gesundes Gewicht zu halten. Milch erhöht die Knochenstärke und Knochendichte. Sie verbessert sogar das Herz-Kreislauf-System und hilft, gegen Krebs vorzubeugen. Ein Glas Milch ist vollgepackt mit Vitaminen, Mineralstoffen und zahlreichen Vorteilen für die Gesundheit.

Laut Dr. Bill Sears, Klinikprofessor für Pädiatrie an der Universität von Kalifornien in Irvine, sind in der Milch praktischerweise viele wichtige Nährstoffe vereint. Der Internationale Verband für Molkereierzeugnisse (International Dairy Foods Association, IDFA) unterstützt diese Auffassung. Der IDFA weist sogar darauf hin, dass viele Gesundheitsexperten und -gruppen dem ebenfalls zustimmen würden.

„Milch enthält ein vollständiges Nährstoffpaket aus neun lebenswichtigen Nährstoffen. Sie ist nicht nur eine hervorragende Quelle für Kalzium und Vitamin D, sondern auch für Vitamin A, Eiweiß und Kalium. Milchprodukte werden von Ärzten empfohlen. Die Rolle von Milchprodukten für eine gesunde Ernährung wurde längst von zahlreichen Ernährungs- und Forschungsinstitutionen in den USA nachgewiesen. Dazu gehören die amerikanische Osteoporosestiftung, der Leiter der US-Gesundheitsbehörde, die amerikanischen Gesundheitsinstitute, der Rat für Wissenschaftsfragen des amerikanischen Medizinverbandes und viele andere führende Gesundheitsorganisationen.“

Internationaler Verband für Molkereierzeugnisse, 27. September 2007

698

V

626

IV

574

553

III

480

460

II

Kuhmilch
Frage 2 / 9

Beziehe dich auf „Hofmolkerei“ auf der rechten Seite. Klicke eine Antwort an, um die Frage zu beantworten.

Was ist die **Hauptabsicht** dieses Textes?

- Zu argumentieren, dass Milchprodukte die Gewichtsabnahme steigern.
- Die Milchprodukte von *Hofmolkerei* mit anderen Milchprodukten zu vergleichen.
- Die Öffentlichkeit über die Risiken in Zusammenhang mit einer Herzkrankung zu informieren.
- Die Verwendung der Produkte von *Hofmolkerei* zu fördern.

Hofmolkerei

www.hofmolkerei.org

HOFMOLKEREI
Über uns | Produkte | Ernährung

Der Nährwert von Milch: Unzählige Vorteile!

Die Milchprodukte von *Hofmolkerei* enthalten wesentliche Nährstoffe: Kalzium, Eiweiß, Vitamin D, Vitamin B12, Riboflavin und Kalium. Diese Vitamine und Mineralstoffe machen die Milchprodukte von *Hofmolkerei* zu einem wichtigen Bestandteil einer gesunden Ernährung. Der tägliche Verzehr der Milchprodukte von *Hofmolkerei* ist eine großartige Möglichkeit sicherzustellen, dass Sie die Vitamine und Mineralstoffe bekommen, die Ihr Körper braucht.

Der Verzehr der Milchprodukte von *Hofmolkerei* steigert die Gewichtsabnahme und hilft, ein gesundes Gewicht zu halten. Milch erhöht die Knochenstärke und Knochendichte. Sie verbessert sogar das Herz-Kreislauf-System und hilft, gegen Krebs vorzubeugen. Ein Glas Milch ist vollgepackt mit Vitaminen, Mineralstoffen und zahlreichen Vorteilen für die Gesundheit.

Laut Dr. Bill Sears, Klinikprofessor für Pädiatrie an der Universität von Kalifornien in Irvine, sind in der Milch praktischerweise viele wichtige Nährstoffe vereint. Der Internationale Verband für Molkereierzeugnisse (International Dairy Foods Association, IDFA) unterstützt diese Auffassung. Der IDFA weist sogar darauf hin, dass viele Gesundheitsexperten und -gruppen dem ebenfalls zustimmen würden.

„Milch enthält ein vollständiges Nährstoffpaket aus neun lebenswichtigen Nährstoffen. Sie ist nicht nur eine hervorragende Quelle für Kalzium und Vitamin D, sondern auch für Vitamin A, Eiweiß und Kalium. Milchprodukte werden von Ärzten empfohlen. Die Rolle von Milchprodukten für eine gesunde Ernährung wurde längst von zahlreichen Ernährungs- und Forschungsinstitutionen in den USA nachgewiesen. Dazu gehören die amerikanische Osteoporosestiftung, der Leiter der US-Gesundheitsbehörde, die amerikanischen Gesundheitsinstitute, der Rat für Wissenschaftsfragen des amerikanischen Medizinverbandes und viele andere führende Gesundheitsorganisationen.“

Internationaler Verband für Molkereierzeugnisse, 27. September 2007

407

Ia

335

Ib

262

Ic

189

Jugendliche, welche unter dieser Kompetenzstufe liegen, sind nach der Kompetenzstufendefinition der OECD (2019a) nicht in der Lage, „*die Grundidee eines Textes von mittlerer Länge [zu] erkennen*“ (vgl. Definition Kompetenzstufe II, OECD, 2019a, S. 55; Weis et al., 2019, S. 54; Tabelle 6.1web), sondern können lediglich „*die wörtliche Bedeutung von Sätzen oder kurzen Abschnitten verstehen*“ (vgl. Definition Kompetenzstufe Ia, OECD, 2019a, S. 55; Weis et al., 2019, S. 54; Tabelle 6.1web).

Die zweite Leseaufgabe (vgl. Abbildung 6.1, oben) bezieht sich sowohl auf den Text der *Hofmolkerei* als auch auf die Webseite *Gesundheit Heute*. Im Widerspruch zum ersten Text handelt der zweite Text davon, dass Milch ungesund sei, und stützt sich dabei auf die Ergebnisse von wissenschaftlichen Studien. Die Aufgabe besteht darin, unter Bezug auf beide Textquellen, vier Aussagen entweder als Tatsachenbehauptung oder Meinungsäußerung zu bewerten. Für das Lösen der Aufgabe wird von den Fünfzehnjährigen demnach nicht nur die bloße Zuordnung der Aussagen zu den beiden Texten verlangt. Um die Äußerungen korrekt als Meinung oder Tatsache einordnen zu können, ist es darüber hinaus hilfreich, die jeweilige Autorenschaft der Quelle zu berücksichtigen. Das erfordert das *Kombinieren und Schlussfolgerungen aus mehreren Quellen ziehen*. Als Antwortformat liegt hier ein komplexes Multiple-Choice-Format vor, wobei die richtige Auswahl wie folgt lautet: Meinung, Tatsache, Tatsache, Meinung. Die Aufgabe entspricht der Kompetenzstufe IV (vgl. Abbildung 6.1, oben). Jugendliche, welche diese Kompetenzstufe erreichen, können dabei „*formale oder allgemeine Kenntnisse nutzen, um Hypothesen über einen Text aufzustellen oder ihn kritisch zu bewerten*“ (vgl. Definition Kompetenzstufe IV, OECD, 2019a, S. 55). Jugendliche in Kompetenzstufe IV können so „*umfangreiche Abschnitte aus Texten mit einer oder mehreren Quellen verstehen*“ (OECD, 2019b, S. 87; Weis et al., 2019, S. 53; Tabelle 6.1web).

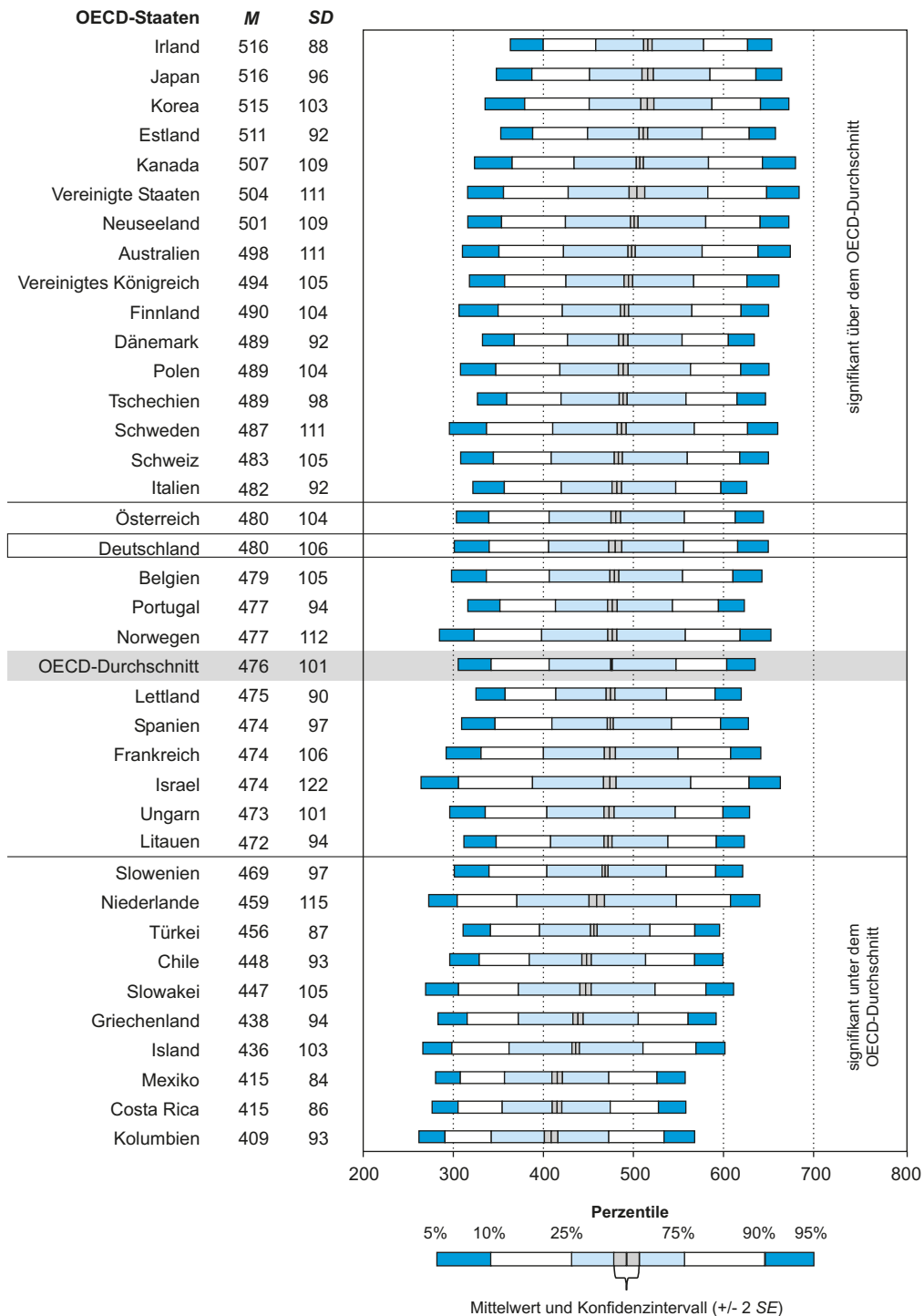
Weitere Leseaufgaben sind auf den Seiten der OECD unter <https://www.oecd.org/pisa/test/> veröffentlicht. Die dort, neben anderen, in interaktiver Form veröffentlichte Leseaufgabe „Rapa Nui“ bezieht sich ebenfalls auf den Teilaspekt der Lesekompetenz zur Unterscheidung von Meinung und Tatsache. Detaillierte und international vergleichende Analysen zu dieser spezifischen Leseaufgabe sind in der Sonderauswertung zur Lesekompetenz der OECD zu finden (OECD, 2021, S. 42 ff.).

6.3 Zentrale Befunde zur Lesekompetenz

Der internationale Vergleich der Ergebnisse der Lesekompetenz der teilnehmenden Staaten steht im Mittelpunkt der PISA-Studie. Die im Folgenden berichteten Analysen zur PISA-Studie 2022 berücksichtigen hier 37 OECD-Staaten¹ für den Bereich Lesen.

1 Erweiterte tabellarische Darstellungen zu den Befunden für die Lesekompetenz in PISA 2022, welche auch die teilnehmenden OECD-Partnerstaaten umfassen, finden sich im Online-Anhang zu diesem Kapitel (vgl. auch OECD, 2023b).

Abbildung 6.2: Mittelwerte, Streuungen und Perzentilgrenzen der Gesamtskala Lesekompetenz der OECD-Staaten



6.3.1 Gesamtskala Lesekompetenz im internationalen Vergleich

Die Abbildung 6.2 vergleicht die jeweiligen Mittelwerte, Streuungen und Perzentilgrenzen für die Gesamtskala Lesekompetenz der einzelnen OECD-Staaten mit dem OECD-Mittelwert. Es zeigt sich, dass Deutschland einen Mittelwert in der Lesekompetenz von 480 PISA-Punkten erreicht und sich damit nicht signifikant vom OECD-Mittelwert unterscheidet. Im Jahr 2018 lagen die mittleren Leseleistungen in Deutschland noch signifikant über dem OECD-Mittelwert. Die Perzentilbänder veranschaulichen die Verteilung der Lesekompetenz innerhalb der Staaten. So gibt beispielsweise die Grenze des 5-Prozent-Perzentils den Kompetenzwert an, den 95 Prozent der Jugendlichen in einem Staat übertreffen. In Deutschland liegt diese Grenze des 5-Prozent-Perzentils bei einem Wert von 301 Punkten und mit 4 Punkten nicht signifikant unter dem entsprechenden Wert für die OECD (305 Punkte).

Eine vergleichende Betrachtung der einzelnen Perzentilgrenzen derjenigen OECD-Staaten, deren Mittelwert sich ebenfalls nicht signifikant vom OECD-Mittelwert unterscheidet, zeigt allerdings, dass in dieser Staatengruppe dennoch deutliche Unterschiede in der Verteilung der Lesekompetenz bestehen. Beispielsweise liegt für den Staat Lettland ($\Delta_{x-DEU, 5\%} = 24.00$, $SE_{\Delta} = 7.47$, $t = 3.21$) die Grenze des 5-Prozent-Perzentils signifikant über und für die Staaten Israel ($\Delta_{x-DEU, 5\%} = -36.98$, $SE_{\Delta} = 7.73$, $t = -4.78$) und Norwegen ($\Delta_{x-DEU, 5\%} = -16.45$, $SE_{\Delta} = 6.77$, $t = -2.43$) signifikant unter dem Wert für Deutschland.

6.3.2 Vergleich der Kompetenzstufen im Lesen

Der Ländervergleich einzelner Anteile in den Kompetenzstufen veranschaulicht, inwieweit es einzelnen Bildungssystemen gelingt, Niveauunterschiede in den Lesekompetenzen der Jugendlichen anzugleichen. Wie Abbildung 6.3 zeigt, ist für Deutschland die Verteilung der unteren Kompetenzstufen vergleichbar mit der durchschnittlichen Verteilung in der OECD. In Deutschland erreichen im Jahr 2022 insgesamt 25.5 Prozent der Jugendlichen eine Lesekompetenz auf den unteren Kompetenzstufen (unter Ic bis Ia), was etwa dem OECD-Durchschnitt von 26.3 Prozent entspricht, sich also nicht signifikant unterscheidet. Allerdings stellen diese 25.5 Prozent in Deutschland auf den unteren Lesekompetenzstufen im Jahr 2022 eine signifikante Zunahme im Vergleich zu PISA 2018 (20.7 %) dar.

Der Vergleich des Anteils der beiden oberen Kompetenzstufen (V sowie VI) zwischen Deutschland und der OECD zeigt, dass dieser Anteil insgesamt für Deutschland mit 8.2 Prozent nur etwas größer ausfällt als im OECD-Durchschnitt mit 7.2 Prozent. Diese 8.2 Prozent auf den oberen Lesekompetenzstufen stellen in Deutschland im Jahr 2022 im Vergleich zu 2018 (11.3 %) jedoch eine signifikante Abnahme dar. Die OECD-Staaten Irland, Japan, Estland und Korea weisen den geringsten Anteil Jugendlicher auf den unteren Kompetenzstufen auf. Die drei Staaten Schweiz, Österreich und Deutschland zeigen vergleichbare Anteile Jugendlicher auf den unteren Kompetenzstufen.

Abbildung 6.3: Prozentuale Anteile von Jugendlichen auf Kompetenzstufe Ia, Ib, Ic oder darunter sowie auf Kompetenzstufe V oder VI für die Gesamtskala Lesekompetenz in den OECD-Staaten

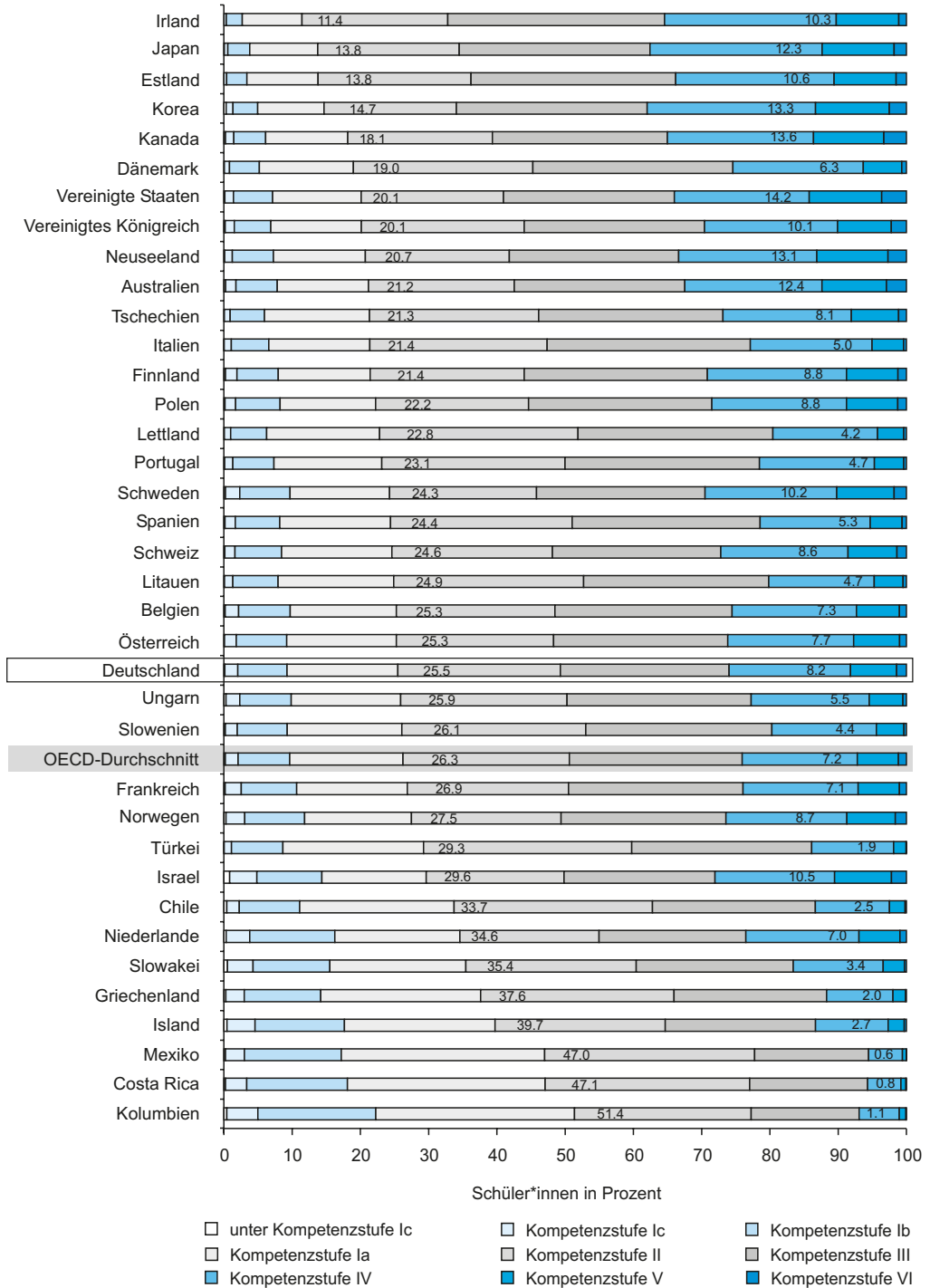
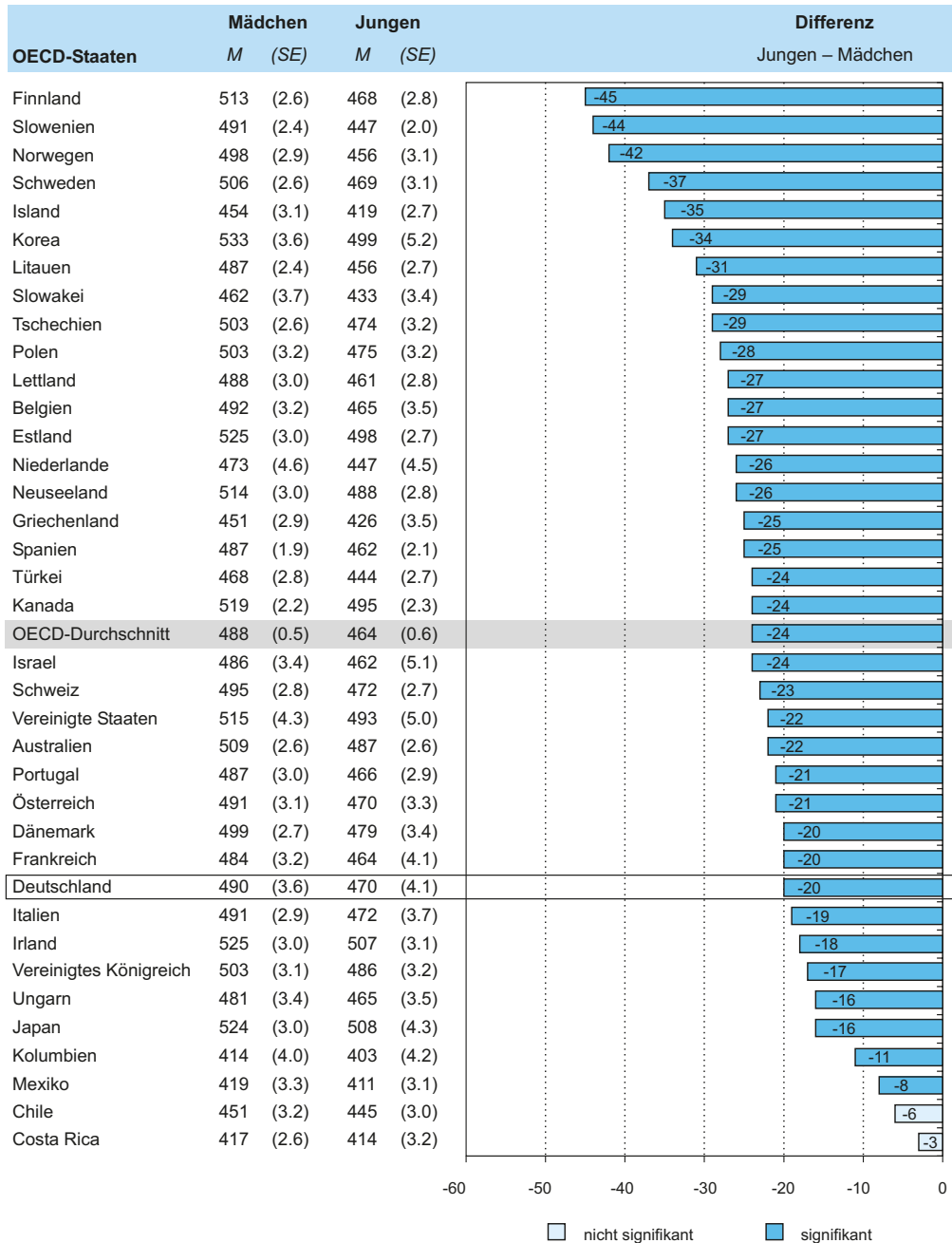


Abbildung 6.4: Mittelwerte der Lesekompetenz nach Geschlecht in den OECD-Staaten



6.3.3 Geschlechterdifferenzen im internationalen Vergleich

Mädchen erreichen in fast allen OECD-Staaten signifikant höhere Mittelwerte in der Lesekompetenz als Jungen. Lediglich in Chile und Costa Rica gibt es keinen signifikanten Unterschied in der Lesekompetenz zwischen den Geschlechtern. Im OECD-Durchschnitt liegt der Unterschied zwischen Mädchen und Jungen bei 24 Punkten. Die Spannweite der Geschlechterdifferenz innerhalb der OECD-Staaten reicht von 3 Punkten in Costa Rica bis hin zu 45 Punkten in Finnland.

In Deutschland beträgt der Unterschied zwischen Jungen und Mädchen 20 Punkte und liegt signifikant unter dem OECD-Durchschnitt. Mädchen verfügen in Deutschland zwar mit einem Mittelwert von 490 Punkten über eine deutlich höhere Lesekompetenz als Jungen, die durchschnittlich 470 Punkte erreichen (vgl. Abbildung 6.4). Im Vergleich zur PISA-Erhebung 2018 hat die Geschlechterdifferenz in Deutschland allerdings um 6 Punkte signifikant abgenommen.

6.4 Lesekompetenzen im Trend

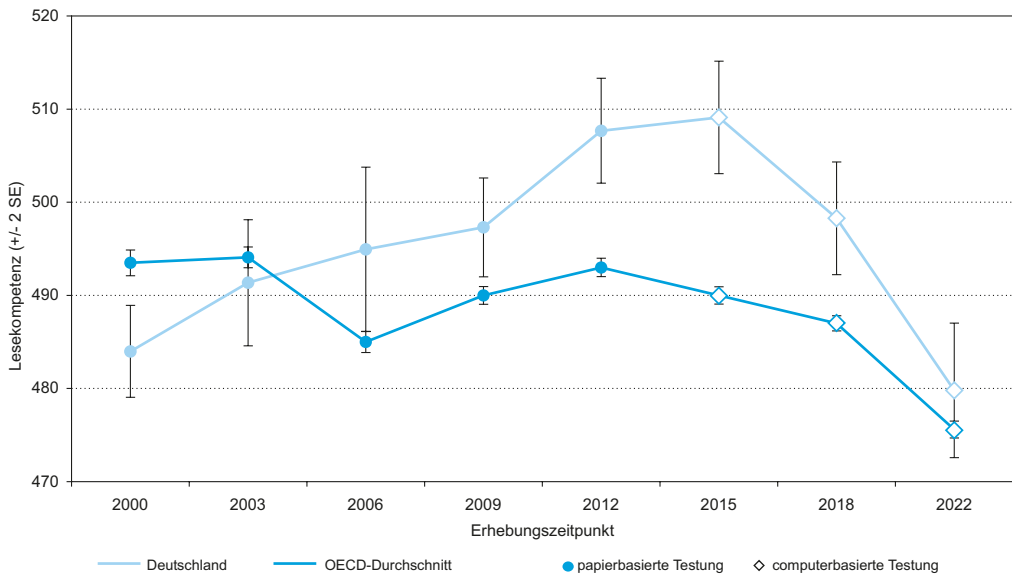
Im folgenden Abschnitt betrachten wir die PISA-Lesekompetenz im Trendvergleich. Zunächst blicken wir hierzu einleitend auf den Gesamttrend von zwei Jahrzehnten PISA-Erhebungen in den OECD-Staaten. Detaillierter betrachten wir die Veränderungen in der Lesekompetenz für den *10-Jahres-Trend* der Jahre 2012 – 2022 im internationalen Vergleich aller OECD-Staaten. Dies schließt die Veränderungen der Staaten-Mittelwerte und die Veränderungen der Verteilungen auf den beiden zentralen Kompetenzstufengrenzen (vgl. Abschnitt 6.2.2 für deren Definition) unterhalb der Stufe II sowie auf Stufe V und darüber mit ein.

6.4.1 Zwei Jahrzehnte Lesekompetenz in PISA

Gemäß den durch die OECD und deren Vertragsnehmern vorgenommenen Skalierungen der Antworten der Jugendlichen und den daraus resultierenden Messwerten ergeben sich folgende Trendbetrachtungen zur Entwicklung der Lesekompetenz.

In Abbildung 6.5 ist diese Entwicklung der Lesekompetenz seit der ersten PISA-Erhebung im Jahr 2000 bis 2022 für den OECD-Durchschnitt sowie für den Mittelwert für Deutschland mit den jeweiligen Fehlerbereichen dargestellt. Absolut betrachtet zeigt die Abbildung 6.5 nach einem kontinuierlichen Anstieg der Lesekompetenz bis 2015, ab 2015 einen absteigenden Verlauf der Mittelwerte für Deutschland (hellblaue Linie). Für den OECD-Durchschnitt findet sich ab 2012 ein absteigender Verlauf, der allerdings deutlich flacher ausfällt. Im relativen Vergleich zum OECD-Durchschnitt (dunkelblaue Linie) lässt sich feststellen, dass die Lesekompetenz zwischen 2009 bis 2018 signifikant

Abbildung 6.5: Trendentwicklung der Lesekompetenz für die OECD-Staaten und Deutschland basierend auf den Skalierungen und Transformationen der OECD-Vertragsnehmer



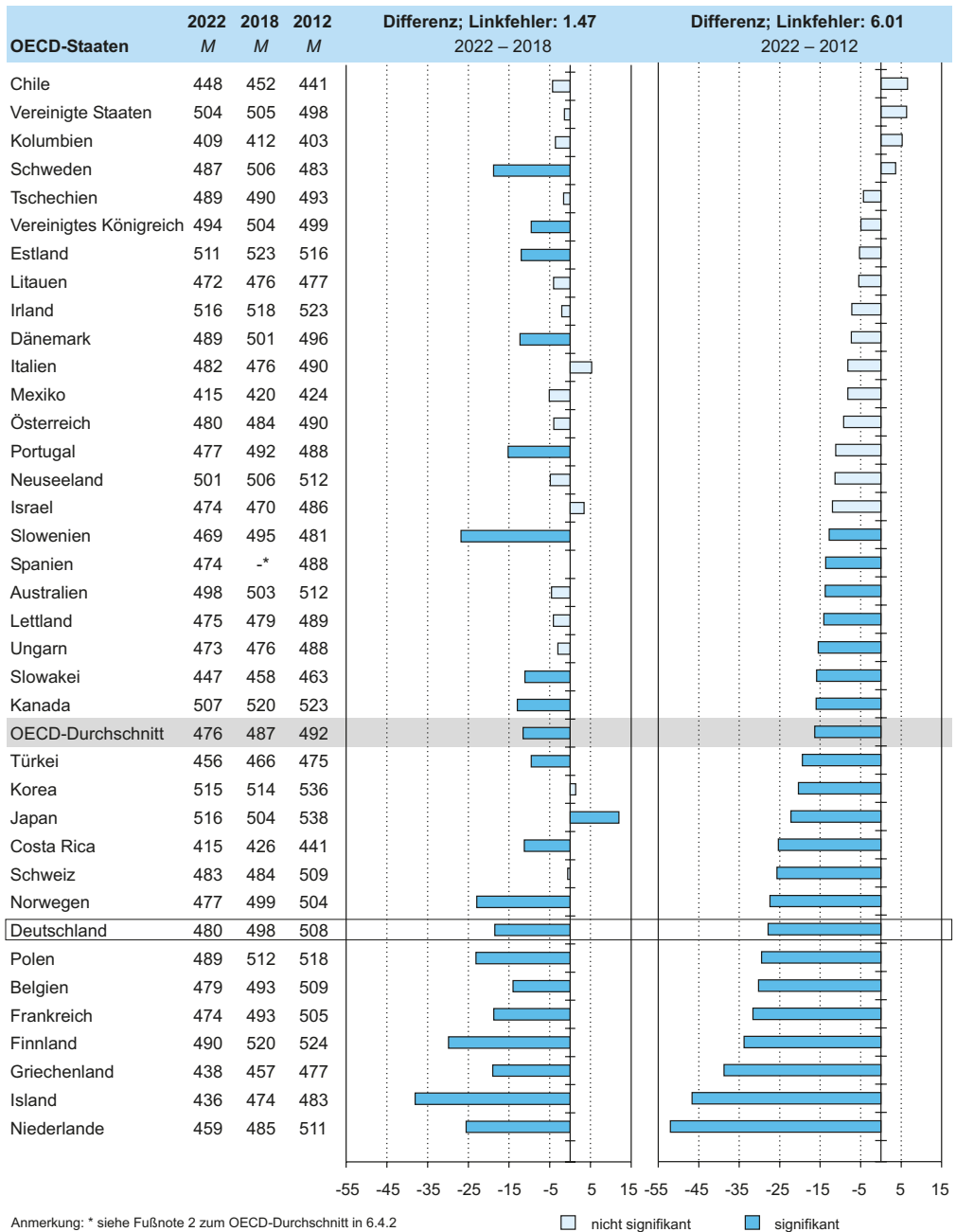
über dem OECD-Durchschnitt lag. In 2022 schließt der Fehlerbereich des deutschen Mittelwerts allerdings wieder den OECD-Durchschnitt mit ein und weicht damit nicht mehr signifikant vom OECD-Durchschnitt ab (vgl. Abbildung 6.5).

6.4.2 Veränderungen in der mittleren Lesekompetenz zwischen 2012, 2018 und 2022 im internationalen Vergleich

Abbildung 6.6 stellt die Veränderung der mittleren Lesekompetenz (Staaten-Mittelwerte) bei PISA 2022 im Vergleich zu PISA 2012 und PISA 2018 für alle OECD-Staaten sowie für den OECD-Durchschnitt² dar. Wie aus Abbildung 6.6 hervorgeht, ist die mittlere Lesekompetenz der Fünfzehnjährigen in Deutschland in der PISA-Studie 2022 im Vergleich zu PISA 2012 um 28 Punkte und im Vergleich zu PISA 2018 um 18 Punkte signifikant gesunken. Damit liegt die mittlere Lesekompetenz der Jugendlichen in Deutschland bei PISA 2022 nicht mehr signifikant über dem OECD-Durchschnitt, son-

² Die Darstellungen beziehen sich grundsätzlich auf den sogenannten „*OECD-Durchschnitt-37*“ (OECD, 2019b, S. 22), welcher alle OECD-Mitgliedstaaten zum aktuellen Stand umfasst. Für die beiden OECD-Gründungsmitglieder Luxemburg und Spanien sind Trendvergleiche mit den drei PISA-Runden 2012, 2018, und 2022 aus unterschiedlichen Gründen eingeschränkt: Luxemburg hat an der Runde 2022 nicht teilgenommen und für Spanien stehen für die Runde 2018 keine Daten für die Lesekompetenz zur Verfügung (OECD, 2019b, S. 208, Annex A9), weswegen hier für den OECD-Durchschnitt der sogenannte „*OECD-Durchschnitt-36a*“ (OECD, 2019b, S. 22) eingesetzt wird.

Abbildung 6.6: Mittelwerte der Lesekompetenz in PISA 2012, 2018 und 2022 in den OECD-Staaten



dern entspricht statistisch dem OECD-Mittel (vgl. auch Abbildung 6.2). Konnte nach der letzten PISA-Erhebung im Jahr 2018 noch festgestellt werden, dass sich „die durchschnittliche Lesekompetenz der Jugendlichen in Deutschland auf einem hohen Niveau über dem OECD-Mittelwert etabliert hat“ (Weis et al., 2019, S. 72), hat sich die mittlere Lesekompetenz der Fünfzehnjährigen in Deutschland nun wieder dem OECD-Durchschnitt angeglichen. Der Rückgang der mittleren Lesekompetenz in Deutschland verläuft zwar vergleichbar zu dem des OECD-Durchschnitts (vgl. Abbildung 6.5), fällt aber für Deutschland 2022 im Vergleich zu 2012 (-28 Punkte) um 12 Punkte größer aus als der Rückgang des OECD-Durchschnitts (-16 Punkte) im selben Vergleichszeitraum.

In 20 weiteren OECD-Staaten (Niederlande, Island, Griechenland, Finnland, Frankreich, Belgien, Polen, Norwegen, Schweiz, Costa Rica, Japan, Korea, Türkei, Kanada, Slowakei, Ungarn, Lettland, Australien, Spanien und Slowenien) sind die Mittelwerte der Lesekompetenz der Fünfzehnjährigen in PISA 2022 im Vergleich zu 2012 ebenfalls signifikant gesunken. Zu dieser Gruppe gehören mit Japan, Korea, Kanada, Australien, Finnland, Polen und der Schweiz auch sieben Staaten, die in PISA 2022 signifikant über dem OECD-Durchschnitt liegen (vgl. auch Abbildung 6.2). Den stärksten Rückgang im Vergleich zu PISA 2012 haben die Niederlande mit 52 Punkten zu verzeichnen und liegen damit in PISA 2022 signifikant unter dem OECD-Durchschnitt (vgl. auch Abbildung 6.2). Den geringsten Rückgang in dieser Staatengruppe, die zu beiden Vergleichszeiträumen signifikante Abnahmen der mittleren Lesekompetenz aufzeigen, hat Slowenien. Im Vergleich zu 2012 nahm dort die mittlere Lesekompetenz der Jugendlichen um 12 Punkte ab, dies sind 4 Punkte weniger als im OECD-Durchschnitt. Auch wenn der Abwärtstrend in Slowenien weniger steil ausfällt, liegt der Mittelwert der Lesekompetenz in PISA 2022 in diesem Staat signifikant unter dem OECD-Durchschnitt.

In keinem der 37 OECD-Staaten gibt es in PISA 2022 einen signifikanten Zuwachs der Lesekompetenz der Fünfzehnjährigen im Vergleich zu PISA 2012. Betrachtet man ausschließlich die Vergleichszeitpunkte 2018 und 2022, so ist Japan der einzige OECD-Staat, in dem die mittlere Lesekompetenz der Jugendlichen signifikant gestiegen ist. Der negative Verlauf von 2012 auf 2018 konnte dort demnach umgekehrt werden. Mit 516 Punkten gehören Japan und Irland in PISA 2022 zu den lesestärksten OECD-Staaten sowie zu der Gruppe aus 16 OECD-Staaten, die signifikant über dem OECD-Durchschnitt liegen (vgl. auch Abbildung 6.2). Im Vergleich zu 2018 beträgt der Anstieg der mittleren Lesekompetenz in 2022 in Japan 12 Punkte.

Keine statistisch bedeutsamen Veränderungen zwischen PISA 2012 und PISA 2022 zeigen sich in den 16 OECD-Staaten Israel, Neuseeland, Portugal, Österreich, Mexiko, Italien, Dänemark, Irland, Litauen, Estland, Vereinigtes Königreich, Tschechien, Schweden, Kolumbien, Vereinigte Staaten und Chile (vgl. Abbildung 6.6).

6.4.3 Kompetenzstufen im internationalen 10-Jahres-Trend für 2012 bis 2022

In diesem Abschnitt betrachten wir jeweils die unteren und oberen Kompetenzbereiche im Lesen im internationalen Trendvergleich über die Jahre 2012 und der aktuellen PISA-Runde 2022. Im linken Bereich der Abbildung 6.7 findet man den Anteil der Jugendlichen auf den untersten Stufen der Lesekompetenz (unter Stufe II) für alle OECD-Staaten sowie im OECD-Durchschnitt. Im rechten Bereich ist der *10-Jahres-Trend* für die prozentualen Anteile auf der Kompetenzstufe V und darüber dargestellt.

Im Vergleich zu PISA 2012 ist der Anteil der Fünfzehnjährigen, die eine niedrige Lesekompetenz aufweisen, für den OECD-Durchschnitt in PISA 2022 signifikant angestiegen. Dies bedeutet, dass in PISA 2022 der Anteil an Fünfzehnjährigen, die nicht mehr die basalen Lesefertigkeiten beherrschen, im 10-Jahres-Trend gegenüber der PISA-Erhebung in 2012 statistisch bedeutsam angestiegen ist. Wie die linke Seite der Abbildung 6.7 zeigt, trifft diese Aussage für die meisten OECD-Staaten zu. Die deutlichste Zunahme des prozentualen Anteils Jugendlicher auf den unteren Kompetenzstufen im Lesen verzeichnen dabei die Niederlande, Island und Griechenland. Diese drei Staaten weisen gleichzeitig auch den größten Rückgang für den Mittelwert der Lesekompetenz im Vergleich zwischen PISA 2022 und PISA 2012 auf (vgl. Abbildung 6.6 im vorherigen Abschnitt).

Deutschland platziert sich in dieser Negativ-Rangreihe im oberen Drittel und deutlich oberhalb des OECD-Durchschnitts (über insgesamt mehr als zwei Dritteln der OECD-Staaten) mit einer signifikanten Zunahme von 11 Prozentpunkten für den Anteil Jugendlicher auf den unteren Kompetenzstufen.

Während sich bei der Betrachtung der Anteile Jugendlicher auf den unteren Kompetenzstufen (vgl. Abbildung 6.7) für die meisten OECD-Staaten deutliche Zunahmen finden lassen, treten solche Veränderungen in den Anteilen Jugendlicher auf den oberen Kompetenzstufen bei allen OECD-Staaten deutlich weniger ausgeprägt in Erscheinung. Eine signifikante und auch vom absoluten Wert her bedeutsame Zunahme im 10-Jahres-Trend auf den oberen Kompetenzstufen erreichen beispielsweise die Vereinigten Staaten. Eine signifikante Abnahme der Anteile Jugendlicher auf der Kompetenzstufe V und darüber zeigt sich in Staaten wie Japan (-6.2 Prozentpunkte), Finnland (-4.7 Prozentpunkte), Frankreich (-5.8 Prozentpunkte), Belgien (-4.5 Prozentpunkte), Griechenland (-3.1 Prozentpunkte), Island (-3.1 Prozentpunkte) und Niederlande (-2.8 Prozentpunkte). Für Deutschland ergeben sich hier für den 10-Jahres-Trend keine signifikanten Veränderungen (2022–2012: -0.7 Prozentpunkte).

Die Abbildung 6.8 zeigt den bereits in Abbildung 6.7 eingeführten Vergleich der unteren und oberen Kompetenzstufen im Trendverlauf hier für den Vergleich der PISA-Runden 2022 bis 2018. Als allgemeine Interpretation der Abbildung 6.8 (2022–2018) im Vergleich zur Abbildung 6.7 (2022–2012) ergibt sich ein ähnliches Bild.

Abbildung 6.7: Vergleich der prozentualen Anteile von Jugendlichen unter Kompetenzstufe II und auf Kompetenzstufe V und darüber im 10-Jahres-Trend für die Gesamtskala Lesekompetenz in den OECD-Staaten

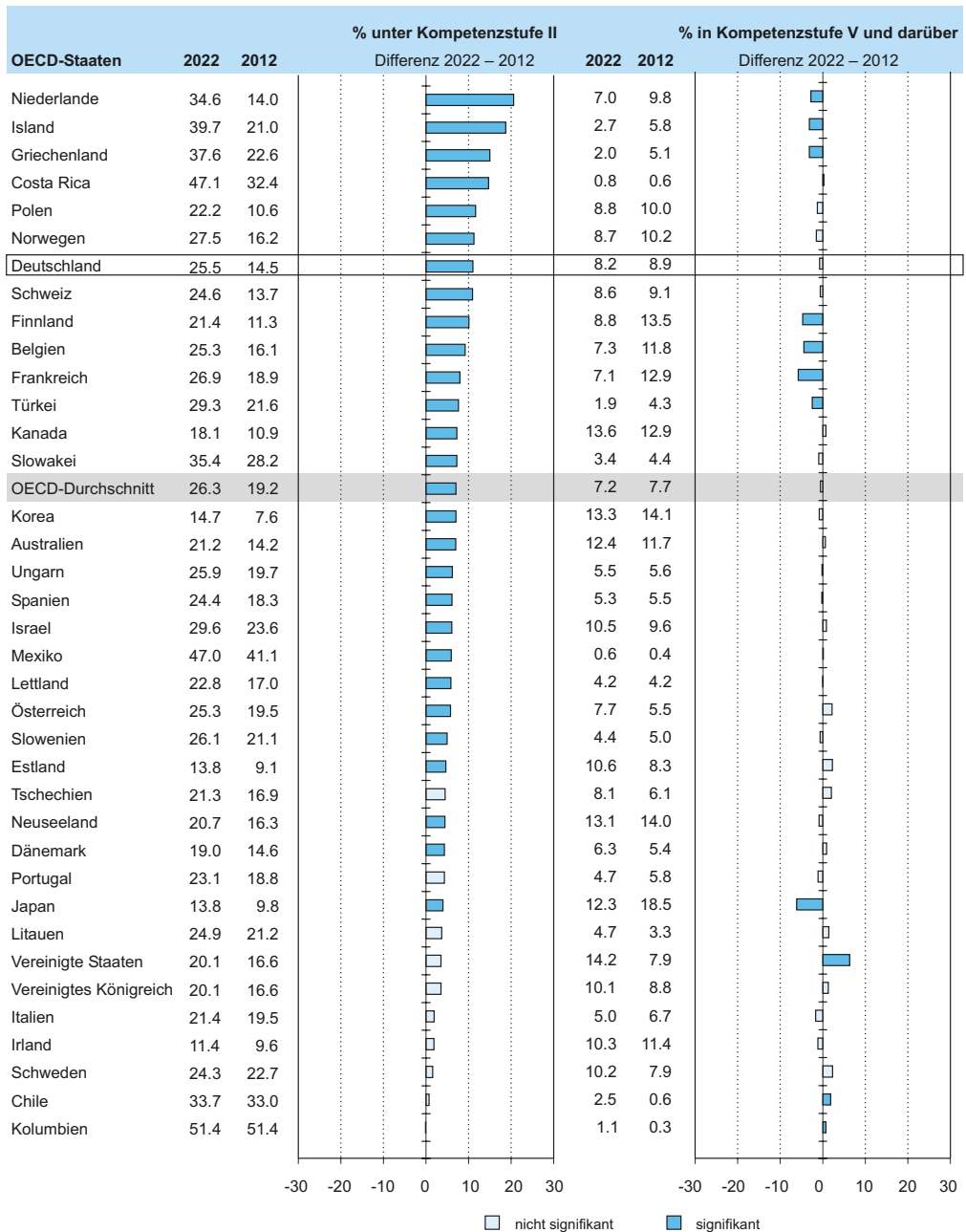
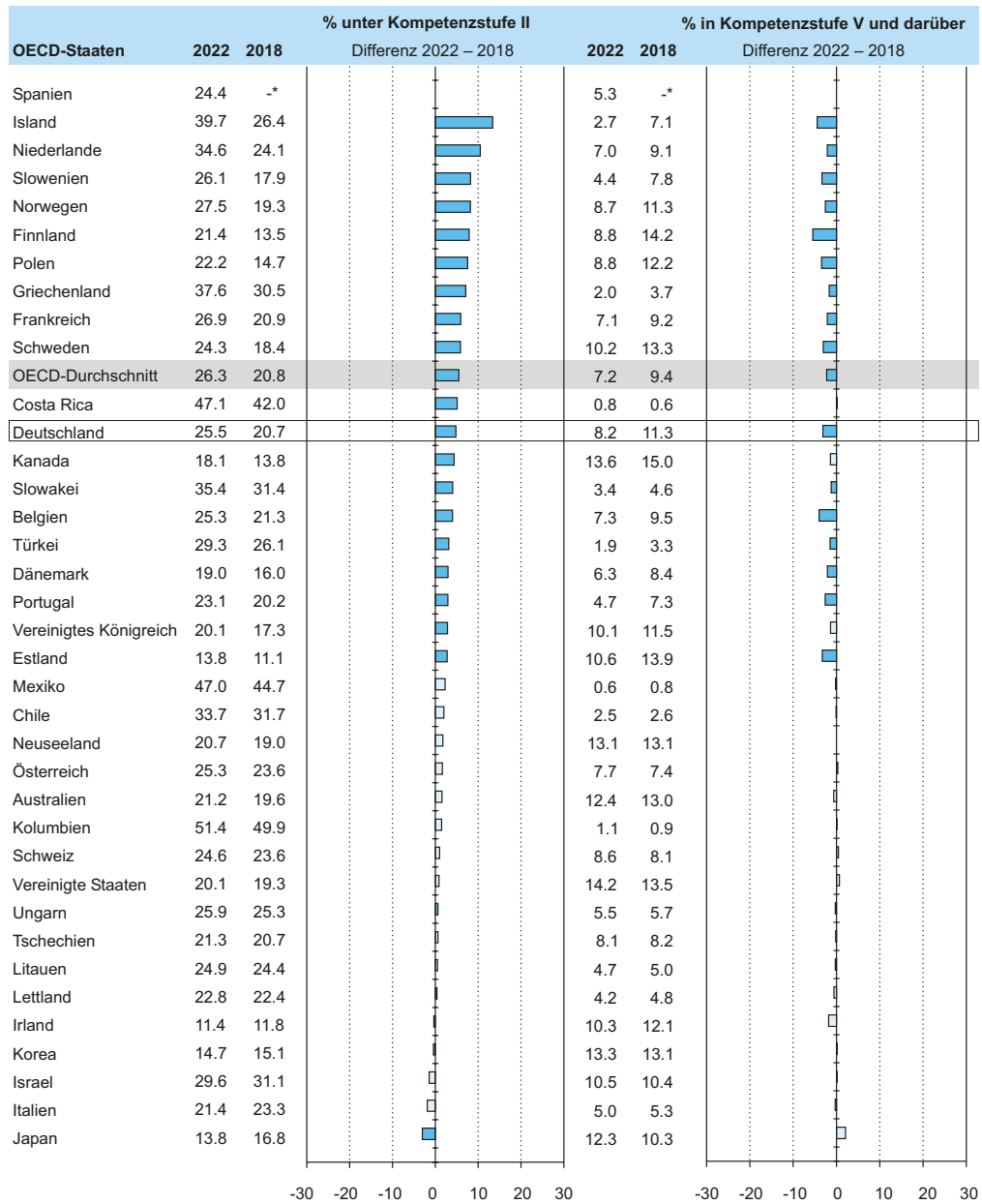


Abbildung 6.8: Vergleich der prozentualen Anteile von Jugendlichen unter Kompetenzstufe II und in Kompetenzstufe V und darüber im Trend 2022–2018 für die Gesamtskala Lesekompetenz in den OECD-Staaten



Anmerkung: * siehe Fußnote 2 zum OECD-Durchschnitt in 6.4.2

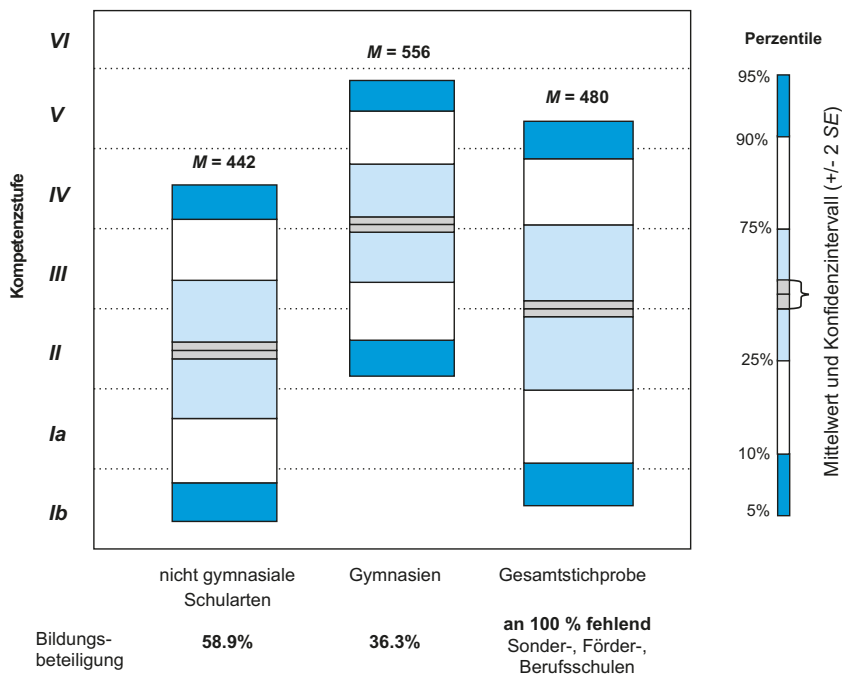
□ nicht signifikant ■ signifikant

Die Rangreihe derjenigen Staaten mit einer signifikanten Zunahme auf den unteren Kompetenzstufen ist gegenüber dem Vergleich 2022 bis 2012 (vgl. Abbildung 6.7) leicht verkürzt. In der Negativ-Rangreihe für den Vergleich 2022 bis 2018 liegt Deutschland hierbei unter dem OECD-Durchschnitt bei der Zunahme des Anteils Jugendlicher auf den unteren Kompetenzstufen.

6.5 Unterschiede zwischen Schularten in Deutschland

Zur vertiefenden Analyse der Lesekompetenz in Deutschland betrachten wir zunächst deskriptiv die Mittelwerte und Perzentilgrenzen der PISA-Lesekompetenz, geschichtet nach gymnasialen und nicht gymnasialen Schularten (vgl. Abbildung 6.9). Diese Betrachtung ist auch vor dem Hintergrund relevant, dass Übertrittsentscheidungen auf weiterführende Schulen im deutschen Schulwesen zentral durch den familiären Hintergrund geprägt sein können. Dieser Aspekt des deutschen Schulwesens wird unter den Schlagworten Bildungsbeteiligung und Bildungsaspiration beziehungsweise Förderung derselben in der Literatur diskutiert (Blossfeld, 1988; Ditton, 2011, 2013).

Abbildung 6.9: Mittelwerte und Perzentile der Lesekompetenz auf PISA-Kompetenzstufen für gymnasiale und nicht gymnasiale Schularten in Deutschland



6.5.1 Unterschiede zwischen Schularten

Kennzeichnend für das deutsche Schulsystem ist die Differenzierung der weiterführenden Schulausbildung in verschiedene Schularten. Das Gymnasium ist dabei die einzige Schulart, die in allen 16 deutschen Bundesländern vertreten ist. Aus diesem Grund stellen wir das Gymnasium allen nicht gymnasialen Schularten (Hauptschule, Realschule, Integrierte Gesamtschule und Schule mit mehreren Bildungsgängen; vgl. Mang et al., 2023) gegenüber (vgl. Abbildung 6.9). Die erzielten Mittelwerte der Lesekompetenz an beruflichen Schulen sowie an Sonder- und Förderschulen werden in den Durchschnitt der Gesamtstichprobe einbezogen, fließen jedoch nicht in die Ergebnisse der nicht gymnasialen Schularten ein.

Insgesamt 58.9 Prozent der Fünfzehnjährigen besuchten nicht gymnasiale Schularten, 36.3 Prozent das Gymnasium und 4.8 Prozent entfallen auf berufliche Schulen sowie Sonder- und Förderschulen. Die Bildungsbeteiligung im Sinne des Anteils zur Wahl der gymnasialen Schulart hat sich im Vergleich zu 2018 mit einem Wert von + 0.8 Prozent nicht signifikant verändert.

Die durchschnittliche Lesekompetenz der Fünfzehnjährigen ist an Gymnasien mit 556 Punkten um 114 Punkte höher als an nicht gymnasialen Schularten und liegt mit 76 Punkten signifikant über der Gesamtstichprobe.

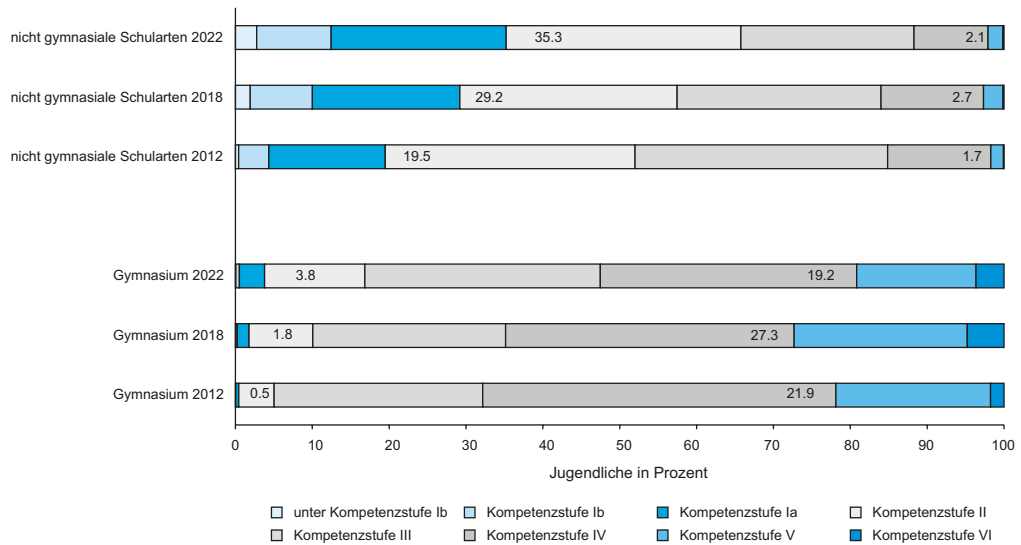
Im Vergleich zu PISA 2018 sind die Mittelwerte der Lesekompetenz der Jugendlichen sowohl an den Gymnasien als auch an den nicht gymnasialen Schularten sowie in der Gesamtstichprobe signifikant gesunken. Den deutlichsten signifikanten Rückgang hatten die Fünfzehnjährigen an den Gymnasien zu verzeichnen (22 Punkte), gefolgt von der Gesamtstichprobe (18 Punkte) und den nicht gymnasialen Schularten (16 Punkte).

6.5.2 Kompetenzstufen nach Schularten im Trend für 2012, 2018 und 2022

Abschließend betrachten wir die Entwicklung der prozentualen Anteile von Jugendlichen auf den unteren Kompetenzstufen (unter Stufe II) und auf der Stufe V und darüber, beides geschichtet nach Schulart (vgl. Abbildung 6.10).

Wie Abbildung 6.10 zeigt, hat in PISA 2022 für alle Schularten der Anteil der Fünfzehnjährigen auf den unteren Kompetenzstufen (II oder darunter) im Vergleich zu den beiden Runden in 2012 und 2018 zugenommen. Für die nicht gymnasialen Schularten zeigt sich für das Jahr 2022 mit 35.3 Prozent der bislang höchste Anteil für die unteren Kompetenzstufen. Bei den Gymnasien zeigt sich 2022 (19.2%) gegenüber 2018 (27.3%) ein deutlicher Rückgang des Anteils Jugendlicher, welche die Kompetenzstufe V und darüber erreichen.

Abbildung 6.10: Lesekompetenz auf PISA-Kompetenzstufen für gymnasiale und nicht gymnasiale Schularten in Deutschland im Trend für 2022, 2018 und 2022



6.6 Zusammenfassung der Befunde und Diskussion

Die durchschnittliche Lesekompetenz ist in Deutschland im Vergleich zu PISA 2018 bedeutsam gesunken. Es zeigt sich zwar, dass diese seit 2015 einsetzende Tendenz weitgehend parallel mit dem OECD-Durchschnitt verläuft (vgl. Abbildung 6.5). Allerdings liegt der Mittelwert in der Lesekompetenz für Deutschland 2022 im Gegensatz zu den Runden 2012 und 2018 nicht mehr signifikant über dem OECD-Durchschnitt. Die Betrachtung der Grenzen für die beiden unteren und oberen Kompetenzstufen der Lesekompetenz zeigen im 10-Jahres-Trend, dass der Anteil leseschwacher Fünfzehnjähriger in Deutschland zugenommen und gleichzeitig der Anteil besonders lesestarker Fünfzehnjähriger abgenommen hat. Positiv zu sehen ist dagegen, dass die Geschlechterdifferenz in der Lesekompetenz in Deutschland um 6 Punkte gegenüber 2018 abgenommen hat.

Aufgrund der hier referierten Befunde muss festgestellt werden, dass es bislang nicht gelungen ist, einen erheblichen Teil der Jugendlichen auf eine Kompetenzstufe zu bringen, die für gesellschaftliche Teilhabe und weiteres Lernen erforderlich ist.

Die Ergebnisse lassen einen dringenden Handlungsbedarf erkennen, um die Lesekompetenz sowie die weiteren sprachlichen Kompetenzen aller Jugendlichen dauerhaft zu verbessern. Dafür wird ein gesellschaftlicher und bildungspolitischer Konsens benötigt, dass die basalen Kompetenzen im Lesen vordringlich zu fördern sind, weil sie eine Schlüsselqualifikation für die Bildung und Teilhabe an der Gesellschaft darstellen. Bislang ist es trotz zahlreicher Programme von Bund und Ländern nicht gelungen, erfolgreiche Maßnahmen zur Lese- und Sprachförderung flächendeckend in den Schulen und Kitas zu

implementieren. Die Ständige Wissenschaftliche Kommission (SWK) hat in ihrem Gutachten für die Grundschule (SWK, 2022) aufgezeigt, wie Maßnahmen zur Sicherung der basalen Kompetenzen aussehen und systematisch implementiert werden können. Dazu gehören wirksame Fördermaßnahmen, wie zum Beispiel Trainingsprogramme zur Verbesserung der Leseflüssigkeit und zur Nutzung von Lesestrategien, als auch das Schaffen von geeigneten Rahmenbedingungen, etwa einer Unterstützung durch Schulleitungen und Landesinstitute, die Bereitstellung von Diagnose- und Förderkonzepten sowie die verpflichtende Verankerung solcher Maßnahmen in den Schulprogrammen. Um die Lesekompetenz nachhaltig zu verbessern, müssen alle Ebenen des Bildungssystems hier Prioritäten setzen und eng kooperieren.

Das gilt nicht nur für die Grundschulen, in denen die Grundlagen für die Lesekompetenz gelegt und die Sprachkompetenzen weiterentwickelt werden, und die Kitas, in denen die sprachlichen Voraussetzungen zum späteren Lesen und Schreiben überprüft werden müssen, um bei Bedarf gefördert zu werden. Auch für die Sekundarstufe und die beruflichen Schulen müssen Kompetenzrückstände diagnostiziert werden, um differenzielle Förderprogramme für leseschwache Jugendliche zu implementieren. Die Notwendigkeit differentieller Förderprogramme ergibt sich auch aus Befunden, die zeigen, dass gerade Jugendliche aus sozial und ökonomisch schwierigen Lagen Defizite in der Lesekompetenz aufweisen (vgl. Kapitel 7 in diesem Band).

Eine diagnosebasiert früh einsetzende, vorschulische sprachliche Förderung ist zur Schaffung von optimalen Voraussetzungen für das spätere Lesen und Schreiben notwendig. Allerdings verdeutlichen die Befunde auch, dass etwa ein Drittel der Fünfzehnjährigen, die sich im Schnitt in der 9. Klasse befinden, vor allem an nicht gymnasialen Schularten unter die Lesekompetenzstufe II fallen (vgl. Abbildung 6.10). Somit besteht auch für spätere Förderungen eine hohe Dringlichkeit. Gerade bei den leseschwachen Jugendlichen am Ende der Pflichtschulzeit sind schnelleingreifende Förderprogramme angezeigt, um die Voraussetzungen für eine weitere (berufliche) Ausbildung zu verbessern – so zum Beispiel auch für Berufsschulen als Anschlussinstitutionen an die Pflichtschulzeit, in denen bislang häufig nur zwei Deutschstunden in der Woche eingeplant sind.

In einer erfolgreichen Bildungsgesellschaft muss, in Anlehnung an den Titel der Publikation von Baker und Escarpit (1973) „*The book hunger*“, ein Klima für *Hunger* nach Bildung, nach Büchern, nach dem Lesen – gerade auch in digitalen Formen – entstehen. In Analogie zu Baker und Escarpit (1973, S. 30) sollte so ein *Hunger* nach dem Lesen wie der physische Hunger behandelt werden und das Buch, ebenso wie das (digitale) Lesen, als wertvollstes Grundbedürfnis geschützt, gepflegt, verbessert und entwickelt werden.

Literatur

- Baker, R., & Escarpit, R. (1973). *The book hunger*. UNESCO.
- Baumert, J., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U., Schneider, W., Stanat, P., Tillmann, K.-J., & Weiß, M. (Hrsg.). (2001). *PISA 2000: Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*. Leske + Budrich. <https://doi.org/10.1007/978-3-322-83412-6>
- Becker-Mrotzek, M., Lindauer, T., Pfof, M., Weis, M., Strohmaier, A., & Reiss, K. (2019). Lesekompetenz heute – eine Schlüsselqualifikation im Wandel. In K. Reiss, M. Weis, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2018 Grundbildung im internationalen Vergleich* (S. 21–46). Waxmann.
- Berezner, A., & Adams, R. J. (2017). Why large-scale assessments use scaling and Item Response Theory. In P. Lietz, J. Cresswell, K. Rust & R. J. Adams (Hrsg.), *Implementation of large-scale education assessments* (S. 92–136). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118762462.ch13>
- Blossfeld, H.-P. (1988). Sensible Phasen im Bildungsverlauf. Eine Längsschnittanalyse über die Prägung von Bildungskarrieren durch den gesellschaftlichen Wandel. *Zeitschrift für Pädagogik*, 34(1), 45–63. <https://doi.org/10.25656/01:14470>
- Ditton, H. (2011). Von Generation zu Generation. Weitergabe von Bildung über die Familie. In T. Eckert, A. von Hippel, M. Pietraß & B. Schmidt-Hertha (Hrsg.), *Bildung der Generationen* (S. 101–11). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-92837-1_8
- Ditton, H. (2013). Kontexteffekte und Bildungsungleichheit: Mechanismen und Erklärungsmuster. In R. Becker & A. Schulze (Hrsg.), *Bildungskontexte: Strukturelle Voraussetzungen und Ursachen ungleicher Bildungschancen* (S. 173–206). Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-531-18985-7_7
- Gold, A. (2023). *Digital lesen. Was sonst?* Vandenhoeck & Ruprecht. <https://doi.org/10.13109/9783666703348>
- Hahnel, C., Goldhammer, F., Kroehne, U., Mahlow, N., Artelt, C., & Schoor, C. (2021). Automated and controlled processes in comprehending multiple documents. *Studies in Higher Education*, 46(10), 2074–2086. <https://doi.org/10.1080/03075079.2021.1953333>
- Hahnel, C., Goldhammer, F., Naumann, J., & Kroehne, U. (2016). Effects of linear reading, basic computer skills, evaluating online information, and navigation on reading digital text. *Computers in Human Behavior*, 55, 486–500. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.09.042>
- Heine, J.-H., Mang, J., Borchert, L., Gomolka, J., Kroehne, U., Goldhammer, F., & Sälzer, C. (2016). Kompetenzmessung in PISA 2015. In K. Reiss, C. Sälzer, A. Schiepe-Tiska, E. Klieme, & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2015: Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 383–430). Waxmann.
- Hurrelmann, B. (2002). Sozialhistorische Rahmenbedingungen von Lesekompetenz sowie soziale und personale Einflussfaktoren. In N. Groeben & B. Hurrelmann (Hrsg.), *Lesekompetenz. Bedingungen, Dimensionen, Funktionen* (S. 123–149). Juventa.
- Mang, J., Seidl, L., Schiepe-Tiska, A., Tupac-Yupanqui, A., Ziernwald, L., Doroganova, A., Weis, M., Diedrich, J., Heine, J.-H., González Rodríguez, E., & Reiss, K. (2023). *PISA 2018 Skalenhandbuch. Dokumentation der Erhebungsinstrumente* (2. ergänzte Auflage). Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830919964>

- Mangen, A., & van der Weel, A. (2016). The evolution of reading in the age of digitisation: An integrative framework for reading research. *Literacy*, 50(3), 116–124. <https://doi.org/10.1111/lit.12086>
- OECD. (2009). *PISA 2009 assessment framework. Key competencies in reading, mathematics and science*. OECD Publishing.
- OECD. (2019a). PISA 2018 reading framework. In OECD (Hrsg.), *PISA 2018 assessment and analytical framework* (S. 21–71). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>
- OECD. (2019b). *PISA 2018 results (Volume I): What students know and can do*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/19963777>
- OECD. (2021). *21st-century reader: Developing reading skills in a digital world*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/a83d84cb-e>
- OECD. (2023a). *PISA 2022 assessment and analytical framework*. OECD Publishing. https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2022-assessment-and-analytical-framework_dfe0bf9c-en
- OECD. (2023b). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing.
- Philipp, M. (2018). *Lesekompetenz bei multiplen Texten*. Tübingen: A. Francke. <https://doi.org/10.36198/9783838549873>
- Robitzsch, A., Lüdtke, O., Köller, O., Kroehne, U., Goldhammer, F., & Heine, J.-H. (2017). Herausforderung bei der Schätzung von Trends in Schulleistungstudien. Eine Skalierung der deutschen PISA-Daten. *Diagnostica*, 63(2), 148–165. <https://doi.org/10.1026/0012-1924/a000177>
- Sälzer, C. (2021). *Lesen im 21. Jahrhundert. Lesekompetenzen in einer digitalen Welt. Deutschlandspezifische Ergebnisse des PISA-Berichts „21st Century Readers“*. OECD und Vodafone Stiftung Deutschland.
- Schneider, U. (2014). „Wozu lesen?“: Persistente Funktionen des Lesens im sozialen Kontext. *Internationales Archiv für Sozialgeschichte der deutschen Literatur*, 39(1), 268–283. <https://doi.org/10.1515/iasl-2014-0016>
- SWK = Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz. (2022). *Basale Kompetenzen vermitteln – Bildungschancen sichern. Perspektiven für die Grundschule*. Gutachten der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz. <http://dx.doi.org/10.25656/01:25542>
- Weis, M., Doroganova, A., Hahnel, C., Becker-Mrotzek, M., Lindauer, T., Artelt, C., & Reiss, K. (2019). Lesekompetenz in PISA 2018 – Ergebnisse in einer digitalen Welt. In K. Reiss, M. Weis, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2018 Grundbildung im internationalen Vergleich* (S.47–80). Münster: Waxmann.

7 Herkunftsbezogene Ungleichheiten im Kompetenzerwerb

Julia Mang, Katharina Müller, Doris Lewalter, Tamara Kastorff,
Maren Müller, Lisa Ziernwald, Ana Tupac-Yupanqui,
Jörg-Henrik Heine & Olaf Köller

Herkunftsbezogene Ungleichheiten für den Schwerpunkt der mathematischen Kompetenzen finden sich in PISA 2022 in allen OECD-Mitgliedsstaaten. Im internationalen Vergleich sind herkunftsbezogene Disparitäten für Deutschland stark ausgeprägt. Das Ausmaß der mathematischen Kompetenzen fünfzehnjähriger Schüler*innen in Deutschland hängt sehr stark von sozioökonomischen und soziokulturellen Merkmalen, wie den vorhandenen Kultur- und Wohlstandsgütern der Familien, ab. Hinsichtlich des Zuwanderungshintergrundes der Fünfzehnjährigen ergeben sich ebenfalls erhebliche Disparitäten. Vor allem zugewanderte Jugendliche der ersten Generation weisen im Mittel deutlich niedrigere Kompetenzen auf als Schüler*innen ohne Zuwanderungshintergrund. Dabei spricht nur knapp über die Hälfte der Schüler*innen mit Zuwanderungshintergrund zu Hause Deutsch und in der Teilgruppe der Jugendlichen der ersten Generation sogar nur 12 Prozent. Soziale und zugewanderungsbedingte Disparitäten im Leistungsbereich zu reduzieren, bleibt daher eine der wichtigsten bildungspolitischen Aufgaben.

7.1 Herkunftsbezogene Disparitäten

7.1.1 Die Bedeutung der familiären Herkunft

Auswirkungen der sozialen Ungleichheiten auf die schulischen Kompetenzen wurden in den letzten zwei Jahrzehnten in PISA für fünfzehnjährige Schüler*innen in Deutschland immer wieder beschrieben. So zeigte sich bereits in den PISA-Erhebungen der Jahre 2000 und 2003 für Schüler*innen in Deutschland, dass die erreichten Kompetenzen eng mit der sozialen Herkunft der Jugendlichen zusammenhängen. Dies galt für die naturwissenschaftliche Kompetenz, die Lesekompetenz wie auch für die mathematische Kompetenz (Baumert & Schümer, 2001; Ehmke et al., 2004; Müller & Ehmke, 2013; OECD, 2001, 2004). In PISA 2012, als Mathematik zum zweiten Mal Hauptdomäne war, fiel der Zusammenhang zwischen sozialer Herkunft und mathematischer Kompetenz ähnlich hoch aus wie im Jahr 2003, dem Jahr, in dem Mathematik erstmalig Hauptdomäne war (Müller & Ehmke, 2013). Im internationalen Vergleich konnten in den ersten PISA-Erhebungen nur wenige OECD-Staaten identifiziert werden, in denen der Zusammen-

hang zwischen den Herkunftsmerkmalen der Schüler*innen und den gemessenen Kompetenzen so hoch war wie in Deutschland (Ehmke et al., 2004; OECD, 2001, 2004). In den Folgejahren zeigte sich für die PISA-Studien die Tendenz, dass die Stärke der sozialen Disparitäten im Vergleich zum jeweiligen OECD-Mittelwert zunahm (Müller & Ehmke, 2013, 2016; Weis et al., 2019). Zusammengefasst zeigen diese Befunde studienübergreifend, dass große Leistungsunterschiede zwischen Schüler*innen mit hohem und niedrigem sozioökonomischen familiären Hintergrund bestehen (Stanat et al., 2022; Weis et al., 2019).

Die Corona-Pandemie und die damit verbundenen Schulschließungen sind offenbar Verstärker der bisher schon bestehenden Ungleichheiten, darauf weist neben internationalen Befunden (vgl. Betthäuser et al., 2023) auch der IQB-Bildungstrend 2021 hin (Stanat et al., 2022). Stanat et al. (2022) berichten zudem von einer erneuten Steigerung des sozialen Gradienten für Viertklässler*innen in Deutschland in Mathematik. Der soziale Gradient beschreibt dabei die Stärke des Zusammenhangs zwischen der Kompetenz und der sozialen Herkunft. Auch für den Kompetenzbereich Lesen findet sich eine Steigerung des sozialen Gradienten um fast zehn Prozentpunkte im Vergleich zum letzten IQB-Bildungstrend der Sekundarstufe I (Stanat et al., 2023). Es stellt sich daher die Frage, ob auch für fünfzehnjährige Jugendliche in Deutschland eine Steigerung des sozialen Gradienten im Bereich Mathematik erkennbar ist.

Die den vorliegenden Analysen zugrundeliegende Operationalisierung sozialer Herkunft basiert auf der Unterscheidung zwischen ökonomischem, kulturellem und sozialem Kapital (Bourdieu, 1983). Zum ökonomischen Kapital zählen die verfügbaren finanziellen Mittel, Macht oder Prestige. Während dieser Aspekt der sozialen Herkunft die Bildungsforschung lange Zeit maßgeblich dominierte, verweist die Befundlage inzwischen deutlich auf den Einfluss des kulturellen Kapitals, das sich etwa in Form elterlicher Kompetenzen, Werthaltungen und Orientierungen, kultureller Besitztümer und Bildungsabschlüsse äußert, sowie ferner auf das soziale Kapital, das sich im Netzwerk und den sozialen Beziehungen widerspiegelt. Für das bessere Verständnis und die leichtere Strukturierung dieser Merkmale lohnt sich die Unterscheidung zwischen familiären Struktur- und Prozessmerkmalen der sozialen Herkunft (Maaz & Dumont, 2019). Strukturmerkmale sind demnach definiert durch die sozioökonomische Stellung der Eltern der Jugendlichen. Prozessmerkmale werden durch das kulturelle Kapital der Familien veranschaulicht. Dabei wirken Strukturmerkmale nicht nur direkt auf die Bildungseteiligung und den Kompetenzerwerb in der Sekundarstufe, sondern auch indirekt über diese Prozessmerkmale (Baumert et al., 2003; Maaz & Dumont, 2019).

Neben sozialen Disparitäten werden in PISA-Erhebungen regelmäßig zuwanderungsbedingte Disparitäten analysiert. Jugendliche mit Zuwanderungshintergrund zeigten in Deutschland bisher in allen PISA-Erhebungen und allen Domänen im Mittel geringere Kompetenzen als Schüler*innen ohne Zuwanderungshintergrund (Gebhardt et al., 2013; OECD, 2013, 2016, 2019; Rauch et al., 2016; Weis et al., 2019). Dabei ist es wichtig zu unterscheiden, ob bereits die Eltern der Jugendlichen (zweite Generation) oder die Jugendlichen selbst (erste Generation) zugewandert sind. So zeigte sich in PISA 2012,

dass Schüler*innen der zweiten Generation in Mathematik im Vergleich zu PISA 2003 höhere Kompetenzen aufwiesen. Jugendliche der ersten Generation hingegen zeigten in PISA 2012 geringere Kompetenzen verglichen mit PISA 2003 (Gebhardt et al., 2013; OECD, 2013). Eine weitere Herausforderung für das Bildungssystem ist die Vielzahl der Herkunftsländer, aus denen die Jugendlichen beziehungsweise ihre Familien stammen (Weis et al., 2019). Waren es in PISA 2012 knapp 14 Prozent der Jugendlichen, welche aus einem anderen Herkunftsland als der ehemaligen UdSSR, der Türkei oder Polen stammten, so waren es in PISA 2018 bereits knapp 22 Prozent (Weis et al., 2019). Stanat et al. (2022) berichten, dass über 30 Prozent der Schüler*innen der vierten Jahrgangsstufe, die der ersten Generation angehören, aus arabischen Ländern stammen. Dies ist vor allem auf die Aufnahme einer großen Zahl Geflüchteter im Jahr 2015 zurückzuführen. Obwohl sich diese Jugendlichen zum größten Teil in den Schulen in Deutschland wohlfühlen (Gambaro et al., 2020) und verhältnismäßig häufig von Übergangsklassen in weiterführende Schulen wechseln (Paiva Lareiro, 2019), liegen ihre mittleren Leistungen erheblich unter denen ihrer Mitschüler*innen ohne Zuwanderungshintergrund (Schipolowski et al., 2021). Wie hoch die mathematischen Kompetenzen der Jugendlichen in Abhängigkeit von ihrem Zuwanderungshintergrund in Mathematik sind, wird in diesem Kapitel analysiert.

Hinsichtlich der Ursachen für die eingangs beschriebenen Leistungsunterschiede wird immer wieder die Bedeutung von Kenntnissen in der Bildungssprache Deutsch diskutiert (Gogolin & Maaz, 2019). Ein wichtiger Zugang zur Reduzierung von zuwanderungsbedingten Ungleichheiten bleibt die Sprachförderung, die weit früher als in der Sekundarstufe I einsetzen und ein zentraler Bestandteil frühkindlicher Bildung sein muss (Köller, 2019). Ein weiterer Aspekt frühkindlicher Bildung ist die Dauer des Kindergartenbesuchs, welcher einen deutlichen Zusammenhang mit dem Bildungsstand von Kindern aufweist (Seyda, 2009). So zeigte sich in den letzten PISA-Erhebungen, dass Fünfzehnjährige aus Familien mit niedrigerer sozioökonomischer Herkunft weniger lange einen Kindergarten besuchen (Müller & Ehmke, 2013, 2016; Weis et al., 2019). Entsprechend werden in diesem Bericht Unterschiede in der zu Hause gesprochenen Sprache zwischen Jugendlichen mit und ohne Zuwanderungshintergrund, deren Zusammenhang mit dem Kompetenzerwerb sowie der Zusammenhang zwischen frühkindlicher Bildung und den Kompetenzen der Jugendlichen näher beleuchtet.

Die Theorie der Herkunftseffekte nach Boudon (1974) wurde in internationalen und nationalen Kontexten auch auf die Analyse von migrationsbedingten Bildungsungleichheiten übertragen (Gresch, 2012; Heath & Brinbaum, 2007; Heath et al., 2008; Kristen & Dollmann, 2009). Durch diese Weiterentwicklung ist es möglich, zu untersuchen, welche bildungsbezogenen Ungleichheiten durch soziale Disparitäten und darüber hinaus durch den Zuwanderungshintergrund ausgelöst werden (Maaz & Dumont, 2019). Es liegen mittlerweile zahlreiche empirische Studien vor, die soziale und zuwanderungsspezifische Effekte parallel betrachten (Becker, 2011). Neben den häufig gefundenen nachteiligen Effekten für Jugendliche mit Zuwanderungshintergrund sind die ebenfalls wiederholt nachgewiesenen Befunde über positive, sekundäre Effekte nach

Kontrolle des sozioökonomischen Umfelds der Schüler*innen von zentraler Bedeutung (Maaz & Dumont, 2019; Relikowski et al., 2010). Bei gleicher Leistung und gleichem sozioökonomischen Hintergrund gehen Fünfzehnjährige mit Zuwanderungshintergrund häufiger in eine höhere Bildungseinrichtung über als solche ohne Zuwanderungshintergrund (Ditton et al., 2005; Gresch, 2012), was sich auch mit den ausgeprägten Bildungsaspirationen zugewanderter Familien in Verbindung bringen lässt (Kristen & Dollmann, 2009). Wie dieses Beispiel zeigt, ist die kombinierte Analyse sozialer und zugewanderungsbezogener Zusammenhänge mit schulischen Kompetenzen unabdingbar und wird auch in diesem Bericht thematisiert.

7.1.2 Forschungsfragen in PISA 2022

Die wiederkehrenden Befragungen und Testungen in PISA erlauben es, über alle Teilnehmerstaaten hinweg regelmäßig zu untersuchen, wie sich Trends in den herkunftsbezogenen Ungleichheiten darstellen. Auf diese Weise lässt sich feststellen, ob soziale Disparitäten langfristig abnehmen, stabil bleiben oder sich sogar verstärken und in welchen Bereichen demnach differenzierte Monitoringsysteme etabliert und wirksame Fördermaßnahmen implementiert werden müssen. Der internationale Vergleich kann bei der Ableitung entsprechender steuerungspolitischer Maßnahmen hilfreich sein. Neben dieser international vergleichenden Perspektive können die Ergebnisse zur sozialen Lage und zum Zusammenhang zwischen Kompetenz und sozialer Herkunft aufgrund der repräsentativen Stichprobe als Referenz für nationale Untersuchungen herangezogen werden (Baumert et al., 2010; Müller & Ehmke, 2016). Es wird zudem untersucht, inwieweit Disparitäten zwischen Jugendlichen mit und ohne Zuwanderungshintergrund im Hinblick auf die mathematische Kompetenz bestehen. Ergänzend werden diese Aspekte mit Blick auf ausgewählte soziale Merkmale analysiert.

Als Folge der Corona-Pandemie und den damit verbundenen Schulschließungen ist wiederholt gezeigt worden, dass sich herkunftsbezogene Ungleichheiten verstärkt haben (z. B. Betthäuser et al., 2023). Sozial benachteiligte Jugendliche mit Zuwanderungshintergrund hatten während der Schulschließungen weniger und qualitativ schlechtere Lerngelegenheiten als ihre sozial privilegierteren Mitschüler*innen ohne Zuwanderungshintergrund. PISA 2022 ermöglicht es – unter Einschränkungen –, Rückschlüsse auf die Auswirkungen der Ungleichheiten durch die Corona-Pandemie zu untersuchen. Vertiefende Analysen zu den möglichen Auswirkungen der Corona-Pandemie werden in Kapitel 10 vorgestellt.

Im Folgenden werden zunächst die Definitionen der sozialen Herkunft und des Zuwanderungshintergrundes, ihre theoretische Einbettung sowie die operationalisierte Erfassung und diesbezügliche Veränderungen im Vergleich zu vorherigen PISA-Erhebungen in den Fragebögen der Fünfzehnjährigen erläutert. Anschließend werden die Charakteristika und Zusammenhänge der sozialen Herkunft mit Fokus auf die mathematische Kompetenz im internationalen Vergleich und innerhalb Deutschlands näher

untersucht. Im vierten Abschnitt dieses Kapitels werden zugewanderte Jugendliche und ihre Erziehungsberechtigten fokussiert und die Eigenschaften dieser Schüler*innen sowie Zusammenhänge mit der mathematischen Kompetenz innerhalb ausgewählter OECD-Mitgliedsstaaten beschrieben. Speziell für Deutschland werden die Heterogenität der Herkunftsländer und beschreibende Kenngrößen detailliert dargestellt. Das Kapitel rundet die Zusammenführung der sozialen Herkunft und des Zuwanderungshintergrundes mit der Fragestellung ab, inwieweit sich Unterschiede in der mathematischen Kompetenz mit und ohne Zuwanderungshintergrund durch Prädiktoren der sozialen Herkunft erklären lassen. Eine anschließende Diskussion bietet Raum für mögliche Handlungsempfehlungen sowie weiteren Diskurs. Alle hier berichteten Befunde sind statistisch signifikant abgesichert. Es wird im Folgenden nicht gesondert darauf hingewiesen.

7.1.3 Die Erfassung der sozialen Herkunft bei PISA 2022

Soziale Herkunft ist ein mehrdimensionales Merkmal (Long & Renbarger, 2023; Maaz & Dumont, 2019). Grundlage zur Erfassung ist die sozioökonomische Stellung der Erziehungsberechtigten der Fünfzehnjährigen. Diese wird in der Regel über die Berufe der Erziehungsberechtigten operationalisiert (Müller & Ehmke, 2016). Weiterhin werden das kulturelle und das soziale Kapital berücksichtigt, also kulturelle Aktivitäten und soziale Ressourcen einer Familie (Baumert et al., 2019; Bourdieu, 1983, 2012; Coleman, 1987, 1988, 1990). In der PISA-Berichterstattung werden die folgenden Indizes zur Messung der sozialen Herkunft verwendet: der *höchste sozioökonomische berufliche Status* (Highest International Socio-Economic Index of Occupational Status; HISEI), die *Erikson-Goldthorpe-Portocarero-Klassifikation* (EGP) und der *sozioökonomische und soziokulturelle Status* (Index of Economic, Social and Cultural Status; ESCS).

7.1.3.1 Sozioökonomischer beruflicher Status

Grundlage des Index bildet die internationale Standardklassifikation der Berufe (*International Standard Classification of Occupations*, International Labour Office, 1969, 1990, 2012). Für die Kodierung dieser Berufe in ein internationales, hierarchisch angelegtes Berufsgruppenschema wurde die aktuellste Version *ISCO-08* eingesetzt (International Labour Office, 2012).¹ Mit Hilfe des von Ganzeboom et al. (1992) entwickelten Maßes für den sozioökonomischen Status werden diese Berufe in eine kontinuierliche und hierarchische Rangreihe gebracht, wobei diese Werte von 11 (z. B. Reinigungskraft) bis 90 (z. B. Richter*in) annehmen können (Ganzeboom & Treiman, 1996). Da diese Berufe spezifische Qualifikationen im Sinne des Bildungsniveaus erfordern und ein bestimm-

1 Aufgrund der Umstellung des internationalen Klassifikationssystems von ISCO-88 zu ISCO-08 ist seit PISA 2012 die Vergleichbarkeit mit vorherigen PISA-Erhebungsrunden (2000 bis 2009) eingeschränkt.

tes Einkommen zur Folge haben, werden sie als Maß für den *sozioökonomischen beruflichen Status* definiert (Ganzeboom et al., 1992; Ganzeboom & Treiman, 2012). Sofern Werte zu den Erziehungsberechtigten aus den Angaben der Schüler*innen vorhanden sind, wird bei der Ermittlung des *höchsten sozioökonomischen beruflichen Status* (HISEI) der jeweils höhere Wert zur Bestimmung verwendet.

7.1.3.2 EGP-Klassifikationsschema

Beim EGP-Klassifikationsschema (Erikson & Goldthorpe, 2002; Erikson et al., 1979) handelt es sich um ein kategoriales System, anhand dessen die Berufe der Erziehungsberechtigten in diskrete Klassen eingeteilt werden. Dafür wird – neben den Berufen der Erziehungsberechtigten – die Art der Tätigkeit, die Stellung im Beruf und die Weisungsbefugnis für die Zuweisung der Klassen berücksichtigt.² Diese Klassifikation nimmt an, dass die Lebensbedingungen in Abhängigkeit vom Bildungshintergrund, von der gesellschaftlichen Anerkennung, von den beruflichen Gestaltungsmöglichkeiten sowie vom Einkommen variieren (Hradil, 2005; Müller & Ehmke, 2016). Damit können qualitative Unterschiede im sozioökonomischen Entwicklungsumfeld der Schüler*innen sichtbar gemacht werden (Baumert & Maaz, 2006; Weis et al., 2019). In PISA wird anstelle des elfstufigen Modells von Erikson et al. (1979) ein Klassifikationsschema mit sechs Klassen verwendet (Baumert & Schümer, 2001; Müller & Ehmke, 2016; siehe auch Tabelle 7.1web für beispielhafte Beschreibungen der EGP-Klassen). Die Informationen für diese Einordnung in die EGP-Klassen basieren auf den Angaben der Erziehungsberechtigten (Fragebogen für die Erziehungsberechtigten) und beziehen sich auf die Bezugsperson³.

-
- 2 Fehlende Werte für die EGP-Klassifikation wurden mit der aktuellen Version des Pakets *mice* (vgl. van Buuren & Groothuis-Oudshoorn, 2011) für die freie Statistikumgebung R (R Core Team, 2018) mit Hilfe der multiplen Imputation geschätzt. Die resultierenden zehn Schätzungen für jeden fehlenden Wert basieren auf einem Imputationsmodell, welches neben den Kompetenzschätzern für die drei PISA-Domänen unterschiedliche Variablen (z. B. Bildungsabschluss der Erziehungsberechtigten) beinhaltet, welche mit der EGP-Klassifikation assoziiert sind. Die imputierten Werte wurden ausschließlich für die Analysen zu den EGP-Klassen verwendet. Das Imputationsmodell umfasst neben den gebildeten EGP-Klassen aus vorhandenen Angaben, den Kompetenzschätzern für die drei PISA-Domänen und dem Geschlecht der Jugendlichen die gesprochene Sprache zu Hause sowie die Variablen „HISEI“, „PARED“, „HOMEPOS“, „SCHULART“, „IMMIG“, „GRADE“. Zu den Inhalten dieser Variablen (soweit sie nicht hier im Kapitel beschrieben sind) wird z. B. auf das Skalenhandbuch Mang et al. (2021) und die internationalen Codebücher verwiesen, die unter: <http://www.oecd.org/pisa/data/2022database/> verfügbar sind.
- 3 Die Angaben zur Bezugsperson beziehen sich auf den Vater beziehungsweise, wenn diese Angaben fehlen, auf die Mutter.

7.1.3.3 Sozioökonomischer und soziokultureller Status

Der Index zum *sozioökonomischen und soziokulturellen Status* (ESCS) umfasst neben Merkmalen des sozioökonomischen Hintergrunds auch Merkmale des sozialen und kulturellen Kapitals der Familien der befragten Fünfzehnjährigen. Der ESCS setzt sich aus dem *sozioökonomischen beruflichen Status* (HISEI, vgl. 1.3.1 Sozioökonomischer beruflicher Status), dem *Bildungsabschluss der Erziehungsberechtigten* (PARED) und dem *Besitz von Wohlstandsgütern* (HOMEPOS) zusammen und erlaubt die aggregierte Berücksichtigung unterschiedlicher Herkunftsmerkmale (Ehmke & Siegle, 2005). Abbildung 7.1web gibt einen Überblick über diese Zusammensetzung. Das Bildungsniveau der Erziehungsberechtigten wird bei PISA durch den höchsten *Bildungsabschluss der Erziehungsberechtigten in Bildungsjahren* (PARED) erfasst. Hierzu geben die Fünfzehnjährigen im Fragebogen die höchsten Bildungsabschlüsse ihrer Erziehungsberechtigten an. Diese werden anschließend nach der internationalen Standardklassifikation der Bildungsprogramme (International Standard Classification of Education, ISCED-11; OECD et al., 2015) eingeordnet. Für PISA 2022 wurde erstmals das aktualisierte Klassifikationsschema 2011 (ISCED-11) verwendet, in dem vor allem die höheren Level der Bildungsabschlüsse feiner differenziert werden. Tabelle 7.2web gibt einen Überblick über die ISCED-Level nach „vorheriger“ und aktualisierter Klassifikation und deren Einordnung in das deutsche System dieser Abschlüsse. Die Umstellung auf das aktuelle Klassifikationsschema ISCED-11 erfolgte im Austausch mit dem nationalen Projektmanagement von PIAAC bei GESIS, insbesondere mit der Bildungsexpertin Silke Schneider (Schneider, 2015) sowie in mehrschrittigen Bearbeitungsschleifen mit dem internationalen PISA-Konsortium. Der Feldtest für PISA 2022 prüfte die Umstellung auf das aktualisierte Klassifikationsschema ISCED-11. Mögliche Konsequenzen dieser Umstellung für Vergleiche mit früheren PISA-Zyklen werden in der Ergebnisdarstellung thematisiert.

Mit Hilfe des höchsten ISCED-Levels beider Erziehungsberechtigten (HISCED) wird auf Basis der sogenannten *Cummulative Years of Education* (CYE) der PARED gebildet. Dabei wurden in früheren Erhebungen die CYE-Stufen von den PISA-Teilnehmerstaaten vorgegeben. In PISA 2022 wird dieses Kategorienschema erstmals anhand der UNESCO-ISCED-11-Werte definiert (OECD et al., 2015). Tabelle 7.2web stellt die Bildungsdauer für Deutschland analog zu den entsprechenden ISCED-Levels nebeneinander. Aus dieser Tabelle wird auch ersichtlich, dass – wie in den Stufen der ISCED – eine Verfeinerung der Bildungsjahre im oberen Bereich erkennbar ist. Zur Erfassung der *häuslichen Besitztümer* (HOMEPOS) werden sowohl klassisch-kulturelle als auch lern- und computerbezogene Besitztümer in der Familie einbezogen.

7.1.4 Die Erfassung des Zuwanderungshintergrundes bei PISA 2022

Definition des Zuwanderungshintergrundes

Zur Definition des Zuwanderungshintergrundes wird das Geburtsland der Jugendlichen und ihrer Elternteile herangezogen (analog zu den Erhebungsrunden seit 2006; Stanat & Christensen, 2006; Stanat et al., 2010; Weis et al., 2019). Die Informationen dazu basieren auf den Angaben der Schüler*innen (Schüler*innenfragebogen). Dabei werden folgende Kategorien unterschieden:

Ohne Zuwanderungshintergrund:	Beide Elternteile und die*der Jugendliche in Deutschland (bzw. im jeweiligen OECD-Mitgliedsstaat) geboren.
Ein Elternteil im Ausland geboren:	Ein Elternteil im Ausland, ein Elternteil und Jugendliche*r in Deutschland (bzw. im jeweiligen OECD-Mitgliedsstaat) geboren.
Zweite Generation:	Beide Elternteile im Ausland geboren, Jugendliche*r in Deutschland (bzw. im jeweiligen OECD-Mitgliedsstaat) geboren.
Erste Generation:	Beide Elternteile und Jugendliche*r im Ausland geboren.

In diesem Bericht werden Jugendliche mit nur einem in Deutschland geborenen Elternteil separat betrachtet. Diese Differenzierung entspricht den nationalen Berichten seit PISA 2003 (Ramm et al., 2004; Weis et al., 2019), unterscheidet sich aber vom internationalen Vorgehen der OECD, die diese Jugendlichen den Schüler*innen ohne Zuwanderungshintergrund zuordnet. Fünfzehnjährige, deren Großeltern im Ausland, deren Erziehungsberechtigte und sie selber allerdings in Deutschland geboren wurden, werden den Schüler*innen ohne Zuwanderungshintergrund zugeordnet.

Umgang mit fehlenden Werten

Da für einige Jugendliche aufgrund fehlender Werte keine eindeutige Zuordnung des Zuwanderungshintergrundes möglich ist, werden die Kategorien für den Zuwanderungshintergrund im vorliegenden Bericht um die Kategorie „nicht zuzuordnen“ erweitert. Dies entspricht früheren nationalen Berichten (vgl. Rauch et al., 2016; Weis et al., 2019), unterscheidet sich aber vom internationalen Vorgehen der OECD. Da die OECD diese Schüler*innen aus den Analysen ausschließt beziehungsweise mit der Information nur eines Elternteiles den Zuwanderungskategorien zuordnet, ist die Vergleichbarkeit mit den Analysen der OECD nur eingeschränkt möglich (OECD, in Vorbereitung).

Differenzierung verschiedener Herkunftsgruppen

Da Leistungsdisparitäten auch durch die Herkunftsländer teilweise erklärt werden können, werden, analog zu früheren PISA-Berichten, Gruppen von Jugendlichen aus den häufigsten Herkunftsländern in Deutschland separat betrachtet (vgl. z.B. Stanat et al., 2010). Nach entsprechender Differenzierung der in PISA 2022 getesteten Jugendlichen mit Zuwanderungshintergrund in Deutschland werden folgende Herkunftsländer beziehungsweise Kategorien unterschieden:

- Ehemalige UdSSR: Mindestens ein Elternteil ist in Russland, Kasachstan oder einer anderen ehemaligen Sowjetrepublik geboren.
- Türkei: Mindestens ein Elternteil ist in der Türkei geboren.
- Polen: Mindestens ein Elternteil ist in Polen geboren.
- Arabische Länder⁴ Mindestens ein Elternteil ist in einem der arabischen Länder geboren.
- Anderes Land: Zusammengefasste Kategorie mehrerer Staaten, aus denen jeweils ein geringer Anteil an Jugendlichen stammt.

Aus dem arabischen Raum zugewanderte Familien und Jugendliche werden aufgrund der vergleichbaren Häufigkeit wie die Herkunftsländer ehemalige UdSSR, Türkei und Polen in diesem Bericht erstmalig separat betrachtet. Jugendliche, deren Elternteile in unterschiedlichen Ländern geboren wurden, wurden der Kategorie „Anderes Land“ zugeordnet. Jugendliche mit einem im Ausland und einem in Deutschland geborenen Elternteil wurden dem Herkunftsland des zugewanderten Elternteils zugeordnet.

Die Kategorie „Anderes Land“ umfasst alle Jugendlichen, deren Elternteile nicht aus einem der Herkunftsländer ehemalige UdSSR, Türkei, Polen und den arabischen Ländern stammen. In dieser Gruppe sind die meisten Familien bei PISA 2022 aus Italien, Kosovo und Rumänien zugewandert. Die restlichen Herkunftsländer sind für separate Betrachtungen zu klein.

Die zu Hause gesprochene Sprache

Die *zu Hause gesprochene Sprache* wird von den Jugendlichen im Fragebogen erfragt („Welche Sprache sprichst du am häufigsten zu Hause?“). Hierbei standen die elf Sprachen zur Auswahl, die in früheren PISA-Erhebungsrunden am häufigsten genannt wurden. Diese sind Deutsch, Griechisch, Italienisch, Kroatisch, Polnisch, Russisch, Serbisch, Türkisch, Kurdisch, Englisch und Arabisch. Zusätzlich bot ein offenes Antwortfeld die Möglichkeit, weitere Sprachen einzutragen.

4 Als arabische Länder werden die Mitgliedsstaaten der Arabischen Liga bezeichnet.

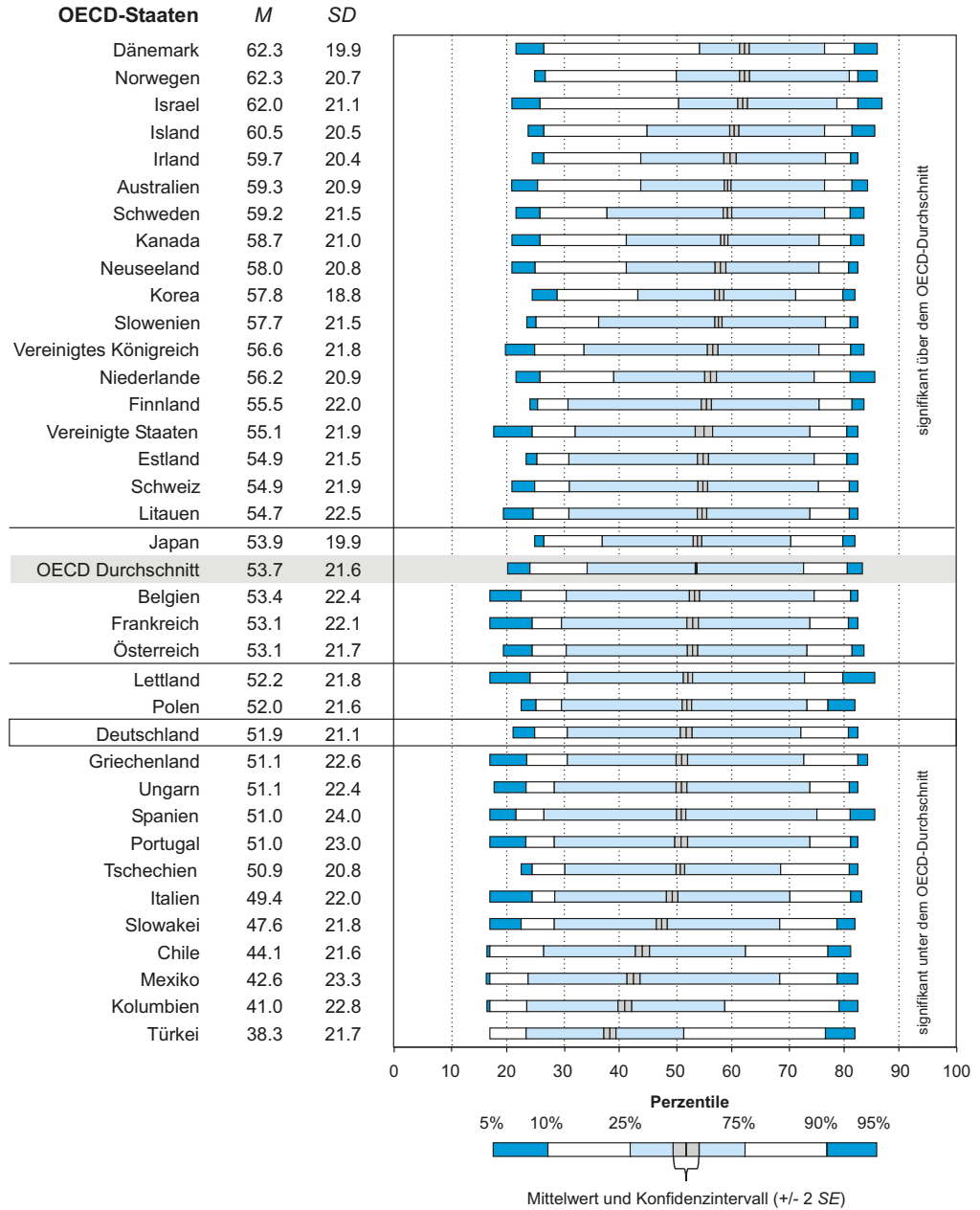
7.2 Soziale Herkunft und mathematische Kompetenz im internationalen Vergleich

Im Folgenden wird die soziale Herkunft der Fünfzehnjährigen in den OECD-Mitgliedsstaaten betrachtet. Dazu wird zunächst auf den sozioökonomischen beruflichen Status der Familien mit seiner mittleren Ausprägung sowie seiner Streuung über alle OECD-Staaten hinweg vergleichend eingegangen. Zentral ist weiterhin die Frage, inwieweit sich diese Kenngrößen im Vergleich mit PISA 2012 verändert haben. Im Anschluss beschreiben wir den Zusammenhang zwischen dem sozioökonomischen beruflichen Status und der mathematischen Kompetenz. Für diese Ausweisung kommen zwei Kennwerte, der *soziale Gradient* und das *Maß der aufgeklärten Varianz*, zum Einsatz. Diese beiden Kenngrößen ergeben sich aus einer linearen Regression. Die in dieser linearen Regression ermittelte Steigung des sozialen Gradienten gibt an, um wie viele Punkte die durchschnittliche Kompetenz der Schüler*innen zunimmt, wenn der Prädiktor (hier sozioökonomischer beruflicher Status) um eine Standardabweichung steigt. Der soziale Gradient ermöglicht damit Aussagen über die Stärke des Zusammenhangs zwischen Kompetenz und der sozialen Herkunft. Ein niedriger sozialer Gradient beziehungsweise eine schwach ansteigende Regressionsgerade deuten auf einen schwächeren, ein hoher sozialer Gradient auf einen stärkeren Zusammenhang der Kompetenz mit der sozialen Herkunft hin. Die Varianzaufklärung (R^2) gibt im Vergleich dazu an, zu welchem prozentualen Anteil sich Kompetenzunterschiede (Varianz) durch die soziale Herkunft vorhersagen lassen. Um die soziokulturellen Aspekte zu berücksichtigen, wird im Anschluss der Zusammenhang zwischen der mathematischen Kompetenz und dem sozioökonomischen und soziokulturellen Status analysiert.

7.2.1 Sozioökonomischer beruflicher Status und Zusammenhang mit der mathematischen Kompetenz

Die Abbildung 7.1 zeigt die Ausprägungen des sozioökonomischen beruflichen Status (HISEI) in den OECD-Staaten. Neben den mittleren Ausprägungen und der Standardabweichung werden die Perzentilbänder veranschaulicht. Die Länge des Perzentilbandes repräsentiert die Streuung des sozioökonomischen beruflichen Status: Je kürzer das Perzentilband, desto homogener ist die Verteilung innerhalb des jeweiligen OECD-Staates. Deutschland liegt mit 51.9 Punkten unter dem OECD-Durchschnitt ($M = 53.7$). Dabei hat sich der Wert für Deutschland im Vergleich zu PISA 2012 nicht verändert. Neben Deutschland erzielen zum Beispiel Polen ($M = 52.0$), Italien ($M = 49.4$) oder Tschechien ($M = 50.9$) ebenfalls niedrigere Werte des HISEI als der OECD-Durchschnitt, wobei für diese drei OECD-Staaten eine Verbesserung im Vergleich zu PISA 2012 festzustellen ist. Nicht vom OECD-Durchschnitt unterscheiden sich unter anderem Österreich ($M = 53.1$) und Frankreich ($M = 53.1$). Für Österreich zeigt sich eine Erhöhung

Abbildung 7.1: Mittelwerte, Streuungen und Perzentilbänder des sozioökonomischen beruflichen Status (HISEI) der OECD-Staaten



(von $M = 48.9$ auf $M = 53.1$) des HISEI. Über dem OECD-Durchschnitt befinden sich zum Beispiel die OECD-Staaten Australien ($M = 59.3$), Finnland ($M = 55.5$) und das Vereinigte Königreich ($M = 56.6$), welche auch schon in PISA 2012 überdurchschnittliche Werte erlangten. Neben dem mittleren sozioökonomischen beruflichen Status ist seine Standardabweichung als Maß für die Streuung von besonderem Interesse. Diese sagt aus, wie groß die Unterschiede im sozioökonomischen beruflichen Status der Familien fünfzehnjähriger Schüler*innen innerhalb der jeweiligen Staaten sind. Für Deutschland zeigt sich, dass sich die Standardabweichung ($SD = 21.1$) von der des OECD-Durchschnittes ($SD = 21.6$) unterscheidet. Im Vergleich zu PISA 2012 hat sich die Streuung in Deutschland (2012 $SD = 20.6$) wie auch im OECD-Durchschnitt (PISA 2012 $SD = 20.8$) etwas vergrößert.

Die Ergebnisse der linearen Regression, welche die Abhängigkeit der mathematischen Kompetenz vom sozioökonomischen beruflichen Status aufweisen, sind in Tabelle 7.1 dargestellt. Es ist ersichtlich, dass es in allen OECD-Staaten einen positiven Zusammenhang zwischen dem sozioökonomischen beruflichen Status und der mathematischen Kompetenz gibt. In Deutschland liegt die Steigung des sozialen Gradienten mit gut 37 Punkten über dem OECD-Wert mit knapp 30 Punkten. Für Deutschland liegt demnach der Wert der mathematischen Kompetenz um 37 Punkte höher, wenn der sozioökonomische berufliche Status um eine Standardabweichung (21.1 Punkte, siehe Abbildung 7.1) steigt. Zu den Staaten, in denen der soziale Gradient niedriger als der OECD-Durchschnitt ausfällt, zählen zum Beispiel Island, Norwegen und Griechenland. Im OECD-Durchschnitt liegen unter anderem Finnland, Schweden und Polen. Im Vergleich zum OECD-Durchschnitt ist die Steigung (neben Deutschland) auch in Österreich, der Schweiz und in Frankreich deutlich höher. Zudem weist Deutschland ($R^2 = 14.2$) neben Österreich, der Schweiz und Frankreich einen höheren aufgeklärten Varianzanteil durch den sozioökonomischen beruflichen Status auf, als dies im OECD-Durchschnitt ($R^2 = 10.7$) der Fall ist. Das bedeutet, dass die Mathematikkompetenz in diesen Ländern stärker mit dem sozioökonomischen beruflichen Status der Eltern zusammenhängt als in anderen OECD-Staaten.

7.2.2 Zusammenhang zwischen dem sozioökonomischen und soziokulturellen Status und der mathematischen Kompetenz

Werden in der Regression neben sozioökonomischen auch soziokulturelle Merkmale berücksichtigt und der Zusammenhang anhand des ESCS untersucht, so ergeben sich in Tabelle 7.2 erwartungsgemäß höhere Zusammenhänge zwischen der mathematischen Kompetenz und dem ESCS als beim HISEI (vgl. Tabelle 7.1). Wie in Abschnitt 7.2.1 werden auch hier mit Hilfe einer linearen Regression die Stärke des Zusammenhangs und die damit verbundene Varianzaufklärung bestimmt. Die Steigung des sozialen Gradienten für den ESCS als Prädiktor für die mathematische Kompetenz liegt in Deutschland bei gut 35 Punkten und unterscheidet sich damit nicht vom

Tabelle 7.1: Zusammenhang zwischen der mathematischen Kompetenz und dem sozioökonomischen beruflichen Status in den OECD-Staaten (Prädiktorvariable: HISEI)

OECD-Staaten	Mathematische Kompetenz		Steigung des sozialen Gradienten		Stärke des Zusammenhangs	
	Achsenabschnitt	(SE)	Steigung	(SE)	Varianzaufklärung R^2	(SE)
Mexiko	404	(2.3)	15.8	(1.3)	5.6	(0.9)
Japan	539	(2.7)	20.4	(2.3)	4.0	(0.8)
Island	460	(1.8)	20.6	(1.7)	5.0	(0.8)
Chile	427	(1.8)	22.4	(1.3)	8.2	(0.9)
Kolumbien	399	(3.1)	22.9	(1.9)	10.2	(1.6)
Irland	488	(1.6)	23.3	(1.3)	7.3	(0.8)
Korea	527	(3.3)	24.1	(2.4)	3.8	(0.7)
Norwegen	466	(1.8)	24.4	(1.4)	6.1	(0.7)
Spanien	481	(1.3)	24.4	(0.8)	9.5	(0.6)
Lettland	489	(1.9)	24.7	(1.4)	9.2	(0.9)
Griechenland	438	(2.0)	25.0	(1.4)	9.5	(1.0)
Dänemark	483	(1.7)	25.7	(1.3)	8.1	(0.8)
Vereinigtes Königreich	495	(2.2)	26.2	(1.8)	7.0	(0.9)
Kanada	497	(1.4)	26.4	(1.3)	7.1	(0.7)
Italien	479	(2.9)	26.9	(2.0)	9.1	(1.2)
Estland	512	(1.7)	27.3	(1.7)	9.6	(1.1)
Finnland	487	(1.6)	27.6	(1.2)	9.7	(0.7)
Schweden	482	(1.7)	29.2	(1.5)	9.1	(0.8)
Litauen	481	(1.6)	29.2	(1.4)	11.9	(1.0)
Polen	498	(1.9)	29.6	(1.7)	10.8	(1.1)
Türkei	474	(1.8)	29.6	(1.6)	10.3	(1.1)
Vereinigte Staaten	468	(3.2)	31.1	(2.1)	10.5	(1.2)
Neuseeland	481	(1.8)	32.3	(2.1)	9.8	(1.2)
Portugal	480	(1.7)	32.9	(1.5)	14.7	(1.1)
Slowenien	482	(1.2)	32.9	(1.4)	12.8	(1.0)
Österreich	496	(2.1)	33.2	(1.5)	12.8	(1.0)
Australien	484	(1.5)	33.4	(1.3)	10.2	(0.7)
Frankreich	484	(1.9)	35.0	(1.4)	15.4	(1.2)
Deutschland	491	(2.4)	37.2	(1.8)	14.2	(1.2)
Schweiz	512	(2.0)	37.3	(1.6)	15.0	(1.2)
Belgien	496	(1.6)	37.6	(1.3)	16.2	(0.9)
Niederlande	500	(2.8)	38.3	(2.3)	12.1	(1.3)
Israel	455	(2.8)	39.5	(2.0)	13.1	(1.2)
Tschechien	496	(1.9)	39.8	(1.6)	16.0	(1.1)
Ungarn	483	(2.1)	43.6	(1.9)	22.0	(1.5)
Slowakei	483	(2.3)	45.7	(2.3)	20.3	(1.6)
OECD-Durchschnitt	480	(0.4)	29.9	(0.3)	10.7	(0.2)

Anmerkung: Prädiktorvariable ist der sozioökonomische berufliche Status (HISEI). Der farblich gekennzeichnete Unterschied zum OECD-Durchschnitt bezieht sich auf die Steigung des sozialen Gradienten.



signifikant unter dem OECD-Durchschnitt



nicht signifikant verschieden vom OECD-Durchschnitt



signifikant über dem OECD-Durchschnitt

Tabelle 7.2: Zusammenhang zwischen der mathematischen Kompetenz und dem sozioökonomischen und -kulturellen Status in den OECD-Staaten (Prädiktorvariable: ESCS)

OECD-Staaten	Mathematische Kompetenz		Steigung des sozialen Gradienten		Stärke des Zusammenhangs	
	Achsenabschnitt	(SE)	Steigung	(SE)	Varianzaufklärung R^2	(SE)
Mexiko	413	(2.7)	19.2	(1.3)	10.4	(1.3)
Kolumbien	410	(3.5)	24.5	(1.7)	16.2	(2.1)
Türkei	485	(2.2)	27.2	(1.3)	12.6	(1.2)
Chile	428	(2.0)	28.8	(1.4)	12.5	(1.2)
Griechenland	436	(2.1)	31.0	(1.6)	11.8	(1.1)
Spanien	475	(1.3)	32.3	(0.9)	14.2	(0.8)
Portugal	480	(1.7)	33.6	(1.4)	18.2	(1.3)
Island	447	(1.7)	34.1	(2.1)	9.3	(1.1)
Norwegen	453	(1.7)	34.6	(1.7)	9.6	(0.9)
Italien	476	(2.7)	35.0	(2.2)	13.5	(1.5)
Lettland	484	(1.8)	35.2	(1.6)	13.2	(1.0)
Irland	481	(1.5)	35.5	(1.5)	13.0	(1.2)
Vereinigtes Königreich	489	(2.1)	36.4	(2.5)	11.0	(1.3)
Vereinigte Staaten	463	(3.0)	37.5	(2.3)	14.9	(1.4)
Dänemark	473	(1.5)	38.1	(1.6)	12.2	(0.9)
Finnland	476	(1.5)	38.5	(1.4)	12.4	(0.8)
Estland	505	(1.7)	39.4	(1.8)	13.4	(1.2)
Deutschland	487	(2.5)	39.6	(1.5)	18.7	(1.3)
Litauen	474	(1.5)	39.9	(1.7)	16.5	(1.2)
Kanada	484	(1.3)	39.9	(1.6)	10.2	(0.8)
Polen	495	(1.9)	40.3	(1.9)	16.3	(1.3)
Neuseeland	475	(1.6)	42.0	(2.0)	15.8	(1.4)
Slowenien	476	(1.2)	42.0	(1.5)	15.7	(1.1)
Schweden	470	(1.7)	43.1	(1.7)	15.0	(1.0)
Österreich	487	(2.0)	43.3	(1.4)	19.4	(1.1)
Japan	536	(2.6)	44.7	(3.1)	11.9	(1.5)
Australien	472	(1.4)	44.7	(1.5)	14.6	(0.8)
Korea	518	(3.1)	45.3	(3.0)	12.6	(1.4)
Frankreich	476	(1.9)	45.5	(1.5)	21.5	(1.3)
Schweiz	502	(1.9)	47.0	(1.5)	20.8	(1.2)
Niederlande	484	(3.1)	47.1	(2.2)	15.1	(1.3)
Belgien	487	(1.6)	48.3	(1.5)	21.8	(1.2)
Ungarn	473	(2.0)	49.3	(1.8)	25.1	(1.5)
Tschechien	493	(1.8)	50.6	(1.8)	22.0	(1.2)
Israel	446	(2.7)	51.1	(2.2)	19.6	(1.4)
Slowakei	481	(2.2)	53.3	(2.2)	25.7	(1.8)
OECD-Durchschnitt	475	(0.3)	39.4	(0.3)	15.5	(0.2)

Anmerkung: Prädiktorvariable ist der ESCS. Der farblich gekennzeichnete Unterschied zum OECD-Durchschnitt bezieht sich auf die Steigung des sozialen Gradienten.



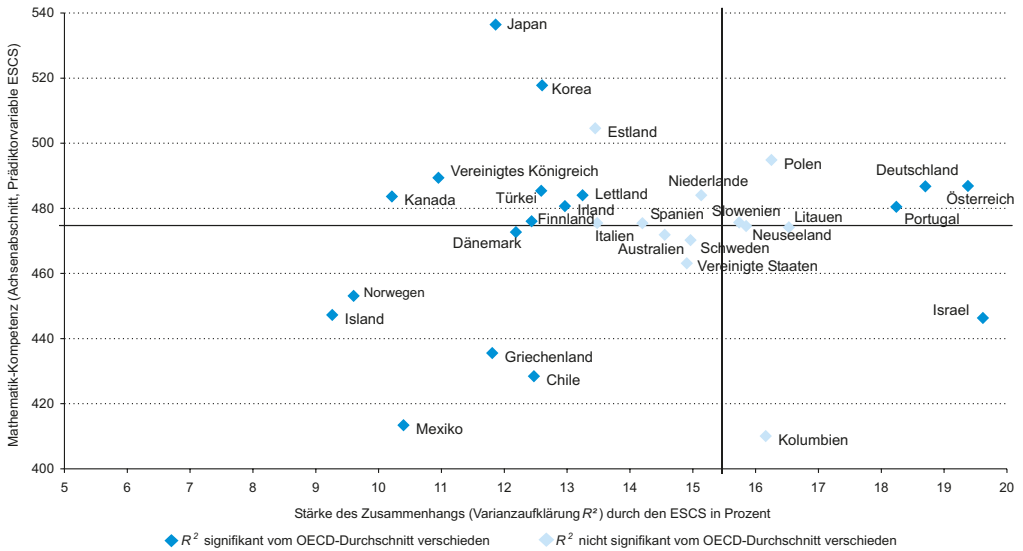
signifikant unter dem OECD-Durchschnitt



nicht signifikant verschieden vom OECD-Durchschnitt



signifikant über dem OECD-Durchschnitt

Abbildung 7.2: Mathematische Kompetenz und Varianzaufklärung (R^2) durch den sozioökonomischen und -kulturellen Status (ESCS) in den OECD-Staaten

OECD-Durchschnittswert. Für Deutschland liegt demnach der Wert der mathematischen Kompetenz um knapp 40 Punkte höher, wenn der sozioökonomische und soziokulturelle Status um eine Standardabweichung ($SD = 1.04$) steigt. Eine geringere Steigung des sozialen Gradienten weisen unter anderem die OECD-Staaten Griechenland, Norwegen und Italien auf. Keine Unterscheidung zur Varianzaufklärung des OECD-Durchschnitts findet sich neben Deutschland zum Beispiel für Finnland, Polen und Slowenien. Deutlich mehr Varianz wird dagegen in den OECD-Staaten Österreich, Frankreich, Schweiz und Niederlande aufgeklärt. Mit knapp 19 Prozent Varianzaufklärungen liegt Deutschland über dem OECD-Durchschnitt ($R^2 = 15.5\%$).

In Abbildung 7.2 sind die Staaten zum einen nach dem Niveau der mathematischen Kompetenz und zum anderen nach dem aufgeklärten Varianzanteil angeordnet. Die Einteilung in die vier Quadranten gibt Auskunft darüber, inwieweit die Staaten bezüglich dieser beiden Merkmale über oder unter dem OECD-Durchschnitt liegen (mathematische Kompetenz $M = 475$; Varianzaufklärung $R^2 = 15.5\%$). Die farbliche Markierung bezieht sich auf die Unterschiede der Varianzaufklärung der Staaten zum OECD-Durchschnitt. Durch die gemeinsame Abbildung ist es etwa möglich, jene Staaten zu identifizieren, in denen es gelingt, hohe Leistungen der Schüler*innen zu erreichen bei gleichzeitig geringem Zusammenhang zwischen Kompetenzstufen und dem sozioökonomischen und soziokulturellen Status (Quadrant links oben). Dies ist eine wünschenswerte Konstellation. So zeigen zum Beispiel Lettland, das Vereinigte Königreich oder auch Kanada, dass eine überdurchschnittlich hohe mathematische Kompetenz auch mit einem geringen Zusammenhang zwischen der Kompetenz und dem sozioökonomischen und soziokulturellen Status einhergehen kann. Andererseits können jene Staaten identifiziert werden, in denen der Zusammenhang hoch ist, das heißt, die sozialen Disparitäten

ten stark ausgeprägt sind, und das Kompetenzniveau niedrig ausfällt (Quadrant rechts unten). Der Quadrant rechts oben, in welchem sich neben Portugal und Österreich auch Deutschland befindet, repräsentiert erreichte mittlere mathematische Kompetenzen, welche in hohem Maße mit dem sozioökonomischen und soziokulturellen Status assoziiert sind.

7.3 Soziale Herkunft und Kompetenzentwicklung in Deutschland

Mit der kategorialen EGP-Klassifikation lässt sich die soziale Herkunft fünfzehnjähriger Schüler*innen in Deutschland anhand anschaulicher Berufsgruppen beschreiben. Dabei werden für diese Klassifikation die Angaben zum Beruf, zur Art des Beschäftigungsverhältnisses sowie zur Weisungsbefugnis berücksichtigt. Diese Einteilung führt zu einer anschaulichen und fundierten Typologie (Müller & Ehmke, 2016). Grundlage für die Typologie und die Einteilung der Berufe in Klassen ist die Annahme, dass die Lebensbedingungen in Abhängigkeit vom Bildungshintergrund, von der gesellschaftlichen Anerkennung, den beruflichen Gestaltungsmöglichkeiten sowie vom Einkommen variieren (Hradil, 2005). Tabelle 7.3 zeigt für die sechs unterschiedlichen EGP-Klassen Mittelwerte und Standardfehler des sozioökonomischen beruflichen Status, des Besitzes an Wohlstandsgütern und der Bildungsdauer der Erziehungsberechtigten. Die Dauer der vorschulischen Bildung (Hasselhorn & Kuger, 2014; Seyda, 2009) stellt dieser Bericht durch den Anteil der Kinder dar, die erst mit vier Jahren oder später in den Kindergarten kommen.

Gut 40 Prozent der Erziehungsberechtigten lassen sich den beiden Dienstklassen (EGP Klassifikation I und II) zurechnen. Für diese beiden Klassen, denen sich neben den freien akademischen Berufen auch höhere Beamte sowie Hochschul- und Gymnasiallehrkräfte zuordnen lassen (Tabelle 7.1web) zeigen sich in Tabelle 7.3 überdurchschnittlich hohe Werte über alle Merkmale der sozialen Herkunft hinweg. Der sozioökonomische berufliche Status unterscheidet sich in fast allen Klassen vom Mittelwert in Deutschland. Während die Werte des sozioökonomischen beruflichen Status in den beiden Dienstklassen (EGP-Klassen I und II) über dem nationalen Durchschnitt liegen, sind die Werte aller anderen EGP-Klassen (außer Selbstständige) unterdurchschnittlich ausgeprägt. Mit Blick auf Kultur- und Wohlstandsgüter verfügen Familien der Dienstklassen über überdurchschnittlich viele Ressourcen, wohingegen Facharbeiter*innen und leitende Angestellte (EGP-Klassen V und VI) sowie die un- und angelernten Arbeiter*innen und Landarbeiter*innen (EGP-Klasse VII) über unterdurchschnittliche Ausstattungen mit Kultur- und Wohlstandsgütern verfügen. Ein ähnliches Bild weist die Bildungsdauer der Erziehungsberechtigten auf. Elternteile der oberen Dienstklasse (EGP-Klasse I) absolvierten knapp eineinhalb Ausbildungsjahre mehr als der nationale Durchschnittswert. Un- und angelernte Arbeiter*innen und Landarbeiter*innen (EGP-

Tabelle 7.3: Merkmale der sozialen Herkunft und der Bildungswege differenziert nach EGP-Klassen

EGP-Klassen	Bezugs- person		Sozioöko- nomischer beruflicher Status (HISEI)		Besitz Wohl- stands- güter ¹		Bildungs- dauer in Jahren ²		Kindergarten- besuch mit vier Jahren oder älter gültige %* (SE)	
	%	(SE)	M	(SE)	M	(SE)	M	(SE)	%*	(SE)
Obere Dienstklasse (I)	21.5	(0.8)	68.6	(0.8)	0.4	(0.0)	14.6	(0.1)	15.8	(1.3)
Untere Dienstklasse (II)	20.0	(0.6)	59.4	(0.6)	0.2	(0.0)	13.8	(0.1)	16.4	(1.4)
Routinedienstleistungen (III)	14.2	(0.4)	46.1	(0.7)	-0.1	(0.0)	12.9	(0.2)	16.7	(1.8)
Selbständige, einschl. Landwirt*innen (IV)	3.2	(0.3)	48.2	(1.8)	0.2	(0.1)	13.4	(0.3)	19.5	(4.4)
Facharbeiter*innen und leitende Arbeiter*innen (V-VI)	22.1	(0.6)	43.1	(0.5)	-0.2	(0.0)	12.7	(0.1)	19.9	(1.5)
Un- und angelernte Arbeiter*innen, Landarbeiter*innen (VII)	19.0	(0.7)	38.1	(0.7)	-0.4	(0.0)	12.1	(0.1)	24.2	(1.8)
Gesamt	100		51.4	(0.4)	0.0	(0.0)	13.3	(0.1)	18.6	(0.8)

Anmerkung: $n = 6116$ (nach der Imputation fehlender Werte); signifikante Unterschiede ($p < .05$) in den Kennwerten für die EGP-Klassen zum Gesamtmittelwert sind **fett** gedruckt.

¹ z-standardisiert

² Aufgrund der Umstellung der Jahre der Bildungsdauer in CYE-Stufen der UNESCO-ISCED-11-Werte sind diese Werte nur bedingt mit vorherigen Zyklen vergleichbar.

Klasse VII) weisen im Gegensatz dazu gut ein Jahr weniger Ausbildungszeit auf. Kinder aus Familien der drei oberen EGP-Klassen gehen weitaus häufiger mit drei Jahren oder jünger in Einrichtungen des elementaren Bildungsbereichs. Dies zeigte sich bereits bei PISA 2018. Circa ein Fünftel der Kinder der EGP-Klassen IV–VII geht erst mit vier Jahren oder später in einen Kindergarten.

Tabelle 7.4 stellt die Lesekompetenz leistungsstarker (Kompetenzstufen V und VI) und leistungsschwacher Schüler*innen (unter Kompetenzstufe II) innerhalb der EGP-Klassen gegenüber. Diese Ausweisung für diese Betrachtung im Zusammenhang mit der Lesekompetenz wurde gewählt, um eine konsistente Darstellung mit allen vorherigen PISA-Erhebungsrunden zu gewährleisten. Um dennoch der Mathematik als Hauptdomäne von PISA 2022 Rechnung zu tragen, findet sich in Tabelle 7.6web die analoge Darstellung der in der Domäne Mathematik leistungsstarken (Kompetenzstufen V und VI) und leistungsschwachen Schüler*innen (unter Kompetenzstufe II) innerhalb der EGP-Klassen. Betrachtet man leistungsstarke (Kompetenzstufen V und VI) und leistungsschwache Schüler*innen (unter Kompetenzstufe II) in Zusammenhang mit der Lesekompetenz, so ergeben sich sichtbare soziale Disparitäten auch innerhalb der EGP-Klassen (Tabelle 7.4). Es zeigt sich für alle EGP-Klassen, dass die Mittelwerte der drei Indikatoren sozialer Herkunft bei den leistungsstarken Schüler*innen höher ausfallen als bei den leistungsschwachen Schüler*innen.

Tabelle 7.4: Merkmale der sozialen Herkunft differenziert nach EGP-Klassen in den Gruppen der lesestarken (mindestens auf Kompetenzstufe V) und lesechwachen (unter Kompetenzstufe II) Schüler*innen

EGP-Klassen	Lesekompetenzstufe V und VI					
	Sozioökonomischer beruflicher Status (HISEI)		Besitz Wohlstandsgüter		Bildungsdauer in Jahren ¹	
	M	(SE)	M	(SE)	M	(SE)
Obere Dienstklasse (I)	73.1	(1.1)	0.8	(0.0)	15.4	(0.1)
Untere Dienstklasse (II)	66.9	(1.2)	0.7	(0.1)	14.7	(0.2)
Routinedienstleistungen (III)	53.6	(2.4)	0.4	(0.1)	13.9	(0.4)
Selbständige, einschl. Landwirt*innen (IV)	59.6	(4.5)	0.9	(0.2)	14.5	(0.6)
Facharbeiter*innen und leitende Arbeiter*innen (V–VI)	48.9	(2.5)	0.2	(0.1)	13.3	(0.4)
Un- und angelernte Arbeiter*innen, Landarbeiter*innen (VII)	43.0	(3.1)	0.3	(0.2)	12.6	(0.6)
Gesamt	62.6	(1.1)	0.6	(0.0)	14.5	(0.1)

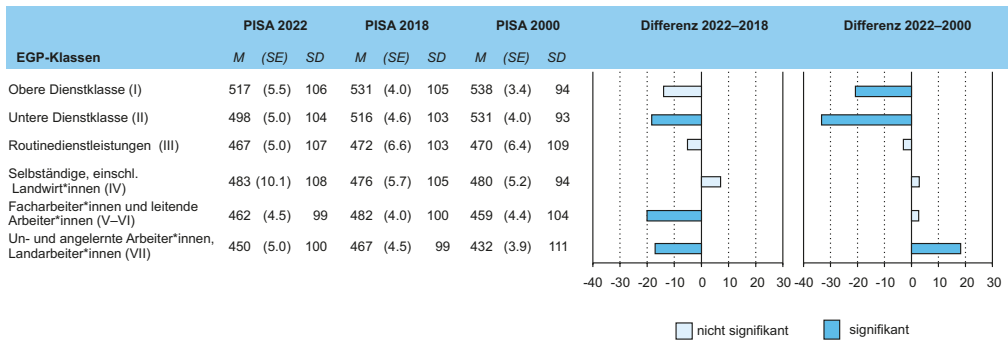
EGP-Klassen	Lesekompetenz unter Kompetenzstufe II					
	Sozioökonomischer beruflicher Status (HISEI)		Besitz Wohlstandsgüter		Bildungsdauer in Jahren ¹	
	M	(SE)	M	(SE)	M	(SE)
Obere Dienstklasse (I)	61.0	(2.1)	-0.1	(0.1)	13.9	(0.2)
Untere Dienstklasse (II)	53.1	(1.4)	-0.3	(0.1)	13.3	(0.3)
Routinedienstleistungen (III)	42.6	(1.3)	-0.5	(0.1)	12.7	(0.3)
Selbständige, einschl. Landwirt*innen (IV)	43.0	(3.7)	-0.4	(0.3)	12.6	(0.8)
Facharbeiter*innen und leitende Arbeiter*innen (V–VI)	40.4	(1.0)	-0.6	(0.1)	12.4	(0.2)
Un- und angelernte Arbeiter*innen, Landarbeiter*innen (VII)	35.9	(1.0)	-0.7	(0.1)	11.9	(0.2)
Gesamt	44.5	(0.6)	-0.5	(0.0)	12.7	(0.1)

Anmerkung: signifikante Unterschiede ($p < .05$) in den Kennwerten für die EGP-Klassen zum gruppenspezifischen Mittelwert sind **fett** gedruckt.

¹Aufgrund der Umstellung der Jahre der Bildungsdauer in CYE-Stufen der UNESCO-ISCED-11-Werte sind diese Werte nur bedingt mit vorherigen Zyklen vergleichbar.

Abbildung 7.3 quantifiziert die oben dargestellten Disparitäten der sozialen Herkunft für die EGP-Klassen und die Lesekompetenzen der fünfzehnjährigen Schüler*innen. Auch wenn die Lesekompetenz der oberen Dienstklasse (EGP-Klasse I) im Vergleich zu PISA 2000 um gut 20 Kompetenzpunkte abgenommen hat, zeigt sich im Vergleich zu PISA 2018 kein Unterschied. Für die Kinder der un- und angelernten Arbeiter*innen und Landarbeiter*innen (EGP-Klasse VII) findet sich im Vergleich zu PISA 2000 eine Verbesserung der Lesekompetenz um 18 Punkte. Allerdings zeigt der Vergleich zu PISA 2018 eine erhebliche Verschlechterung, so dass der Gewinn mit Vorsicht zu betrachten ist. In den mittleren EGP-Klassen der Routinedienstleistungen Handel und Verwaltung (EGP-Klasse III) und Selbständige (EGP-Klasse IV) finden sich sowohl für PISA 2018 als auch für PISA 2000 keine Veränderungen.

Abbildung 7.3: Mittelwerte und Streuungen der Lesekompetenz differenziert nach EGP-Klassen (Bezugsperson) bei PISA 2022, PISA 2018 und PISA 2000 in Deutschland



7.4 Zuwanderungshintergrund und mathematische Kompetenz im europäischen Vergleich

Im Folgenden wird zunächst der sozioökonomische berufliche Status für Schüler*innen mit und ohne Zuwanderungshintergrund in 21 ausgewählten europäischen Staaten betrachtet. Die Auswahl beschränkt sich auf europäische Staaten, die sich aufgrund politischer Rahmenvorgaben durch europäische Institutionen bezüglich Zuwanderungsbewegungen sinnvoll vergleichen lassen (Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat, 2023; Weis et al., 2019). Zudem zeigten sich in vergangenen PISA-Erhebungen ähnliche demografische Entwicklungen in den europäischen Staaten (vgl. Weis et al., 2019). Des Weiteren werden Zusammenhänge zwischen der mathematischen Kompetenz und dem Status der Zuwanderung der Jugendlichen analysiert. Die Anteile der Schüler*innen mit einem Zuwanderungshintergrund in den ausgewählten Staaten sowie die Anteile von Fünfzehnjährigen mit Zuwanderungshintergrund, die zu Hause die Sprache des Einwanderungslandes sprechen, sind in Tabelle 7.3web und Tabelle 7.4web dargestellt.

7.4.1 Der sozioökonomische berufliche Status der Erziehungsberechtigten von Jugendlichen mit und ohne Zuwanderungshintergrund

In Deutschland sowie in nahezu allen ausgewiesenen Staaten aus West-, Süd-, Nord- und Osteuropa weisen Eltern von Jugendlichen mit einem Zuwanderungshintergrund einen niedrigeren sozioökonomischen beruflichen Status auf als Eltern von Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund. Dieser Unterschied ist in Deutschland neben Belgien, Österreich und Italien besonders groß. Im Vereinigten Königreich sowie in der Slowakei finden sich keine Unterschiede zwischen Schüler*innen mit und ohne Zuwanderungs-

Tabelle 7.5: Unterschiede im sozioökonomischen beruflichen Status der Eltern (HISEI) zwischen Jugendlichen mit und ohne Zuwanderungshintergrund in ausgewählten europäischen Staaten

Staaten	Ohne Zuwanderungshintergrund		Mit Zuwanderungshintergrund							
	<i>M</i>	(<i>SE</i>)	Insgesamt Zuwanderung		Ein Elternteil im Ausland geboren		Zweite Generation		Erste Generation	
			<i>DIFF</i>	(<i>SE</i>)	<i>DIFF</i>	(<i>SE</i>)	<i>DIFF</i>	(<i>SE</i>)	<i>DIFF</i>	(<i>SE</i>)
Westeuropa										
Belgien	57.4	(0.5)	-10.6	(0.7)	-5.4	(0.9)	-15.6	(1.1)	-13.8	(1.1)
Deutschland	55.7	(0.6)	-9.8	(0.8)	-4.7	(1.1)	-12.2	(0.9)	-13.6	(1.4)
Frankreich	55.8	(0.6)	-8.3	(0.8)	-3.3	(1.0)	-12.9	(0.9)	-14.9	(2.0)
Niederlande	58.0	(0.6)	-5.5	(0.9)	0.9	(1.0)	-11.3	(1.3)	-13.7	(1.9)
Österreich	56.9	(0.4)	-9.8	(0.9)	-2.8	(1.0)	-14.8	(1.0)	-11.3	(1.6)
Schweiz	59.5	(0.5)	-8.2	(0.7)	0.5	(0.8)	-15.1	(1.0)	-12.0	(1.1)
Vereinigtes Königreich	57.3	(0.5)	-1.3	(0.8)	2.4	(1.1)	-2.6	(1.2)	-5.6	(1.3)
Südeuropa										
Griechenland	53.4	(0.6)	-8.9	(0.9)	0.3	(1.1)	-17.7	(1.0)	-15.8	(2.0)
Italien	51.6	(0.5)	-11.0	(0.7)	-3.8	(1.1)	-17.3	(1.0)	-17.3	(1.7)
Kroatien	50.7	(0.4)	-2.0	(0.7)	-0.5	(0.7)	-6.3	(1.2)	1.8	(2.5)
Portugal	50.5	(0.6)	2.6	(1.0)	5.4	(0.9)	-4.3	(1.9)	0.1	(1.7)
Spanien	53.4	(0.4)	-9.5	(0.7)	-2.4	(1.0)	-15.9	(0.8)	-10.8	(1.0)
Nordeuropa										
Dänemark	64.0	(0.5)	-7.3	(0.8)	-1.2	(0.8)	-14.0	(1.4)	-18.4	(1.8)
Finnland	56.4	(0.5)	-5.7	(0.8)	-1.1	(0.9)	-8.4	(1.2)	-14.7	(1.0)
Norwegen	64.7	(0.5)	-8.3	(0.7)	-1.0	(0.8)	-12.0	(1.4)	-19.5	(1.1)
Schweden	62.2	(0.4)	-8.7	(0.7)	-2.0	(0.9)	-10.3	(1.2)	-16.3	(1.2)
Osteuropa										
Bulgarien	51.1	(0.6)	5.0	(1.7)	6.2	(2.0)	-0.7	(6.3)	0.1	(4.8)
Slowakei	47.8	(0.5)	0.3	(1.3)	-0.2	(1.4)	0.8	(4.3)	3.7	(3.7)
Slowenien	59.1	(0.3)	-6.7	(1.0)	-0.2	(1.1)	-6.3	(1.8)	-18.4	(1.6)
Tschechien	51.4	(0.4)	-3.7	(0.8)	-3.0	(1.0)	-6.1	(1.8)	-4.5	(2.1)
Ungarn	50.8	(0.5)	5.7	(1.3)	8.0	(1.4)	6.2	(2.6)	-6.6	(3.5)

fett: signifikante Differenz zu Familien ohne Zuwanderungshintergrund ($p < .05$)

hintergrund bezüglich des sozioökonomischen beruflichen Status. Portugal, Bulgarien und Ungarn weisen dagegen einen höheren sozioökonomischen beruflichen Status für zugewanderte Familien auf als für solche ohne Zuwanderungshintergrund. Eine differenzierte Betrachtung der einzelnen Generationen hinsichtlich des HISEI zeigt Unterschiede für die erste und die zweite Generation von Zugewanderten. Für Familien mit einem im Ausland geborenen Elternteil zeigen sich die geringsten Abstände zur Gruppe ohne Zuwanderungshintergrund. Die größten Abstände finden sich für die Jugendlichen der ersten Generation. Der Abstand dieser Gruppe im sozioökonomischen beruflichen

Status beträgt in den meisten der ausgewiesenen europäischen Staaten über 12 Punkte und ist am höchsten in Dänemark, Norwegen und Slowenien mit über 18 Punkten. In Kroatien, Portugal, Bulgarien, Slowakei und Ungarn finden sich für die erste Generation keine Unterschiede zu den Familien ohne Zuwanderungshintergrund.

7.4.2 Die mathematische Kompetenz von Jugendlichen mit und ohne Zuwanderungshintergrund

Tabelle 7.6 stellt die mathematischen Kompetenzen der Schüler*innen mit und ohne Zuwanderungshintergrund gegenüber. Dabei wird auch die Veränderung zu PISA 2012 betrachtet (jeweils in der dritten Spalte; +/-).

Für viele der ausgewählten Staaten ergeben sich niedrigere mathematische Kompetenzen für Jugendliche mit Zuwanderungshintergrund im Vergleich zu jenen ohne Zuwanderungshintergrund. Dies gilt (mit Ausnahme der osteuropäischen Länder) vor allem für die Jugendlichen der ersten Generation. Besonders starke Disparitäten zeigen sich in Deutschland. Während Schüler*innen mit einem im Ausland geborenen Elternanteil knapp 30 Kompetenzpunkte unter ihren Mitschüler*innen ohne Zuwanderungshintergrund liegen, findet sich für Jugendliche der zweiten Generation ein Unterschied von 44 und für Jugendliche der ersten Generation ein Unterschied von 102 Punkten. Im Vergleich zu PISA 2012 erzielen Schüler*innen der ersten Generation gut 62 Kompetenzpunkte weniger. Nur in den Niederlanden finden sich mit gut 39 und in Tschechien mit gut 37 Kompetenzpunkten ebenfalls Unterschiede für die mittlere mathematische Kompetenz Jugendlicher der ersten Generation im Vergleich zu PISA 2012. Für Österreich, Kroatien, Schweden und Ungarn finden sich keine Veränderungen zwischen 2012 und 2022 für Schüler*innen mit und ohne Zuwanderungshintergrund, auch für den Status der Generationen.

Eine differenzierte Betrachtung der Veränderungen von 2012 bis 2022 ergibt für die meisten der ausgewiesenen Staaten, dass die mathematischen Kompetenzen für Schüler*innen mit und ohne Zuwanderungshintergrund deutlich gesunken sind. Für Deutschland zeigt sich bei den Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund mit einer mittleren mathematischen Kompetenz von 501 Kompetenzpunkten, dass sich diese um rund 31 Punkte im Vergleich zu PISA 2012 verringert hat. Schüler*innen mit Zuwanderungshintergrund haben gegenüber 2012 knapp 37 Punkte verloren. In Finnland findet sich eine ähnliche Kompetenzentwicklung wie in Deutschland. Auch in Belgien, Frankreich, den Niederlanden, Griechenland und Bulgarien zeigen sich hohe negative Differenzen zwischen PISA 2012 und PISA 2022. Keine Veränderungen für Schüler*innen mit und ohne Zuwanderungshintergrund zu PISA 2012 zeigen sich für Österreich, das Vereinigte Königreich, Kroatien, Schweden und Ungarn.

Tabelle 7.6: Mathematische Kompetenz und Zuwanderungshintergrund in ausgewählten europäischen Staaten

Staaten	Ohne Zuwanderungshintergrund			Insgesamt			Mit Zuwanderungshintergrund								
	M	(SE)	+/-	M	(SE)	+/-	Ein Elternteil im Ausland geboren			Zweite Generation			Erste Generation		
	M	(SE)	+/-	M	(SE)	+/-	M	(SE)	+/-	M	(SE)	+/-	M	(SE)	+/-
Westeuropa															
Belgien	512	(2.5)	-20.9	459 ^a	(3.2)	-22.0	476 ^a	(3.6)	-23.4	452 ^a	(4.1)	-17.5	439 ^a	(5.5)	-19.4
Deutschland	501	(3.1)	-30.7	448 ^a	(4.0)	-36.9	472 ^a	(5.3)	-32.1	457 ^a	(4.3)	-19.0	399 ^a	(6.0)	-62.6
Frankreich	489	(2.6)	-22.1	451 ^a	(3.9)	-10.4	470 ^a	(4.1)	-18.3	439 ^a	(5.9)	-10.4	426 ^a	(6.4)	2.2
Niederlande	512	(3.4)	-21.6	470 ^a	(5.3)	-20.6	491 ^a	(5.5)	-21.0	461 ^a	(7.8)	-13.8	432 ^a	(10.2)	-39.4
Österreich	509	(2.5)	-9.0	461 ^a	(3.1)	-12.2	488 ^a	(4.5)	-13.9	452 ^a	(4.2)	-6.5	440 ^a	(6.2)	-14.6
Schweiz	533	(2.4)	-18.7	492 ^a	(2.7)	-15.0	518 ^a	(3.4)	-15.8	477 ^a	(3.6)	-13.2	472 ^a	(4.3)	0.7
Vereinigtes Königreich	492	(2.4)	-4.0	500	(4.4)	-0.9	506 ^a	(5.6)	-10.6	507 ^a	(6.2)	23.6	483	(6.7)	-7.4
Südeuropa															
Griechenland	438	(2.5)	-20.4	415 ^a	(3.0)	-20.0	433	(4.4)	-32.5	404 ^a	(3.9)	-11.4	372 ^a	(8.3)	-32.2
Italien	476	(3.3)	-13.8	460 ^a	(4.2)	-6.6	476	(5.4)	-16.2	454 ^a	(5.0)	-8.0	430 ^a	(8.3)	-5.0
Kroatien	465	(2.5)	-7.6	462 ^a	(3.2)	-6.7	467	(3.8)	-10.5	451 ^a	(5.0)	-5.5	458	(12.3)	4.0
Portugal	475	(2.4)	-15.5	469	(3.4)	-18.1	485 ^a	(3.4)	-20.0	461 ^a	(6.9)	9.8	433 ^a	(5.9)	-16.6
Spanien	482	(1.6)	-10.2	458 ^a	(2.3)	0.5	474 ^a	(3.1)	-9.5	460 ^a	(2.9)	2.6	433 ^a	(3.9)	-2.9
Nordeuropa															
Dänemark	498	(2.2)	-10.6	467 ^a	(3.5)	-2.8	488 ^a	(4.3)	-13.7	445 ^a	(4.2)	-2.2	436 ^a	(6.5)	8.2
Finnland	492	(2.0)	-32.4	456 ^a	(2.8)	-28.4	481 ^a	(3.7)	-31.0	443 ^a	(4.2)	-8.7	414 ^a	(5.0)	-11.7
Norwegen	479	(2.3)	-17.0	459 ^a	(3.2)	-12.0	477	(4.1)	-16.5	449 ^a	(5.5)	-9.0	437 ^a	(4.2)	-3.2
Schweden	500	(2.1)	9.0	457 ^a	(3.0)	1.6	490 ^a	(4.1)	7.0	449 ^a	(3.9)	4.1	423 ^a	(5.3)	11.5
Osteuropa															
Bulgarien	424	(3.4)	-17.7	415	(8.5)	-36.2	415	(9.0)	-40.5	400	(21.9)	5.0	421	(23.3)	-12.7
Slowakei	468	(2.9)	-15.9	459	(6.3)	-25.6	459	(6.6)	-21.9	459	(17.1)	-52.3	454	(13.3)	-42.6
Slowenien	494	(1.3)	-13.5	454 ^a	(3.7)	-20.8	475 ^a	(5.0)	-19.4	447 ^a	(7.4)	-17.0	424 ^a	(6.2)	-6.4
Tschechien	491	(2.2)	-11.6	468 ^a	(3.9)	-13.0	470 ^a	(4.6)	-13.8	485	(9.4)	21.9	443 ^a	(8.2)	-37.1
Ungarn	473	(2.6)	-3.5	491 ^a	(5.7)	-13.7	495 ^a	(5.9)	-7.9	502 ^a	(11.1)	-22.7	462	(15.6)	-30.9

fett = signifikante Unterschiede zwischen 2012 und 2022 ($p < .05$)

^a signifikante Unterschiede zu Schüler*innen ohne Zuwanderungshintergrund ($p < .05$)

+/- Mittelwertsdifferenz 2022–2012

7.5 Zuwanderungshintergrund und mathematische Kompetenz in Deutschland

Im Folgenden werden die Anteile der Fünfzehnjährigen in Deutschland mit und ohne Zuwanderungshintergrund, ihre Anteile der Herkunftsländer, ihre Merkmale der sozialen Herkunft und der gesprochenen Sprache genauer betrachtet. Des Weiteren werden die Anteile in den unterschiedlichen Schularten und in den Kompetenzstufen der mathematischen Kompetenz untersucht. Dabei wird auch der Bezug zu PISA 2012 hergestellt. Die mittleren Kompetenzen für die Domänen Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften innerhalb der Zuwanderungsgruppen sind in Tabelle 7.5web abgebildet.

Tabelle 7.7: Prozentuale Anteile der Fünfzehnjährigen mit Zuwanderungshintergrund in Deutschland

Zuwanderungsstatus	2012		2022	
	%	(SE)	%	(SE)
Zuwanderungsstatus eindeutig zuzuordnen?				
Nicht zuzuordnen	17.6	(0.9)	12.8	(1.2)
Zuzuordnen	82.4	(0.9)	87.2	(1.2)
	<i>gültige %*</i>	(SE)	<i>gültige %*</i>	(SE)
Ohne Zuwanderungshintergrund	74.2	(1.0)	61.3	(1.2)
Mit Zuwanderungshintergrund	25.8	(1.0)	38.7	(1.2)
Generationsstatus				
Ein Elternteil im Ausland geboren	10.2	(0.5)	12.8	(0.5)
Zweite Generation	11.9	(0.8)	16.6	(0.7)
Erste Generation	3.7	(0.4)	9.2	(0.7)
Herkunftsländer				
Ehemalige UdSSR	4.5	(0.4)	6.1	(0.4)
Türkei	5.1	(0.5)	5.3	(0.5)
Polen	2.7	(0.3)	3.1	(0.2)
Arabische Länder**	***	***	4.8	(0.5)
Anderes Land	13.5	(0.7)	19.9	(0.8)

Anmerkung: In der Tabelle werden gerundete Werte angegeben. Es können auf die Rundungen zurückzuführende vermeintliche Inkonsistenzen vorkommen.

Daten beruhen auf Schüler*innenangaben.

fett: signifikante Unterschiede zwischen 2012 und 2022 ($p < .05$)

* gültige % = Prozentangaben beruhen nur auf Angaben der Schüler*innen, die eindeutig zuzuordnen sind.

** Als arabische Länder gelten die Teilnehmerstaaten der Arabischen Liga.

*** Die arabischen Länder wurde erstmals in PISA 2022 als auszuweisende Ethnie aufgenommen. Kein Vergleich zu PISA 2012 möglich.

Tabelle 7.7 zeigt, dass der Anteil der Schüler*innen, welche der Kategorie „nicht zuzuordnen“ angehören, im Vergleich zu früheren PISA-Erhebungsrunden zurückgegangen ist. So lassen sich für mehr Jugendliche der Zuwanderungshintergrund sowie das Herkunftsland definieren. Der Anteil der Schüler*innen mit Zuwanderungshintergrund hat sich im Vergleich zu PISA 2012 um über 10 Prozentpunkte erhöht. Demnach ist die Heterogenität der Herkunft der Fünfzehnjährigen in Deutschland gestiegen. Einen großen Anteil an diesem Anstieg hat die Vergrößerung des Anteils der Schüler*innen der ersten Generation im Vergleich zur PISA-Erhebungsrunde in 2012. Dies ist vermutlich auch auf die Geflüchteten aus arabischen Ländern, die vor allem seit dem Jahr 2015 nach Deutschland gekommen sind, zurückzuführen.

Wie aus Tabelle 7.8 ersichtlich, liegt der sozioökonomische berufliche Status für Familien mit Zuwanderungshintergrund gut zehn Punkte unter dem der Familien ohne Zuwanderungshintergrund, allerdings im Vergleich zu PISA 2012 etwas höher.

Tabelle 7.8: Unterschiede in der zu Hause gesprochenen Sprache sowie in der sozialen Herkunft zwischen Jugendlichen mit und ohne Zuwanderungshintergrund

	Sozioökonomischer beruflicher Status		Besitz Wohstandsgüter ¹		Bildungsdauer der Eltern ²		Deutsch als gesprochene Sprache zu Hause									
	2012	2022	2012	2022	2012	2022	2012	2022								
Zuwanderungsstatus	<i>M</i>	<i>(SE)</i>	<i>M</i>	<i>(SE)</i>	<i>M</i>	<i>(SE)</i>	<i>M</i>	<i>(SE)</i>	<i>gültige %*</i>	<i>(SE)</i>	<i>gültige %*</i>	<i>(SE)</i>				
Ohne Zuwanderung	54.3	(0.5)	55.7	(0.6)	0.4	(0.0)	0.4	(0.0)	14.4	(0.1)	13.6	(0.1)	99.4	(0.4)	98.1	(0.3)
Mit Zuwanderung	43.8 ^a	(0.7)	45.8^a	(0.6)	-0.1 ^a	(0.0)	-0.2^a	(0.0)	13.5 ^a	(0.1)	12.8 ^a	(0.1)	72.1 ^a	(1.8)	51.6^a	(1.4)
Generationsstatus																
Ein Elternteil im Ausland geboren	49.8 ^a	(1.2)	51.0 ^a	(1.0)	0.1 ^a	(0.0)	0.2 ^a	(0.0)	13.9 ^a	(0.2)	13.4 ^a	(0.1)	89.1 ^a	(1.7)	80.7^a	(1.9)
Zweite Generation	38.9 ^a	(0.8)	43.5^a	(0.8)	-0.2 ^a	(0.0)	-0.3 ^a	(0.0)	12.9 ^a	(0.2)	12.5 ^a	(0.2)	65.8 ^a	(2.2)	50.9^a	(1.7)
Erste Generation	43.2 ^a	(1.9)	42.1 ^a	(1.3)	-0.3 ^a	(0.1)	-0.7^a	(0.0)	14.0 ^a	(0.4)	12.7 ^a	(0.3)	35.5 ^a	(5.3)	12.5^a	(1.5)
Herkunftsländer																
Ehem. UdSSR	40.9 ^a	(1.6)	47.5^a	(1.2)	-0.1 ^a	(0.1)	0.0 ^a	(0.0)	13.9 ^a	(0.3)	13.1 ^a	(0.2)	69.8 ^a	(4.3)	57.0^a	(3.1)
Türkei	36.8 ^a	(1.2)	39.2 ^a	(1.4)	-0.3 ^a	(0.1)	-0.5^a	(0.1)	11.7 ^a	(0.3)	11.7 ^a	(0.3)	53.7 ^a	(4.6)	52.7 ^a	(3.1)
Polen	48.1 ^a	(1.8)	48.5 ^a	(2.0)	0.1 ^a	(0.1)	0.0 ^a	(0.1)	14.2 ^a	(0.3)	13.9	(0.2)	72.8 ^a	(4.6)	66.2 ^a	(3.9)
Arabische Länder ^{**}	***	***	42.9 ^a	(1.9)	***	***	-0.7 ^a	(0.1)	***	***	12.3 ^a	(0.3)	***	***	33.0 ^a	(3.2)
Anderes Herkunftsland	46.5 ^a	(0.9)	47.1 ^a	(1.0)	0.0 ^a	(0.0)	-0.2^a	(0.0)	13.8 ^a	(0.1)	13.0 ^a	(0.1)	79.4 ^a	(2.0)	52.4^a	(2.0)

Anmerkung: Die Angaben beruhen auf Schüler*innenangaben.

fett: signifikante Unterschiede zwischen 2012 und 2022 ($p < .05$)

^a signifikante Unterschiede zu Schüler*innen ohne Zuwanderungshintergrund ($p < .05$)

¹ z-standardisiert

² Die Bildungsdauer der Eltern in Bildungsjahren wurde für PISA 2022 erstmals anhand der UNESCO-ISCED-11-Werte definiert. Auf die Vergleichbarkeit zwischen den Erhebungen wird daher verzichtet.

* gültige % = Prozentangaben beruhen nur auf Angaben der Schüler*innen, die eindeutig zuzuordnen sind.

** Als arabische Länder gelten die Teilnehmerstaaten der Arabischen Liga.

*** Die arabischen Länder wurde erstmals in PISA 2022 als auszuweisende Ethnie aufgenommen. Kein Vergleich zu PISA 2012 möglich.

Vor allem für Schüler*innen der ersten Generation und für Jugendliche aus der Türkei und den arabischen Ländern zeigen sich große Abstände zu den Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund. Eine deutliche Verbesserung findet sich für Schüler*innen der zweiten Generation und für Jugendliche, deren Eltern aus den ehemaligen UdSSR-Ländern stammen, in Bezug auf den sozioökonomischen beruflichen Status. Die Ausstattung mit Kultur- und Wohlstandsgütern ist im Vergleich zu PISA 2012 in den Familien der Schüler*innen mit Zuwanderungshintergrund zurückgegangen. Dies zeigt sich vor allem für Fünfzehnjährige der ersten Generation und für Schüler*innen türkischer Herkunft. Für fast alle aufgelisteten Herkunftsländer gilt, dass der Bildungsabschluss der Erziehungsberechtigten im Vergleich zu den Erziehungsberechtigten von Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund im Mittel geringer ausfällt. Nur für Polen zeigt sich ein gleicher Bildungsabschluss in Bildungsjahren der Erziehungsberechtigten wie für Schüler*innen ohne Zuwanderungshintergrund. Die Bildungsabschlüsse (in Bildungsjahren) der Erziehungsberechtigten aus den arabischen Ländern weisen ein vergleichbares Niveau auf wie die Erziehungsberechtigten aus den anderen klassischen Herkunftsländern. Besonders hervorzuheben ist, dass seit PISA 2012 deutlich weniger Schüler*innen mit Zuwanderungshintergrund angeben, zu Hause Deutsch zu sprechen. Vor allem bei Familien, in welchen die Jugendlichen und Erziehungsberechtigten im Ausland geboren wurden (erste Generation) und bei Familien aus anderen Herkunftsländern ist der Anteil im Vergleich zu PISA 2012 erheblich gesunken.

Für den Gymnasialbesuch ergeben sich deutliche zuwanderungsbezogene Disparitäten (Tabelle 7.9): Während 44 Prozent der Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund ein Gymnasium besuchen, sind es nur 30 Prozent in der Gruppe mit Zuwanderungshintergrund. In der ersten Generation sind es lediglich 15,9 Prozent. Gegenüber PISA 2012 hat sich das Ausmaß dieser Disparitäten nicht verändert.

Tabelle 7.9: Prozentuale Anteile fünfzehnjähriger Schüler*innen mit Zuwanderungshintergrund an Gymnasien und nicht gymnasialen Schularten **

	Gymnasium		Nicht gymnasiale Schularten*	
	%	(SE)	%	(SE)
Ohne Zuwanderungshintergrund	44.0	(2.4)	51.4	(2.4)
Mit Zuwanderungshintergrund	30.3	(1.9)	64.4	(2.2)
Generationsstatus				
Ein Elternteil im Ausland geboren	34.7	(2.4)	60.9	(2.6)
Zweite Generation	35.0	(2.6)	59.9	(2.7)
Erste Generation	15.9	(2.3)	77.2	(3.0)
Nicht zuzuordnen	19.8	(3.5)	75.7	(4.1)

* nicht gymnasiale Schularten setzen sich zusammen aus Hauptschule, Integrierte Gesamtschule, Realschule und Schulen mit mehreren Bildungsgängen.

fett: signifikante Unterschiede zwischen 2012 und 2022 ($p < .05$)

** die Zeilen summieren nicht auf 100 Prozent, da Sonder- und Förderschulen und Berufsschulen hier nicht ausgewiesen sind.

7.6 Zuwanderungshintergrund und soziale Herkunft im Zusammenhang mit mathematischer Kompetenz in Deutschland

Um Zusammenhänge zwischen den Merkmalen der Schüler*innen mit und ohne Zuwanderungshintergrund unter Berücksichtigung der Effekte der sozialen Herkunft spezifizieren und quantifizieren zu können, werden schrittweise Regressionsmodelle zur Vorhersage der mathematischen Kompetenz angewendet. Die Schritte beziehen sich dabei auf den differenzierten Status der Zuwanderung (Modell I), die Hinzunahme ausgewählter Merkmale der sozialen Herkunft (Modell II) sowie zusätzlich auf die Analyse des Zusammenhangs des Sprachgebrauchs zu Hause (Modell III). Als Gütemaß der Modelle wird die Varianzaufklärung angegeben.

Modell I aus Tabelle 7.10 zeigt die deutlichen Kompetenzabstände der unterschiedlichen Gruppen mit Zuwanderungshintergrund gegenüber den Jugendlichen ohne Zuwanderungshintergrund. Der Regressionskoeffizient ($b = -90$) für die erste Generation bedeutet, dass ihr Rückstand im Vergleich zur Gruppe ohne Zuwanderungshintergrund auf 90 Punkte geschätzt wird, in den anderen Gruppen sind diese Rückstände geringer. Im Vergleich zu PISA 2012 hat der Abstand der ersten Generation deutlich zugenommen (90 Punkte vs. 53 Punkte). Die Varianzaufklärung liegt für Modell I bei 8 Prozent.

Nach Berücksichtigung des sozioökonomischen beruflichen Status, des Besitzes an Wohlstandsgütern und des Bildungsabschlusses der Erziehungsberechtigten sinken die Koeffizienten der unterschiedlichen Zuwanderungsgruppen (Modell II). Jetzt klären die zusätzlichen Ausprägungen der sozialen Herkunft gut 15 Prozent mehr Varianz als in Modell I auf. Vor allem der Besitz von Wohlstandsgütern hat einen positiven Effekt auf die mittlere mathematische Kompetenz und ist um 16 Punkte stärker als in PISA 2012. Die zu Hause gesprochene Sprache (Modell III) mediiert ebenfalls den Effekt der Herkunft auf die mathematische Kompetenz. So sinkt beispielsweise das Regressionsgewicht in der ersten Generation auf -30 Punkte. Wird zu Hause nicht Deutsch als Familiensprache gesprochen, zeigt sich eine um 25 Punkte geringere mittlere mathematische Kompetenz. Dieser Zusammenhang ist deutlich stärker ausgeprägt als in PISA 2012. Insgesamt belegen die Befunde, dass die niedrigeren Kompetenzstände der Jugendlichen mit Zuwanderungsgeschichte zu erheblichem Anteil durch ihre soziale Herkunft und den häuslichen Sprachgebrauch erklärt werden können.

Tabelle 7.10: Regressionsmodelle zu Zuwanderungshintergrund, sozialer Herkunft und mathematischer Kompetenz für PISA 2022 und PISA 2012

2022	Modell I		Modell II		Modell III	
	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	(SE)
Ohne Zuwanderung	508*	(2.9)	499*	(2.4)	500*	(2.4)
Ein Elternteil im Ausland geboren	-27 ^a	(4.9)	-16 ^a	(4.2)	-12 ^a	(4.2)
Zweite Generation	-41 ^a	(4.9)	-12 ^a	(4.4)	-2	(5.0)
Erste Generation	-90^a	(7.2)	-51 ^a	(6.9)	-30 ^a	(8.2)
Nicht zuzuordnen	-70 ^a	(12.3)	-30 ^a	(11.0)	-24 ^a	(11.3)
Sozioökonomischer beruflicher Status ¹			19^a	(1.7)	18^a	(1.7)
Besitz Wohlstandsgüter ¹			25^a	(1.7)	24^a	(1.6)
Bildungsabschluss der Erziehungsberechtigten ¹			5^{ab}	(1.2)	5^{ab}	(1.2)
Sprachgebrauch ²					-25^a	(5.4)
<i>n</i>	4639		4639		4639	
<i>R</i> ²	0.08		0.24		0.24	
2012	Modell I		Modell II		Modell III	
	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	(SE)
Ohne Zuwanderung	535*	(3.4)	531*	(3.1)	531*	(3.1)
Ein Elternteil im Ausland geboren	-28 ^a	(5.9)	-19 ^a	(5.6)	-18 ^a	(5.7)
Zweite Generation	-47 ^a	(6.5)	-23 ^a	(6.4)	-19 ^a	(6.9)
Erste Generation	-53 ^a	(13.5)	-40 ^a	(12.3)	-33 ^a	(13.5)
Nicht zuzuordnen	-60 ^a	(12.5)	-37 ^a	(12.1)	-35 ^a	(11.4)
Sozioökonomischer beruflicher Status ¹			26 ^a	(2.5)	26 ^a	(2.5)
Besitz Wohlstandsgüter ¹			9 ^a	(1.7)	9 ^a	(1.7)
Bildungsabschluss der Erziehungsberechtigten ¹			10 ^a	(2.1)	10 ^a	(2.1)
Sprachgebrauch ²					-13	(8.5)
<i>n</i>	3761		3761		3761	
<i>R</i> ²	0.03		0.18		0.18	

Anmerkung: Daten beruhen auf Schüler*innenangaben.

* Die hier angegebene Regressionskonstante ist der geschätzte Mittelwert in der Gruppe der Schüler*innen ohne Zuwanderungshintergrund. Für die Schüler*innen mit Zuwanderungshintergrund gibt der Regressionskoeffizient jeweils die Abweichung von der Regressionskonstanten an.

fett: Unterschied zum Regressionskoeffizienten für 2012 statistisch signifikant ($p < .05$)

^a signifikante Partialregressionskoeffizienten ($p < .05$)

¹ z-standardisiert

² Referenzgruppe: Deutsch als Familiensprache

^b eingeschränkte Vergleichbarkeit der Signifikanz zwischen den Erhebungen aufgrund der Überarbeitung der Abschlussklassifikation von ISCED-97 zu ISCED-11

Abbildung 7.4: Prozentuale Anteile auf den Stufen der mathematischen Kompetenz nach Zuwanderungsstatus in Deutschland

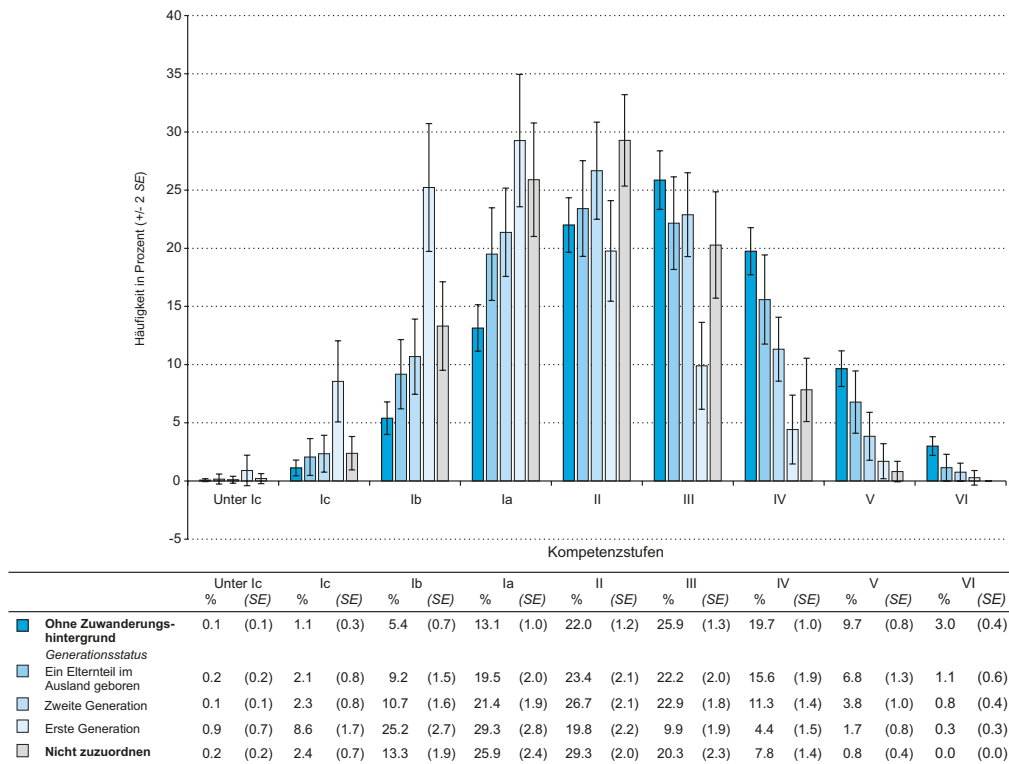


Abbildung 7.4 veranschaulicht die prozentuale Verteilung der Jugendlichen aus verschiedenen Zuwanderungsgruppen auf den Stufen mathematischer Kompetenz.

Es zeigt sich, dass mehr Schüler*innen ohne Zuwanderungshintergrund die obersten Kompetenzstufen (V und VI) erreichen als Jugendliche mit Zuwanderungshintergrund. Umgekehrt befinden sich mehr Jugendliche mit als ohne Zuwanderungshintergrund auf den untersten Kompetenzstufen (unter II). Die meisten Fünfzehnjährigen der ersten Generation befinden sich auf den Kompetenzstufen Ic bis II. Dieser Anteil ist mit knapp 84 Prozent erheblich höher als in PISA 2012 (60%). Die Ausweisung der Kompetenzstufen innerhalb der Zuwanderungsgruppen für die Les- und naturwissenschaftliche Kompetenz sind in Tabelle 7.2web und Tabelle 7.3web zu finden.

7.7 Diskussion und Ausblick

In den Analysen zu den herkunftsbefugenen Disparitäten zeigt sich ein nach wie vor starker Zusammenhang zwischen Merkmalen der familiären Herkunft und den Kompetenzen der Fünfzehnjährigen. Verglichen mit den Ergebnissen der anderen OECD-Staaten ist sowohl der Effekt der sozioökonomischen Herkunft als auch der des Zuwande-

runghintergrundes in Deutschland überdurchschnittlich stark ausgeprägt. Dabei hängen die mathematischen Kompetenzen der Jugendlichen in hohem Maße mit dem beruflichen Status der Erziehungsberechtigten zusammen. Auch der Varianzanteil der mathematischen Kompetenz, der durch den sozioökonomischen beruflichen Status aufgeklärt werden kann, liegt über dem OECD-Durchschnitt und verdeutlicht diese sozialen Disparitäten. Werden neben sozioökonomischen Faktoren zusätzlich Wohlstands- und Kultur­güter der Familien berücksichtigt, liegt Deutschland in Bezug auf die Steigung des sozialen Gradienten im Durchschnitt der OECD-Staaten. Kulturelles Kapital scheint demnach auch in Familien mit niedrigem sozioökonomischen Hintergrund einen nennenswerten Einfluss auf den Bildungserfolg zu haben. Diese Ressourcen könnten zugunsten einer gelungenen Integration besser ausgeschöpft werden.

Im Vergleich zu früheren PISA-Erhebungen ist der Anteil der Schüler*innen mit Zuwanderungshintergrund weiter gestiegen. Dieser verteilt sich auf allen Stufen der Zuwanderung, das heißt auf Schüler*innen mit nur einem im Ausland geborenen Elternteil sowie auf Schüler*innen der ersten und zweiten Generation. Auffallend ist der Anstieg der Anteile der ersten Generation auf gut 9 Prozent. Dies ist vermutlich zu erheblichem Teil Folge der starken Zuwanderung beginnend im Jahr 2015. Schüler*innen aus der Ukraine waren zum Zeitpunkt der Testung im Frühjahr 2022 nicht in die Stichprobe einbezogen.

Beim Vergleich zur PISA-Erhebung 2012 fällt weiterhin auf, dass der Leistungsrückgang bei den Jugendlichen der ersten Generation (-62,6 Punkte) besonders hoch ausfällt. Die Verringerung von Deutsch als zu Hause gesprochene Sprache bei Schüler*innen mit Zuwanderungshintergrund und hier vor allem bei den Jugendlichen der ersten Generation ist ein weiteres zentrales Ergebnis. Es zeigt sich in diesem Zusammenhang, dass die geringeren Leistungen der Jugendlichen mit Zuwanderungshintergrund in erheblichem Maße durch die zu Hause gesprochene Sprache vermittelt werden, ebenso wie durch die Maße der sozialen Herkunft.

Mit dem Ziel, Bildungsbarrieren abzubauen, soziale Ungleichheiten zu verringern und allen Kindern bestmögliche Bildungschancen zu ermöglichen, haben Bund und Länder seit der Veröffentlichung der Ergebnisse der ersten PISA-Studie im Jahr 2000 viel unternommen. Projekte wie „Schule macht stark“ (Czaja et al., 2022; KMK & BMBF, 2019) oder das für das Schuljahr 2024/25 geplante „Startchancen“-Programm (KMK, 2023) zielen auf eine veränderte Allokation von Ressourcen zur Unterstützung von Schulen, in denen sich viele benachteiligte Schüler*innen befinden.

Auch dem in der Literatur vielfach belegten Effekt der Förderung der Bildungssprache Deutsch (Stanat, 2008) und der Empfehlung einer gezielten Sprachförderung primär in Kindertageseinrichtungen und/oder Grundschulen (Paetsch et al., 2014) wurde Rechnung getragen. Das Programm „FörMig“ etwa hatte zum Ziel, dass Schüler*innen mit Zuwanderungshintergrund bei Sprachenvielfalt Chancengleichheit erhalten (Gogolin, 2011).

Auch wenn diese Maßnahmen punktuell empirisch Wirkung zeigten (BMBF, 2018; Gogolin, 2011; KMK, 2016, 2020), lassen sich die mit diesen Programmen erhofften Ver-

besserungen in den vorliegenden Befunden nicht abbilden. Vielmehr scheinen sich die Defizite der Jugendlichen aus bildungsfernen familiären Haushalten losgelöst von diesen Programmen zu kumulieren (Maaz & Jungkamp, 2022). Dabei wirkt die Corona-Pandemie als ein Verstärker der bisher schon bestehenden Ungleichheiten (vgl. Stanat et al., 2022 und Kapitel 10 dieses Berichtsbandes). Besonders alarmierend sind die Befunde für die Jugendlichen der ersten Generation. Es ist offensichtlich, dass die Integration der Jugendlichen der ersten Generation in das deutsche Bildungssystem noch nicht gelungen ist. Die pandemiebedingten Schulschließungen der Jahre 2020 und 2021 dürften hier zusätzliche negative Effekte gehabt haben.

Maaz und Jungkamp (2022) argumentieren, dass im Zusammenspiel unterschiedlicher Disziplinen eine bildungspolitische Vision erarbeitet werden müsse, die mit definierten Zielen und Strategien wirksam zur Reduktion von Ungleichheiten beitragen sollte. Grundlage sollten regelmäßige Bestandsaufnahmen in Form von Monitoring und Evaluation sein, die nicht als Kontroll-, sondern gezielt als Rückmeldesysteme implementiert werden und deren Ergebnisse als Grundlage iterativer Austauschprozesse zwischen Bildungswissenschaft, Bildungspraxis, Bildungspolitik und Gesellschaft genutzt werden sollten. Wirkmächtig wäre zudem, wenn die in Bildungsmonitoring-Studien etablierten Indizes herangezogen würden, um Verteilungsmechanismen zu überarbeiten und etwa Grundlage sozialindexbasierter Ressourcensteuerungsmechanismen würden (Heufelder et al., 2018; Schulte et al., 2014). Insgesamt besteht weiterhin hoher Handlungsbedarf in der Bildungspolitik, damit auch leistungsschwache Schüler*innen am Ende ihrer Schulzeit über diejenigen Kompetenzen verfügen, welche sie für einen gelungenen Übergang in das Berufsleben benötigen – und dies unabhängig von ihrer sozialen oder zuwanderungsbezogenen Herkunft.

Literatur

- Baumert, J., & Maaz, K. (2006). Das theoretische und methodische Konzept von PISA zur Erfassung sozialer und kultureller Ressourcen der Herkunftsfamilie: Internationale und nationale Rahmenkonzeption. In J. Baumert (Hrsg.), *Herkunftsbedingte Disparitäten im Bildungswesen: differenzielle Bildungsprozesse und Probleme der Verteilungsgerechtigkeit: Vertiefende Analysen im Rahmen von PISA 2000*. VS Verlag für Sozialwissenschaften. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-90082-7>
- Baumert, J., Maaz, K., Lühe, J., & Schulz, S. (2019). Bildungsungleichheit und Bildungsarmut – Der Beitrag von Large-Scale-Assessments. In G. Quenzel & K. Hurrelmann (Hrsg.), *Handbuch Bildungsarmut* (S. 261–285). Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-19573-1_10
- Baumert, J., Maaz, K., & Trautwein, U. (Hrsg.). (2010). Bildungsentscheidungen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft. Sonderheft 12/2009*. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-92216-4>
- Baumert, J., & Schümer, G. (2001). Familiäre Lebensverhältnisse, Bildungsbeteiligung und Kompetenzerwerb. In J. Baumert, E. Klieme, M. Neubrand, M. Prenzel, U. Schiefele, W. Schneider, P. Stanat, K. J. Tillmann & M. Weiss (Hrsg.), *Pisa 2000: Basiskompetenzen von*

- Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*. VS Verlag für Sozialwissenschaften. <https://doi.org/10.1007/978-3-322-83412-6>
- Baumert, J., Watermann, R., & Schümer, G. (2003). Disparitäten der Bildungsbeteiligung und des Kompetenzerwerbs. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 6(1), 46–71. <https://doi.org/10.1007/s11618-003-0004-7>
- Becker, R. (2011). *Integration durch Bildung: Bildungserwerb von jungen Migranten in Deutschland*. VS Verlag für Sozialwissenschaften. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-93232-3>
- Bethhäuser, B. A., Bach-Mortensen, A. M., & Engzell, P. (2023). A systematic review and meta-analysis of the evidence on learning during the COVID-19 pandemic. *Nature human behaviour*, 7(3), 375–385. <https://doi.org/10.1038/s41562-022-01506-4>
- BMBF (2018). *Optimale Lern- und Bildungschancen für Kinder und Jugendliche: Aktuelle Forschungsergebnisse für die Bildungspraxis*. https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/3/31375_Optimale_Lern_und_Bildungschancen_fuer_Kinder_und_Jugendliche.pdf?__blob=publicationFile&v=3
- Boudon, R. (1974). *Education, opportunity, and social inequality: Changing prospects in western society*. Wiley.
- Bourdieu, P. (1983). Ökonomisches Kapital, kulturelles Kapital, soziales Kapital. In R. Kreckel (Hrsg.), *Soziale Ungleichheiten. Soziale Welt* (S. 183–198.). Schwarz.
- Bourdieu, P. (2012). Ökonomisches Kapital, kulturelles Kapital, soziales Kapital. In U. Bauer, U. H. Bittlingmayer & A. Scherr (Hrsg.), *Handbuch Bildungs- und Erziehungssoziologie* (S. 229–242). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-18944-4_15
- Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat. (2023). *Migrationsbericht der Bundesregierung. Migrationsbericht 2021*. <https://www.bamf.de/SharedDocs/Anlagen/DE/Forschung/Migrationsberichte/migrationsbericht-2021.html>
- Coleman, J. S. (1987). Families and schools. *Educational Researcher*, 16(6), 32–38. <https://doi.org/10.3102/0013189X016006032>
- Coleman, J. S. (1988). Social capital in the creation of human capital. *American Journal of Sociology*, (94), 95–120. <https://doi.org/10.1086/228943>
- Coleman, J. S. (1990). *Foundations of social theory*. Belknap.
- Czaja, S. J., Farwick, S., Proskawetz, F. S., van Ackeren, I., & Klein, E. D. (2022). Schulentwicklung und Führung an sozialräumlich benachteiligten Standorten stärken. Beratungsansätze im Forschungsverbund „Schule macht stark – SchuMaS“. *DDS – Die Deutsche Schule*, 2022(4), 397–403. <https://doi.org/10.31244/dds.2022.04.07>
- Ditton, H., Krüsken, J., & Schauenberg, M. (2005). Bildungsungleichheit – der Beitrag von Familie und Schule. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 8(2), 285–304. <https://doi.org/10.1007/s11618-005-0138-x>
- Ehmke, T., Hohensee, F., Heidemeier, H., & Prenzel, M. (2004). Familiäre Lebensverhältnisse, Bildungsbeteiligung und Kompetenzerwerb. In M. Prenzel, J. Baumert, W. Blum, R. Lehmann, D. Leutner, M. Neubrand, R. Pekrun, H. G. Rolff, J. Rost & U. Schiefele (Hrsg.), *PISA 2003. Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland – Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs* (S. 225–254). Waxmann.
- Ehmke, T., & Siegle, T. (2005). ISEI, ISCED, HOMEPOS, ESCS. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 8(4), 521–539. <https://doi.org/10.1007/s11618-005-0157-7>

- Erikson, R., & Goldthorpe, J. H. (2002). Intergenerational inequality: A sociological perspective. *Journal of Economic Perspectives*, 16(3), 31–44. <https://doi.org/10.1257/089533002760278695>
- Erikson, R., Goldthorpe, J. H., & Portocarero, L. (1979). Intergenerational class mobility in three western european societies: England, France and Sweden. *Education, Opportunity, and Social Inequality: Changing Prospects in Western Society*, 30(4), 415. <https://doi.org/10.2307/589632>
- Gambaro, L., Kemptner, D., Pagel, L., Schmitz, L., & Spieß, C. K. (2020). Erfolge, aber auch weiteres Potential bei der schulischen und außerschulischen Integration geflüchteter Kinder und Jugendlicher. *DIW Wochenbericht*. Vorab-Onlinepublikation. https://doi.org/10.18723/DIW_WB:2020-34-4
- Ganzeboom, H. B. G., Graaf, P. M. de & Treiman, D. J. (1992). A standard international socio-economic index of occupational status. *Social Science Research*, 21(1), 1–56. [https://doi.org/10.1016/0049-089X\(92\)90017-B](https://doi.org/10.1016/0049-089X(92)90017-B)
- Ganzeboom, H. B. G., & Treiman, D. J. (1996). Internationally comparable measures of occupational status for the 1988 international standard classification of occupations. *Social Science Research*, 25(3), 201–239. <https://doi.org/10.1006/ssre.1996.0010>
- Ganzeboom, H. B. G., & Treiman, D. J. (2012). *International stratification and mobility file: Conversion tools*. Department of Social Research Methodology. <http://www.harryganzeboom.nl/ismf/index.html>
- Gebhardt, M., Rauch, D., Mang, J., Sälzer, C., & Stanat, P. (2013). Mathematische Kompetenz von Schülerinnen und Schülern mit Zuwanderungshintergrund. In M. Prenzel, C. Sälzer, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2012. Fortschritte und Herausforderungen in Deutschland: Fortschritte und Herausforderungen in Deutschland* (S. 275–308). Waxmann.
- Gogolin, I. (2011). *Förderung von Kindern und Jugendlichen mit Migrationshintergrund Förmig: Bilanz und Perspektiven eines Modellprogramms*. Waxmann.
- Gogolin, I., & Maaz, K. (Hrsg.). (2019). Migration und Bildungserfolg: Herausforderungen und Potenziale. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft. Sonderheft 34/2019*. <https://doi.org/10.1007/s11618-019-00886-0>
- Gresch, C. (2012). *Der Übergang in die Sekundarstufe I: Leistungsbeurteilung, Bildungsaspiration und rechtlicher Kontext bei Kindern mit Migrationshintergrund*. Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-531-18660-3_2
- Hasselhorn, M., & Kuger, S. (2014). Wirksamkeit schulrelevanter Förderung in Kindertagesstätten. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft. Sonderheft 24/2014*, 299–314. https://doi.org/10.1007/978-3-658-00454-5_13
- Heath, A., & Brinbaum, Y. (2007). Explaining ethnic inequalities in educational attainment. *Ethnicities*, 7(3), 291–304. <https://doi.org/10.1177/1468796807080230>
- Heath, A., Rothon, C., & Kilpi, E. (2008). The second generation in western Europe: Education, unemployment, and occupational attainment. *Annual Review of Sociology*, 34(1), 211–235. <https://doi.org/10.1146/annurev.soc.34.040507.134728>
- Heufelder, J., Schulte, K., Warmt, M., & Diedrich, M. (2018). Indexbasierte Ressourcenverteilung am Beispiel des Hamburger Sozialindex. In V. Vucko S., & I. Schwarzenbacher (Hrsg.), *Bildungschancen FAIRteilen! Modelle gerechter Schulfinanzierung* (S. 56–66). Studien Verlag.
- Hradil, S. (2005). *Soziale Ungleichheit in Deutschland* (8. Auflage). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-663-11417-8>
- International Labour Office. (1969). *International Standard Classification of Occupations*. ILO.

- International Labour Office. (1990). *International Standard Classification of Occupations (ISCO-88)*. ILO.
- International Labour Office. (2012). *ISCO-08 International Standard Classification of Occupations. Structure, group definitions and correspondence tables (Vol. I)*. ILO.
- KMK. (2016). *Gemeinsame Initiative von Bund und Ländern zur Förderung leistungsstarker und potentiell besonders leistungsfähiger Schülerinnen und Schüler*. https://www.bmbf.de/bmbf/shreddocs/downloads/files/beschluss-zur-gemeinsamen-bund-laender-initiative.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- KMK. (2020). *Gemeinsame Initiative von Bund und Ländern zur Förderung leistungsstarker und potenziell besonders leistungsfähiger Schülerinnen und Schüler: Konzeption für die zweite Phase (2023 bis 2027)*. https://www.bmbf.de/bmbf/shreddocs/downloads/files/201125_konzeption_zweite_phase.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- KMK. (2023). *Länder einigen sich bei Finanzierung von Schulen in sozial benachteiligter Lage [Pressemitteilung]*. <https://www.kmk.org/aktuelles/artikelansicht/laender-einigen-sich-bei-finanzierung-von-schulen-in-sozial-benachteiligter-lage.html>
- KMK & BMBF. (2019). *Schule macht stark: Gemeinsame Initiative von Bund und Ländern zur Unterstützung von Schulen in sozial schwierigen Lagen*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Bildung/AllgBildung/Schule_macht_stark_Bund-Laender-Vereinbarung.pdf
- Köller, O. (2019). Bildungsgänge im Sekundarbereich I. In O. Köller, M. Hasselhorn, F. W. Hesse, K. Maaz, J. Schrader, H. Solga, C. K. Spieß & K. Zimmer (Hrsg.), *Das Bildungswesen in Deutschland: Bestand und Potenziale* (S. 507–532). Klinkhardt. <https://doi.org/10.36198/9783838547855>
- Kristen, C., & Dollmann, J. (2009). Sekundäre Effekte der ethnischen Herkunft: Kinder aus türkischen Familien am ersten Bildungsübergang. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft. Sonderheft 12/2009*, 205–229. https://doi.org/10.1007/978-3-531-92216-4_9
- Long, K., & Renbarger, R. (2023). Persistence of poverty: How measures of socioeconomic status have changed over time. *Educational Researcher*, 52(3), 144–154. <https://doi.org/10.3102/0013189X221141409>
- Maaz, K., & Dumont, H. (2019). Bildungserwerb nach sozialer Herkunft, Migrationshintergrund und Geschlecht. In O. Köller, M. Hasselhorn, F. W. Hesse, K. Maaz, J. Schrader, H. Solga, C. K. Spieß & K. Zimmer (Hrsg.), *Das Bildungswesen in Deutschland: Bestand und Potenziale* (S. 299–232). Klinkhardt.
- Maaz, K., & Jungkamp, B. (2022). *Bildung in Krisenzeiten: Bildungsbericht und Bildungstrend: Aktuelle Befunde zur Situation des Bildungssystems in Deutschland*. Internationales Centrum für Begabungsforschung. Bildungskongress im Dialog. <https://youtu.be/zRs8bNfvmtE>
- Mang, J., Seidl, L., Schiepe-Tiska, A., Tupac-Yupanqui, A., Ziernwald, L., Doroganova, A., Weis, M., Diedrich, J., Heine, J.-H., González Rodríguez, E., & Reiss, K. (2021). *PISA 2018. Skalenhandbuch: Dokumentation der Erhebungsinstrumente*. Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830994961>
- Müller, K., & Ehmke, T. (2013). Soziale Herkunft als Bedingung der Kompetenzentwicklung. In M. Prenzel, C. Sälzer, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2012. Fortschritte und Herausforderungen in Deutschland* (S. 245–275). Waxmann.
- Müller, K., & Ehmke, T. (2016). Soziale Herkunft und Kompetenzerwerb. In K. Reiss, C. Sälzer, A. Schiepe-Tiska, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2015. Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 285–316). Waxmann.
- OECD. (in Vorbereitung). *PISA 2022 technical report*.

- OECD. (2001). *Knowledge and skills for life. First results from PISA 2000*. OECD.
- OECD. (2004). *Learning for tomorrow's world. First results from PISA 2003*. OECD.
- OECD. (2013). *PISA 2012 results: Excellence through equity: giving every student the chance to succeed (Volume II)*. OECD.
- OECD. (2016). *PISA 2015 results: Excellence and equity in education (Volume I)*. OECD.
- OECD. (2019). *PISA 2018 Ergebnisse (Band I) Was Schülerinnen und Schüler wissen und können*. wbv Media. <https://doi.org/10.1787/1da50379-de>
- OECD, Eurostat & UNESCO Institute for Statistics. (2015). *ISCED 2011 operational manual: Guidelines for classifying national education programmes and related qualifications*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264228368-en>
- Paetsch, J., Wolf, K. M., Stanat, P., & Darsow, A. (2014). Sprachförderung von Kindern und Jugendlichen aus Zuwandererfamilien. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft. Sonderheft 24/2014*, 315–347. https://doi.org/10.1007/978-3-658-00454-5_14
- Paiva Lareiro, C. (2019). *Ankommen im deutschen Bildungssystem*. Bundesamt für Migration und Flüchtlinge.
- R Core Team. (2018). *R: A language and environment for statistical computing [Computer software]*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>
- Ramm, G., Prenzel, M., Heidemeier, H., & Walter, O. (2004). Soziokulturelle Herkunft: Migration. In PISA-Konsortium (Hrsg.), *PISA 2003. Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland – Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs* (S. 254–272). Waxmann.
- Rauch, D., Mang, J., Härtig, H., & Haag, N. (2016). Naturwissenschaftliche Kompetenz von Schülerinnen und Schülern mit Zuwanderungshintergrund. In K. Reiss, C. Sälzer, A. Schiepe-Tiska, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2015. Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 317–348). Waxmann.
- Relikowski, I., Schneider, T., & Blossfeld, H.-P. (2010). Primäre und sekundäre Herkunftseffekte beim Übergang in das gegliederte Schulsystem: Welche Rolle spielen soziale Klasse und Bildungsstatus in Familien mit Migrationshintergrund? In T. Beckers, K. Birkelbach, J. Hagenah & U. Rosar (Hrsg.), *Komparative empirische Sozialforschung* (S. 143–167). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-92472-4_6
- Schipolowski, S., Edele, A., Mahler, N., & Stanat, P. (2021). Mathematics and science proficiency of young refugees in secondary schools in Germany. *Journal for Educational Research Online*, 2021(1), 78–104. <https://doi.org/10.31244/jero.2021.01.03>
- Schneider, S. L. (2015). Die Konzeptualisierung, Erhebung und Kodierung von Bildung in nationalen und internationalen Umfragen. *GESIS Survey Guidelines*. https://doi.org/10.15465/10.15465/gesis-sg_020
- Schulte, K., Hartig, J., & Pietsch, M. (2014). Der Sozialindex für Hamburger Schulen. In D. Fickermann (Hrsg.), *Grundlagen für eine daten- und theoriegestützte Schulentwicklung: Konzeption und Anspruch des Hamburger Instituts für Bildungsmonitoring und Qualitätsentwicklung (IfBQ)* (S. 67–80). Waxmann.
- Seyda, S. (2009). Kindergartenbesuch und späterer Bildungserfolg. Eine bildungsökonomische Analyse anhand des Sozio-ökonomischen Panels. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, (12), 233–251. <https://doi.org/10.1007/s11618-009-0073-3>
- Stanat, P. (2008). Heranwachsende mit Migrationshintergrund im deutschen Bildungswesen. In K. S. Cortina, J. Baumert, A. Leschinsky, K. U. Mayer & L. Trommer (Hrsg.), *Das Bildungswesen in der Bundesrepublik Deutschland* (S. 685–744). Rowohlt.

- Stanat, P., & Christensen, G. S. (2006). *Where immigrant students succeed: A comparative review of performance and engagement in PISA 2003. Programme for International Student Assessment (PISA)*. OECD.
- Stanat, P., Rauch, D., & Segeritz, M. (2010). Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund. In E. Klieme, C. Artelt, J. Hartig, N. Jude, O. Köller, M. Prenzel & S. Wolfgang (Hrsg.), *PISA 2009: Bilanz nach einem Jahrzehnt* (S. 200–230). Waxmann.
- Stanat, P., Schipolowski, S., Schneider, R., Sachse, K., Weirich, S., & Henschel, S. (2022). *IQB-Bildungstrend 2021. Kompetenzen in den Fächern Deutsch und Mathematik am Ende der 4. Jahrgangsstufe im dritten Ländervergleich*. Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830996064>
- Stanat, P., Schipolowski, S., Schneider, R., Weirich, S., Henschel, S., & Sachse, K. (Hrsg.). (2023). *IQB-Bildungstrend 2022. Sprachliche Kompetenzen am Ende der 9. Jahrgangsstufe im dritten Ländervergleich*. Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830997771>
- van Buuren, S., & Groothuis-Oudshoorn, K. (2011). mice: Multivariate imputation by chained equations in R. *Journal of Statistical Software*, 45(3), 1–67. <https://doi.org/10.18637/jss.v045.i03>
- Weis, M., Müller, K., Mang, J., Heine, J.-H., Mahler, N., & Reiss, K. (2019). Soziale Kompetenz, Zuwanderungshintergrund und Lesekompetenz. In K. Reiss, M. Weis, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2018. Grundbildung im internationalen Vergleich* (S. 129–162). Waxmann.

8 Wie sieht der aktuelle Mathematikunterricht in Deutschland aus?

Befunde aus PISA 2022 und PISA-Ceco

Anja Schiepe-Tiska, Anna Heinle, Pia Todtenhöfer,
Jörg-Henrik Heine, Frank Reinhold, Stefan Krauss,
Doris Holzberger, Doris Lewalter & Kristina Reiss

Der Mathematikunterricht bietet Lerngelegenheiten, sich systematisch mit mathematischen Inhalten und Konzepten auseinanderzusetzen, die eigenen Kompetenzen zu erweitern sowie Freude und Interesse an Mathematik zu entwickeln. In Deutschland berichten die Fünfzehnjährigen, dass sie in ihrem Mathematikunterricht wenig Störungen erleben. Gleichzeitig fühlen sie sich im internationalen Vergleich und auch im Vergleich zu PISA 2012 wenig durch ihre Lehrkraft unterstützt. In Bezug auf fachspezifische Lernaktivitäten fühlen sich die Jugendlichen außerdem etwas weniger zum mathematischen Denken ermutigt, erfahren im Unterricht aber häufiger, dass Problemlösen und die Beschreibung einer Lösung gefordert werden. Damit ist offensichtlich eine wichtige Komponente der kognitiven Aktivierung Teil des Unterrichtsalltags in Deutschland. Gleichzeitig spielen nach wie vor schlichte Berechnungen und einfache Anwendungsaufgaben eine wesentliche Rolle. Ihre Häufigkeit liegt in Deutschland – genau wie in den ausgewählten Vergleichsstaaten – etwas höher als im internationalen Durchschnitt. Eine vertiefte Betrachtung von Unterrichtsmustern in Deutschland offenbart, dass der Mathematikunterricht größtenteils als durchschnittlich bis wenig unterstützend sowie moderat bis wenig aktivierend wahrgenommen wird. Ein Unterricht, der durchschnittlich unterstützend und aktivierend ist, geht am Gymnasium mit der höchsten Kompetenz einher. Bemühungen von Lehrkräften, die Facetten kognitiver Aktivierung vergleichsweise häufiger und gleichzeitig angemessen im Unterricht umzusetzen, scheinen für die Förderung mehrdimensionaler Bildungsziele fruchtbar zu sein, da sie mit einer höheren Freude und höheren instrumentellen Motivation der Schüler*innen einhergehen. Eine vertiefte Beschreibung des aktuellen Mathematikunterrichtsangebots der neunten Jahrgangsstufe in Deutschland, abgebildet durch die Prüfungsaufgaben der PISA-Ceco-Mathematiklehrkräfte aus dem Schuljahr 2021/2022, zeigt, dass in Prüfungen eher enges fachliches Wissen und abgegrenzte Methoden gefordert werden. Das Kommunizieren und Reflektieren von Mathematik spielen eine untergeordnete Rolle. Im Grunde ist mit Bezug auf die in den Bildungsstandards formulierten Kompetenzen primär ein Lebensweltbezug umgesetzt, der mit Aufgaben zum mathematischen Modellieren verbunden ist. Damit einher geht ein eher geringes Potenzial der Prüfungsaufgaben zur Motivation für das Fach.

8.1 Einleitung

Mathematik ist in der Welt und im Alltag allgegenwärtig. Entsprechend sind mathematische Kenntnisse und Fertigkeiten fundamental, um sich in der Welt zurechtzufinden und sie mitzugestalten. Auch wenn es viele Hilfsmittel (vom schlichten Taschenrechner bis zu Werkzeugen auf Basis von Künstlicher Intelligenz) gibt, ist ein grundlegendes Verständnis von Mathematik notwendig, um diese Tools auch angemessen nutzen und die mit ihnen generierten Ergebnisse einschätzen und beurteilen zu können.

Eine systematische Auseinandersetzung mit mathematischen Inhalten und Konzepten erfolgt (fast) ausschließlich im Mathematikunterricht. Die Lehrkraft stellt Lerngelegenheiten bereit, die Jugendliche aufgreifen (können), um ihre Kompetenzen (weiter) zu entwickeln. Ein besonderes Kennzeichen des Mathematikunterrichts ist es, dass dieses Lernangebot zum Großteil aus Aufgaben mit unterschiedlichen Zielsetzungen besteht, deren Lösung von Schüler*innen erarbeitet wird (Reiss & Hammer, 2021). Dabei spielen das den Aufgaben inhärente Potenzial (Heinle et al., 2022) und die Implementierung der Aufgaben in die Lernumgebungen durch die Lehrkräfte (Bardy et al., 2021; Hammer & Ufer, 2023) eine zentrale Rolle für die Unterrichtsgestaltung.

Ob und wie Schüler*innen dieses Lernangebot wahrnehmen und nutzen, um ihr Potenzial erfolgreich umzusetzen, hängt von weiteren Faktoren ab, zum Beispiel dem Vorwissen, dem Interesse für Mathematik oder dem Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten. Dementsprechend führt derselbe Unterricht einer Lehrperson nicht automatisch bei allen Schüler*innen zu den gleichen Lernergebnissen, denn die angebotenen Informationen werden von den Lernenden in unterschiedlicher Weise aufgegriffen und genutzt. Verständnisvolles Lernen ist ein aktiver individueller Konstruktionsprozess. Diese Idee von Unterricht als Lernangebot wird in sogenannten Angebots-Nutzungs-Modellen (z. B. Helmke, 2015; Seidel & Reiss, 2014; Vieluf et al., 2020) aufgegriffen. Dabei ist die Qualität des Lernangebots eine wichtige Voraussetzung, nicht nur für den Erwerb und die Weiterentwicklung mathematischer Kompetenz, sondern auch für das Erreichen motivational-affektiver Lernziele wie etwa Freude an Mathematik zu erleben oder sich selbst als kompetent in Bezug auf Mathematik einzuschätzen (Schiepe-Tiska et al., 2021).

Die PISA-Studie 2022 ermöglicht es, den Mathematikunterricht basierend auf Angaben einer repräsentativen Schülerschaft im internationalen Vergleich zu betrachten. Um darüber hinaus einen vertieften Einblick in den Mathematikunterricht in Deutschland zu erhalten, fand ergänzend zu PISA 2022 die nationale Begleitstudie PISA-Ceco statt (Classroom experience, characteristics, and outcome: multidimensional educational goals and the views of students and teachers). PISA-Ceco untersucht den alltäglichen Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht der Schüler*innen und Lehrkräfte in Deutschland, die an PISA 2022 teilgenommenen haben. Das zentrale Anliegen der Begleitstudie ist es, die Umsetzung und Gestaltung eines kompetenzorientierten Unterrichts in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern sowie seine Auswirkungen auf motivational-affektive Bildungsziele zu beschreiben. Im Rahmen von PISA-Ceco wurde ein Teil der Lehrkräfte gebeten, die im Laufe des Schuljahres 2021/2022 eingesetzt-

ten Klassenarbeiten einzureichen. Da Klassenarbeiten idealerweise den Stoff eines gewissen Unterrichtszeitraums repräsentativ abbilden sollten und somit auch die im Unterricht an die Klasse gestellten Erwartungen der Lehrkräfte widerspiegeln, ermöglicht die Analyse dieser Prüfungsaufgaben einen konkreten Einblick in das Unterrichtsangebot. In diesem Beitrag werden die Ergebnisse in Bezug auf die Mathematiklehrkräfte vorgestellt. Darüber hinaus wurden in einem Teil der an PISA 2022 teilnehmenden Schulen Unterrichtsbesuche in den neunten Klassen durchgeführt und die Lehrkräfte um Selbstauskünfte zu Aspekten ihrer professionellen Kompetenz, wie zum Beispiel gegenüber Kompetenzorientierung, Haltungen und Einstellungen, gebeten. Ergänzend bearbeiteten die Lehrkräfte Tests zu ihrem fachdidaktischen Wissen, die an die Professionswissens-tests der COACTIV-Studie (Kunter & Voss, 2011) beziehungsweise der FALKO-Studie (Krauss et al., 2017) angelehnt waren. Diese Ergebnisse werden Gegenstand weiterführender Publikationen sein.

Dieses Kapitel geht folgenden Fragen nach:

- Was macht einen qualitätvollen Mathematikunterricht aus und welche Ergebnisse bietet der aktuelle Stand der empirischen Unterrichtsforschung (Abschnitt 2 und 3)?
- Wie wird Unterrichtsqualität in Mathematik im Rahmen von PISA 2022 und PISA-Ceco erfasst (Abschnitt 4)?
- Wie wird die Unterrichtsqualität in Mathematik von Schüler*innen und Lehrkräften in Deutschland im Vergleich zu ausgewählten OECD-Staaten wahrgenommen (Abschnitt 5.1.1)?
- Welche schulartspezifischen Unterschiede gibt es in der Wahrnehmung des Mathematikunterrichts von Schüler*innen in Deutschland (Abschnitt 5.1.2)?
- Inwieweit hat sich die Wahrnehmung des Mathematikunterrichts zwischen PISA 2012 und PISA 2022 im internationalen Vergleich verändert (Abschnitt 5.1.3)?
- Welche Muster des Mathematikunterrichts lassen sich in Deutschland identifizieren und wie hängen diese mit mehrdimensionalen Lernergebnissen wie mathematische Kompetenz beziehungsweise Freude und Interesse an Mathematik zusammen (Abschnitt 5.1.4)?
- Wie sieht das Unterrichtsangebot der Mathematiklehrkräfte aus? Inwieweit orientieren sich die Prüfungsaufgaben an den geltenden Bildungsstandards (Abschnitt 5.2)?
- Inwieweit bieten die Prüfungsaufgaben das Potenzial zur Motivation und zur kognitiven Aktivierung (Abschnitt 5.2)?
- Welche Schlussfolgerungen über den Mathematikunterricht in Deutschland kann man aus PISA 2022 und PISA-Ceco abschließend ziehen (Abschnitt 6)?

8.2 Kompetenzorientierung im Mathematikunterricht

Der Mathematikunterricht zielt auf den Erwerb von Kompetenzen. Nach Weinert versteht man darunter „die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (Weinert, 2002, S. 27f.). Dieses Kompetenzverständnis bildete die Grundlage für die Entwicklung nationaler Bildungsstandards in Deutschland – sowie parallel dazu die erste Rahmenkonzeption für mathematische Kompetenz in PISA (siehe Kapitel 2). Angestoßen durch das wenig befriedigende Abschneiden der Jugendlichen in Deutschland in internationalen Schulleistungsstudien (Baumert et al., 2000; Deutsches PISA-Konsortium, 2001) wurden diese entwickelt, um festzulegen, welche Kompetenzen Kinder und Jugendliche am Ende eines bestimmten Bildungsabschnittes erworben haben sollen. Die Einführung der Bildungsstandards (KMK, 2002) stieß im deutschen Schulsystem einen Perspektivwechsel an. Danach sollte der Unterricht weniger an den Inhalten (Input), sondern stärker an den Lernergebnissen (Output) orientiert sein. In der Folge wurden die Lehrpläne für Mathematik in den Bundesländern überarbeitet und die Kompetenzorientierung fand Eingang in den Mathematikunterricht der Schulen in Deutschland. Diese angestrebte neue Unterrichtskultur hatte zum Ziel, verbindlich festzulegen, welche Kompetenzen in der Schule erworben werden sollen, und zugleich Freiräume für die Unterrichtsgestaltung und Vermittlung dieser Kompetenzen zu schaffen (KMK, 2010).

Für das Fach Mathematik wurden Bildungsstandards für die Primarstufe (KMK, 2004a), den Ersten und Mittleren Schulabschluss (KMK, 2003, 2004b) sowie die Allgemeine Hochschulreife (KMK, 2012) formuliert. Diese Entwicklung verlief weitestgehend parallel zu den im Rahmen von PISA formulierten Teilkompetenzen (siehe Kapitel 2). Die für die Teilnehmer*innen an PISA 2022 gültigen Bildungsstandards umfassten sechs Kompetenzen: (1) mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik umgehen (= *Fachkenntnisse*), (2) mathematische Darstellungen verwenden, (3) mathematisch modellieren und (4) Probleme mathematisch lösen (= *Fachmethoden*), (5) mathematisch argumentieren und (6) kommunizieren (= *Kommunikation*) sowie Teilkompetenzen aus den genannten sechs Kompetenzen, die im Wesentlichen als Kompetenzbereich *Reflexion* zusammengefasst werden können. Für den Primarbereich sowie den Ersten und Mittleren Schulabschluss wurden die Bildungsstandards mittlerweile weiterentwickelt (KMK, 2022a, b). In den überarbeiteten Bildungsstandards wurden leichte begriffliche Änderungen vorgenommen und die Liste um eine siebte Kompetenz zum mathematischen Arbeiten mit Medien erweitert (KMK, 2022b).

Die mathematikbezogenen Bildungsstandards sind primär fachorientiert formuliert, die Kompetenzen können aber um die Perspektive motivationaler Lernergebnisse und Einstellungen erweitert werden (Schiepe-Tiska et al., 2021). Das Erreichen dieser mehrdimensionalen Bildungsziele ist gerade am Ende der Pflichtschulzeit von großer

Bedeutung, da Jugendliche in dieser wichtigen Phase der Identitätsbildung klare Vorstellungen von der eigenen Person entwickeln, sich beruflich orientieren und ihre Beziehung zu anderen Personen und der Welt im Allgemeinen klären (Aktionsrat Bildung, 2015). Im Unterricht stellt die Berücksichtigung mehrdimensionaler Bildungsziele eine der zentralen Herausforderungen dar, da sich unterschiedliche Lernziele gegenseitig beeinflussen oder sogar zueinander in Konkurrenz stehen können. Die Umstellung auf kompetenzorientierte Lehrpläne ermöglicht eine klarere Fokussierung auf mehrdimensionale Bildungsziele und kann dabei unterstützen, diese stärker in den Fokus der professionellen Wahrnehmung von Lehrkräften zu rücken (KMK, 2010). Daher stellt sich die Frage, inwieweit mehrdimensionale Bildungsziele von Lehrkräften und Schüler*innen als präsent im Mathematikunterricht in Deutschland angesehen werden und für die Lehrkräfte handlungsleitend sind.

8.3 Was macht qualitätsvollen Mathematikunterricht aus?

Aktuelle Konzepte der Unterrichtsqualitätsforschung betrachten das Unterrichtsgeschehen als eine Orchestrierung einer Vielzahl unterschiedlicher Merkmale, die für den Lernprozess von Schüler*innen entscheidend sind (Hattie, 2009; Klieme et al., 2008; Seidel & Shavelson, 2007). In der PISA-Studie wird die Betrachtung von Unterricht in Modelle der internationalen Schuleffektivitätsforschung, die sogenannten Kontext-Input-Prozess-Ergebnismodelle, eingeordnet (OECD, 2016). Das Grundmodell unterscheidet entsprechend zwischen Ausgangs-, Prozess-, Kontext- und Ergebnismerkmalen. Unterricht als Prozessmerkmal wird dabei als inhaltsbezogene Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden betrachtet. PISA folgt damit einem Verständnis von Unterricht, wie es auch in der europäischen Unterrichtsforschungstradition verankert ist (Eickelmann et al., 2017; Klieme, 2013; Krauss et al., 2020; Oelkers & Reusser, 2008; Scheerens, 2004). Dabei steht vor allem im deutschsprachigen Raum das Framework der drei Basisdimensionen Klassenführung, konstruktive Unterstützung und kognitive Aktivierung im Mittelpunkt der Betrachtung (z.B. Klieme et al., 2009; Praetorius et al., 2018), welches im Rahmen der ersten TIMS-Studie entwickelt wurde (Klieme et al., 2001). Diese Basisdimensionen beschreiben die Qualität der Interaktion zwischen den Lernenden und der Lehrkraft sowie zwischen den Lernenden und dem Lerninhalt (vgl. auch Klieme, 2006; Kunter & Trautwein, 2013). Das Besondere an den Basisdimensionen ist, dass sie im Vergleich zu anderen Zusammenstellungen von Unterrichtsmerkmalen sowohl eine theoretische Basis haben (u. a. Kounin, 1970; Ryan & Deci, 2000; Aebli, 2001) als auch empirische Befunde ihre Effektivität belegen (für einen Überblick siehe Praetorius et al., 2018). Ähnliche Dimensionen wurden auch in der internationalen Forschung, etwa im Rahmen unterschiedlicher Klassenbeobachtungsprotokolle, berücksichtigt (z.B. Pianta & Hamre, 2009; Van de Grift, 2007). Aus diesem Grund nehmen internationale Schulleistungsstudien wie PISA seit einigen Zyklen Bezug auf die drei Basisdimensionen des Unterrichts (Klieme & Kuger, 2016).

Basisdimensionen der Unterrichtsqualität

Die Dimension *Klassenführung* umfasst Unterrichtsstrategien der Lehrkraft, die eine effektive Zeitnutzung während des Unterrichts ermöglichen (Kunter et al., 2007). Im Rahmen von PISA wird vorwiegend die Disziplin im Klassenzimmer als Merkmal für eine erfolgreiche Klassenführung betrachtet (Kuger et al., 2017). In PISA 2012 wurde der Mathematikunterricht in Deutschland von etwa zwei Dritteln der Lernenden als eher störungsarm empfunden (Schiepe-Tiska et al., 2013). Damit lag die wahrgenommene Disziplin im Mittel der OECD-Staaten, sie hatte sich seit PISA 2003 allerdings etwas verschlechtert (vgl. OECD, 2013).

Konstruktive Unterstützung beschreibt die Qualität der sozialen Interaktionen und Beziehungen zwischen Lehrkraft und Lernenden im Unterricht (z. B. Clausen, 2002) sowie eine individuelle Unterstützung des Lernprozesses (Klieme et al., 2009). Konstruktive Unterstützung kann vor allem zur Motivation und zum Interesse von Schüler*innen beitragen (z. B. Fauth et al., 2014). Die Ergebnisse von PISA 2012 zeigten allerdings, dass ein nennenswerter Anteil der Jugendlichen keine ausreichende Unterstützung durch die Lehrperson erfuhr. Mehr als ein Drittel der Fünfzehnjährigen in Deutschland gab an, sich nur in geringem Maße von ihrer Lehrkraft im Mathematikunterricht unterstützt zu fühlen. Damit lag das Empfinden im internationalen Vergleich unterhalb des OECD-Durchschnitts (Schiepe-Tiska et al., 2013).

Während die Facetten Klassenführung sowie konstruktive Unterstützung grundlegende, fachübergreifende Bedingungen für einen effektiven Unterricht darstellen, fokussiert die Dimension *kognitive Aktivierung* die direkte Unterstützung des Lernprozesses (Charalambous & Praetorius, 2020). Kognitive Aktivierung wird allgemein als Anregung eines tieferen Verständnisses von Inhalten definiert, das fachlich gehaltvolles Lernen ermöglicht (Blum et al., 2006). Lernende sind dann kognitiv aktiviert, wenn sie gedankliche Verbindungen zwischen Fakten, Prozeduren und Ideen herstellen können (Klieme et al., 2009). Dies kann nicht nur einen positiven Einfluss auf die Schüler*innenleistung (Baumert et al., 2010; Lipowsky et al., 2009), sondern auch auf motivational-affektive Lernergebnisse haben (Schiepe-Tiska et al., 2016).

Im Unterricht gibt es verschiedene Möglichkeiten, die Verarbeitung und den Abruf von Informationen zu fördern sowie kognitive Prozesse zu stimulieren und damit das Potenzial zur kognitiven Aktivierung von Lernenden bereitzustellen (Helmke, 2009). Dabei können sich die Möglichkeiten in Abhängigkeit vom jeweiligen Unterrichtsfach und -inhalt unterscheiden (Praetorius & Gräsel, 2021; Schlesinger & Jentsch, 2016). Empirische Untersuchungen belegen, dass das Potenzial zur kognitiven Aktivierung nicht nur von Fach zu Fach, sondern auch stark zwischen den Unterrichtsstunden einer Klasse und einer Lehrkraft variieren kann (Praetorius et al., 2014). Zudem zeigen Studien, dass insbesondere fachliche Aspekte kognitiver Aktivierung lernwirksam sind (z. B. Förtsch et al., 2016; Seidel & Shavelson, 2007). Folglich wird das Unterrichtsmerkmal in der Regel als fachspezifische Basisdimension beschrieben.

Kognitive Aktivierung kann im Rahmen des Mathematikunterrichts potenziell durch anspruchsvolle, problemorientierte Aufgaben gefördert werden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass Lehrkräfte neue Inhalte mit dem Vorwissen der Schüler*innen verknüpfen und die Lernenden dazu anzuregen, ihre Gedanken, Konzepte und Lösungswege zu erklären und zu begründen (Lipowsky et al., 2009). Darüber hinaus kann die Förderung von diskursivem, ko-konstruktivem Lernen sowie Metakognition den Schüler*innen helfen, ein konzeptionelles Verständnis von Lerninhalten zu entwickeln (Hiebert & Grouws, 2007; Klieme et al., 2009; Taut & Rakoczy, 2016).

Die bisherige Forschung weist darauf hin, dass Merkmale kognitiver Aktivierung im Unterricht oftmals nicht im gewünschten Ausmaß auftreten (u. a. Clausen, 2002; Jordan et al., 2008; Praetorius et al., 2014). Im Rahmen der internationalen TALIS-Videostudie zeigten die Untersuchungen sowohl auf internationaler als auch nationaler Ebene eine niedrige Ausprägung von kognitiver Aktivierung, obgleich große Variationen in Bezug auf einzelne Facetten auftraten (OECD, 2020). So konnte in deutschen Mathematikstunden relativ häufig beobachtet werden, dass Lehrkräfte Schüler*innen dazu anregen, ihre Denkweisen zu begründen. Im Mittel wurden Jugendliche dagegen etwas seltener mit kognitiv anspruchsvollen Inhalten konfrontiert, also mit Problemstellungen, die analytisches, evaluatives oder kreatives Denken erforderten. Am seltensten zeichnete sich ab, dass Jugendliche dazu angeregt wurden, explizite Verknüpfungen zwischen verschiedenen Konzepten der Mathematik herzustellen (Grünkorn et al., 2020).

Unterrichtsinhalte

Neben Qualitätsmerkmalen ist das Kernstück des Unterrichts der Inhalt, also die Lerngegenstände. Diese sind ebenfalls fachspezifisch und werden in PISA 2022 durch die Hauptdomäne Mathematik festgelegt. Die Untersuchung der Skala *Vertrautheit mit mathematischen Begriffen* in PISA 2012 zeigte, dass die entsprechenden Begriffe in Deutschland erwartungsgemäß – abhängig von der systematischen Behandlung im Unterricht – vermittelt wurden. So gaben 79.9 Prozent der Lernenden an, den Lerngegenstand „Wurzeln“, welcher üblicherweise zu Beginn der neunten Jahrgangsstufe behandelt wird, zu kennen. Dagegen gaben 33.4 Prozent der Fünfzehnjährigen an, den Begriff „komplexe Zahl“, der kaum mehr Bestandteil schulischer Curricula war, noch nie gehört zu haben (Schiepe-Tiska et al., 2013).

Um sich im Mathematikunterricht intensiver mit Unterrichtsinhalten zu beschäftigen, setzen Lehrkräfte Aufgaben ein (Hill & Charalambous, 2012; Reiss & Hammer, 2021). Der Einsatz und die Bearbeitung von Aufgaben nimmt etwa 80 Prozent der Unterrichtszeit ein (Neubrand, 2002) und bestimmt damit fast vollständig den Verlauf des Mathematikunterrichts (Kuger et al., 2017). Im Rahmen von PISA 2012 wurde die Häufigkeit von innermathematischen Aufgaben aus der klassischen Schulalgebra ohne Anwendungsbezug sowie Aufgaben mit stärkerem Anwendungsbezug untersucht. Dabei wurde deutlich, dass rein innermathematische Aufgaben ohne Anwendungsbezug im

Mathematikunterricht in Deutschland eine deutlich größere Rolle spielten als Aufgaben mit stärkerem Anwendungsbezug (Schiepe-Tiska et al., 2013).

Die Analyse von konkreten Aufgabenstellungen hat in der Mathematikdidaktik eine lange Tradition (z.B. Neubrand, 2002; Schmidt et al., 2001) und eignet sich auch für die Untersuchung von Unterrichtsqualitätsmerkmalen (z.B. Martínez et al., 2012; Matsumura et al., 2002). So zeigte die COACTIV-Studie aus dem Jahr 2003 ein insgesamt sehr niedriges Potenzial zur kognitiven Aktivierung der eingesetzten Unterrichts- und Prüfungsaufgaben sowie Hausaufgaben im deutschen Mathematikunterricht (Jordan et al., 2008). Ein differenzierterer Blick in die aktuellere TALIS-Videostudie belegt, dass in knapp der Hälfte der Unterrichtsaufgaben innermathematisches Problemlösen gefordert wird. Ähnlich häufig fanden sich in den Unterrichtsmaterialien Aufforderungen, das eigene Vorgehen beim Bearbeiten zu erläutern beziehungsweise zu begründen. In nur jeder siebten Stunde umfassten die Aufgaben allerdings Hinweise dazu, unterschiedliche Lösungswege auszuprobieren (Grünkorn et al., 2020; Herbert & Schweig, 2021).

Der Einsatz von Aufgaben stellt außerdem eine Möglichkeit dar, die Lernmotivation im Unterricht anzuregen. Obwohl unter anderem PISA 2012 zeigen konnte, dass Jugendliche in Deutschland wenig Freude, Interesse und Motivation im Mathematikunterricht erleben (Schiepe-Tiska & Schmidtner, 2013), wurde die Betrachtung des Motivationspotenzials von Aufgaben in der Forschung bislang nur randständig behandelt (Beispielstudien Leuders et al., 2011; Schukajlow et al., 2012). Eine Untersuchung aktueller Mathematikschulbücher fand in etwa der Hälfte der Aufgaben eine Einbettung in die Lebenswelt der Jugendlichen. Ein Potenzial zur inneren Differenzierung sowie zur Autonomie- und Kompetenzunterstützung oder sozialen Einbindung ließ sich in nur sehr wenigen Aufgaben finden (Heinle et al., 2022).

8.4 Die Erfassung der Unterrichtsqualität in PISA 2022 und PISA-Ceco

8.4.1 Chancen und methodische Herausforderungen der Betrachtung von Unterricht in PISA 2022

Eine der großen Chancen der PISA-Studie ist es, den Mathematikunterricht in Deutschland anhand der oben beschriebenen Unterrichtsqualitätsmerkmale auf der Basis einer repräsentativen Stichprobe zu beschreiben und diesen mit dem Mathematikunterricht in anderen Staaten zu vergleichen. Bei einem internationalen Vergleich ist allerdings zu beachten, dass die Unterrichtswahrnehmung immer vom Kontext, in dem sich die Lernenden bewegen, abhängt. Entsprechend können Unterschiede zwischen den Vergleichsstaaten, zum Beispiel aufgrund des wöchentlichen Umfangs des Fachunterrichts, unterschiedlicher Schularten oder des kulturellen Hintergrunds, auftreten. Deshalb erfolgt in diesem Beitrag eine genauere Analyse im internationalen Vergleich nur auf der Basis

ausgewählter europäischer Staaten, die einem ähnlichen Kulturraum wie Deutschland angehören. Zu diesen gehören die Niederlande, die Schweiz und Finnland, die bereits in PISA 2012 zum Vergleich herangezogen wurden (Schiepe-Tiska et al., 2013).

Zudem gilt zu berücksichtigen, dass PISA Fünfzehnjährige im internationalen Vergleich untersucht. Die Fünfzehnjährigen befinden sich in unterschiedlichen Klassen und zum Teil auch in unterschiedlichen Jahrgangsstufen. Deshalb können die individuellen Wahrnehmungen der Schüler*innen nicht auf Klassenebene aggregiert werden. Wenger et al. (2018) untersuchten, inwieweit die Aggregation der von den Schüler*innen eingeschätzten Unterrichtsmerkmale auf Schulebene gerechtfertigt ist, und kommen zu dem Schluss, dass sich die auf Schulebene gemittelten Schüler*innenurteile zur Unterrichtsqualität systematisch zwischen den Schulen unterscheiden, wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß. Das ist ein Grund, warum seit einigen PISA-Erhebungsrunden in Deutschland national zusätzlich eine klassenbasierte Stichprobe erhoben wird. Das sind je nach Zyklus entweder zwei vollständige neunte Klassen – wie auch im Rahmen von PISA-Ceco – oder eine zufällige Anzahl von (mind. 15) Lernenden aus ein bis zwei neunten Klassen. Da der Mathematikunterricht in diesem Beitrag international eingeordnet wird, werden klassenbasierte Analysen in weiterführenden Beiträgen fokussiert (vgl. Schiepe-Tiska et al., 2016, zur klassenbasierten Analyse des Mathematikunterrichts in PISA 2012).

Da nach PISA 2003 und 2012 Mathematik in PISA 2022 zum dritten Mal als Hauptdomäne im Mittelpunkt der Betrachtung steht, können darüber hinaus Veränderungen in der Wahrnehmung des Mathematikunterrichts in Deutschland beschrieben werden. Insgesamt ist anzumerken, dass die Erfassung von Unterrichtsmerkmalen in PISA ausschließlich auf der Wahrnehmung der Schüler*innen und/oder ihrer Lehrkräfte basiert. Ergänzende objektive Erfassungsmethoden wie Unterrichtsbeobachtungen (oder Videoaufnahmen) sowie Untersuchungen des Lernangebots kommen nicht zum Einsatz. Um die Vorteile der PISA-Studie zu nutzen und gleichzeitig einen tieferen Einblick in die didaktische Qualität des Unterrichts zu erhalten, greift die Begleitstudie PISA-Ceco einige der genannten Einschränkungen auf und erfasst den Unterricht mithilfe von Schüler*innen- und Lehrkräftebefragungen, mit Unterrichtsbesuchen sowie Analysen von eingesetzten Unterrichts- und Prüfungsaufgaben.

Schließlich ermöglicht PISA, Qualitätsmerkmale des Mathematikunterrichts im Zusammenhang mit dem Erreichen mehrdimensionaler Bildungsziele zu betrachten (Schiepe-Tiska et al., 2016, 2021). Hierbei ist zu beachten, dass PISA einerseits Unterrichtsmerkmale als Momentaufnahme des im laufenden Schuljahr erlebten Unterrichts und andererseits aus mehrjährigen Lernprozessen kumulierte Bildungsergebnisse erfasst. Hohe Mathematikkompetenzwerte oder Freude und Interesse der Lernenden an Mathematik entwickeln sich nicht nur durch den Unterricht eines Schuljahres, sondern bündeln sich aus mehreren vorherigen Schuljahren. PISA-Ceco ergänzt diese Perspektive, da zusätzlich der Unterricht anhand von Prüfungsaufgaben eines Schuljahres der neunten Klassen beschrieben sowie spezifische Informationen in Bezug auf eine konkrete Unterrichtsstunde erhoben wurden.

Aufgrund der in PISA nur begrenzt zur Verfügung stehenden Erhebungszeit können nur wenige Unterrichtsmerkmale für die Erfassung ausgewählt werden. Somit können auch nur für diese Merkmale Schlussfolgerungen über die Zusammenhänge mit dem Erreichen unterschiedlicher Lernergebnisse gezogen werden.

8.4.2 Die Erfassung des Mathematikunterrichts in PISA und PISA-Ceco

Die Merkmale des Mathematikunterrichts werden vor allem aus der Sicht der Schüler*innen (= wahrgenommenes Unterrichtsangebot) erfasst (zum Fragebogendesign siehe Online-Kapitel 12). Ergänzend dazu wurden ausgewählte Unterrichtsmerkmale aus der Sicht der Lehrkräfte (= intendiertes Unterrichtsangebot) erhoben.

8.4.2.1 Eingesetzte Skalen in PISA 2022

Eine Übersicht über die für diesen Beitrag verwendeten Skalen sowie dazugehörige Beispieltitems zeigt die Tabelle 8.1. Zusätzlich sind die Anzahl der Items pro Skala, die Reliabilitäten und die Antwortkategorien pro Skala abgebildet. Mit Werten zwischen .79 und .93 für Cronbachs Alpha liegen die Reliabilitäten für alle Skalen im akzeptablen Bereich. Die Skalenwerte, die Gegenstand der folgenden Analysen sein werden, sind sogenannte WLE-Schätzer („Weighted Likelihood Estimates“). Es handelt sich also um Werte, die auf der Basis von psychometrischen Modellen der Item-Response-Theorie geschätzt wurden (siehe Online-Kapitel 12).

Die Skalen *Disziplin im Klassenzimmer*, *Unterstützung durch die Lehrkraft* sowie die Skalen zur kognitiven Aktivierung können als Voraussetzung für qualitativollen Unterricht angesehen werden. Kognitive Aktivierung wird mithilfe der Facetten *Mathematisches Argumentieren* und *Ermutigung zum mathematischen Denken* aus Sicht der Schüler*innen und der Lehrkräfte erfasst. Während *Mathematisches Argumentieren* das Lösen mathematischer Probleme und die Erklärung beziehungsweise Begründung beinhaltet, beschreibt die Skala *Ermutigung zum mathematischen Denken* die Bestrebungen der Lehrkraft, den Schüler*innen nahezubringen, wie man zum Beispiel mit mathematischer Logik neue Situationen angehen kann. Wie häufig Schüler*innen bestimmte mathematische Inhalte im Unterricht begegnen und wie häufig bestimmte Typen von Aufgaben im Mathematikunterricht vorkommen, zeigen die Skalen *Vertrautheit mit mathematischen Inhalten* und *Häufigkeit innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben*. Die Skala *Mathematische Kompetenzen im Kontext der Herausforderungen des 21. Jahrhunderts* erfasst, wie häufig aus der Sicht der Fünfzehnjährigen Aufgaben eingesetzt werden, die mathematische Kompetenzen erfordern, um den Herausforderungen des 21. Jahrhunderts zu begegnen.

Tabelle 8.1: Skalen der Unterrichtsmerkmale bei PISA 2022 mit Beispielitem

Unterrichtsmerkmal	Anzahl der Items	Reliabilität *	Antwortkategorien	Beispielitem
Disziplin im Klassenzimmer	7	.89	vierstufig „In jeder Stunde“ bis „Nie oder fast nie“	Die Lehrkraft muss lange warten, bis die Schülerinnen und Schüler ruhig werden.
Unterstützung durch die Lehrkraft	4	.88	vierstufig „In jeder Stunde“ bis „Nie oder fast nie“	Die Lehrkraft erklärt etwas so lange, bis es die Schülerinnen und Schüler verstanden haben.
Kognitive Aktivierung: Mathematisches Argumentieren ¹	9	.88	fünfstufig „Nie oder fast nie“ bis „In jeder oder fast jeder Stunde“	Die Lehrkraft forderte uns auf, zu erklären, wie wir ein mathematisches Problem gelöst haben.
Kognitive Aktivierung: Ermutigung zum mathematischen Denken ¹	9	.93	fünfstufig „Nie oder fast nie“ bis „In jeder oder fast jeder Stunde“	Die Lehrkraft brachte uns bei, wie wir mit mathematischer Logik neue Situationen angehen können.
Vertrautheit mit mathematischen Inhalten	12	.81	fünfstufig „Noch nie davon gehört“ bis „Kenne ich gut und verstehe das Konzept“	Satz des Pythagoras.
Häufigkeit inner-mathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben	9	.79	vierstufig „Häufig“ bis „Nie“	Ausrechnen, um wie viel teurer ein Computer wird, wenn man die Mehrwertsteuer drauf schlägt.
Mathematische Kompetenzen im Kontext der Herausforderungen des 21. Jahrhunderts ¹	10	.84	vierstufig „Häufig“ bis „Nie“	Mathematische Lösungen im Kontext eines Alltagsproblems interpretieren.

¹ Diese Skalen wurden sowohl aus der Schüler*innen- als auch aus der Lehrer*innenperspektive erhoben.

* Die Reliabilität entspricht Cronbachs Alpha. Dieser Wert wurde auf der Basis der deutschen Stichprobe ermittelt.

8.4.2.2 Aufgabenmerkmale in PISA-Ceco

Im Rahmen von PISA-Ceco wurden $N = 1.484$ Prüfungsanalyseeinheiten¹ (bestehend aus $n_{\text{Gymnasium}} = 880$ Analyseeinheiten, $n_{\text{nicht gymnasiale Schularten}} = 604$ Analyseeinheiten) aus dem Mathematikunterricht des Schuljahres 2021/2022 analysiert. Tabelle 8.2 zeigt, nach welchen Kategorien der drei Dimensionen (1) Orientierung an den Kompetenzbereichen der Bildungsstandards, (2) motivationales Potenzial sowie (3) Potenzial zur kognitiven Aktivierung die Prüfungsaufgaben differenziert nach Schularten analysiert wurden.

Die erste Dimension untersucht, inwieweit sich die Arbeitsaufträge der Prüfungen an den Kompetenzbereichen der zum Zeitpunkt der Erhebung gültigen Bildungsstandards der Mathematik, *Fachkenntnisse*, *Fachmethoden*, *Kommunikation* und *Reflexion*, orientieren.

Im Rahmen der zweiten Dimension wurden die Prüfungsaufgaben in Hinblick auf ihr Potenzial zur Förderung der Lernmotivation analysiert. Dafür wurden im Rahmen

1 Jede Teilaufgabe einer Prüfung (d. h. einer Klassenarbeit) mit einem eigenständigen Arbeitsauftrag wurde als einzelne Analyseeinheit behandelt.

Tabelle 8.2: Dimensionen zur Beschreibung des Unterrichtsangebots im Rahmen von PISA-Ceco

Dimensionen	Anzahl der Kategorien	Antwortkategorien	Übereinstimmungswerte	
			%	Gwet AC 1 ²
<i>Kompetenzbereiche</i>	4			
Fachkenntnisse		0 vs. 1 ¹	98.90	0.99
Fachmethoden		0 vs. 1 ¹	92.20	0.90
Kommunikation		0 vs. 1 ¹	90.80	0.88
Reflexion		0 vs. 1 ¹	98.70	0.99
<i>Motivationales Potenzial</i>	5			
Innere Differenzierung		0 vs. 1 ¹	98.00–100	0.98–1
Lebensweltbezug		0 vs. 1 ¹	93.50–99.50	0.89–1
Soziale Eingebundenheit		0 vs. 1 ¹	100	1
Kompetenzunterstützung		0 vs. 1 ¹	98.80–100	0.99–1
Autonomieunterstützung		0 vs. 1 ¹	99.40–100	0.99–1
<i>Potenzial zur kognitiven Aktivierung</i>	7			
Offenheit		0 vs. 1 ¹	96.20–98.70	0.95–0.99
Innermathematisches Problemlösen		0 vs. 1 ¹	93.00	0.92
Modellieren		0 vs. 1 ¹	92.00	0.89
Argumentieren		0 vs. 1 ¹	96.40	0.96
Sprachlogische Komplexität		0 vs. 1 ¹	96.80	0.97
Aktivierung des Vorwissens		0 vs. 1 ¹	99.50	1
Metakognition		0 vs. 1 ¹	99.20	0.99

¹ 0 = Merkmal trifft nicht zu, 1 = Merkmal trifft zu

² Der Koeffizient Gwets AC1 korrigiert für die Möglichkeit zufälliger Übereinstimmungen.

dieses Beitrags die Merkmale *innere Differenzierung*, *Lebensweltbezug*, *Kompetenz-* und *Autonomieunterstützung* sowie *soziale Einbindung* betrachtet.

Schließlich beschreibt die dritte Dimension, inwieweit die Mathematikprüfungsaufgaben das Qualitätsmerkmal *Potenzial zur kognitiven Aktivierung* umfassen. Dieser Beitrag fokussiert die Kategorien *Offenheit*, *Modellieren (außermathematisches Problemlösen)*, *innermathematisches Problemlösen* und *Argumentieren* (spezifiziert zwei Facetten der Skala *mathematisches Argumentieren* aus PISA 2022), *sprachlogische Komplexität*, *Aktivierung des Vorwissens* sowie *Metakognition* (für ein ausführliches Kategorienschema siehe Heinle et al., 2023).

Alle Kategorien der drei Dimensionen wurden anhand dichotomer Antwortkategorien (Merkmal trifft nicht zu vs. Merkmal trifft zu) kodiert. Die Analyseeinheiten wurden doppelt kodiert. Bei abweichenden Kodierungen einigten sich die Rater konsensual auf einen Code. Die prozentuale Übereinstimmung für alle Kategorien liegt auf einem hohen Niveau zwischen 90.8 und 100 Prozent (Stemler, 2004). Um für die Möglichkeit zufälliger Übereinstimmungen zu korrigieren, wurde der Koeffizient Gwets AC1 (Gwet, 2008)² berechnet, der Werte von 0.88 bis 1 aufweist (siehe Tabelle 8.2). Somit konnte insgesamt eine hohe Auswertungsobjektivität erreicht werden (Wirtz & Caspar, 2002).

2 Im Vergleich zu anderen Übereinstimmungskoeffizienten wie Cohens Kappa ist Gwets AC1 besonders aussagekräftig, wenn die Daten eine hohe Prävalenz oder eine ungleiche Verteilung aufweisen.

8.5 Ergebnisse

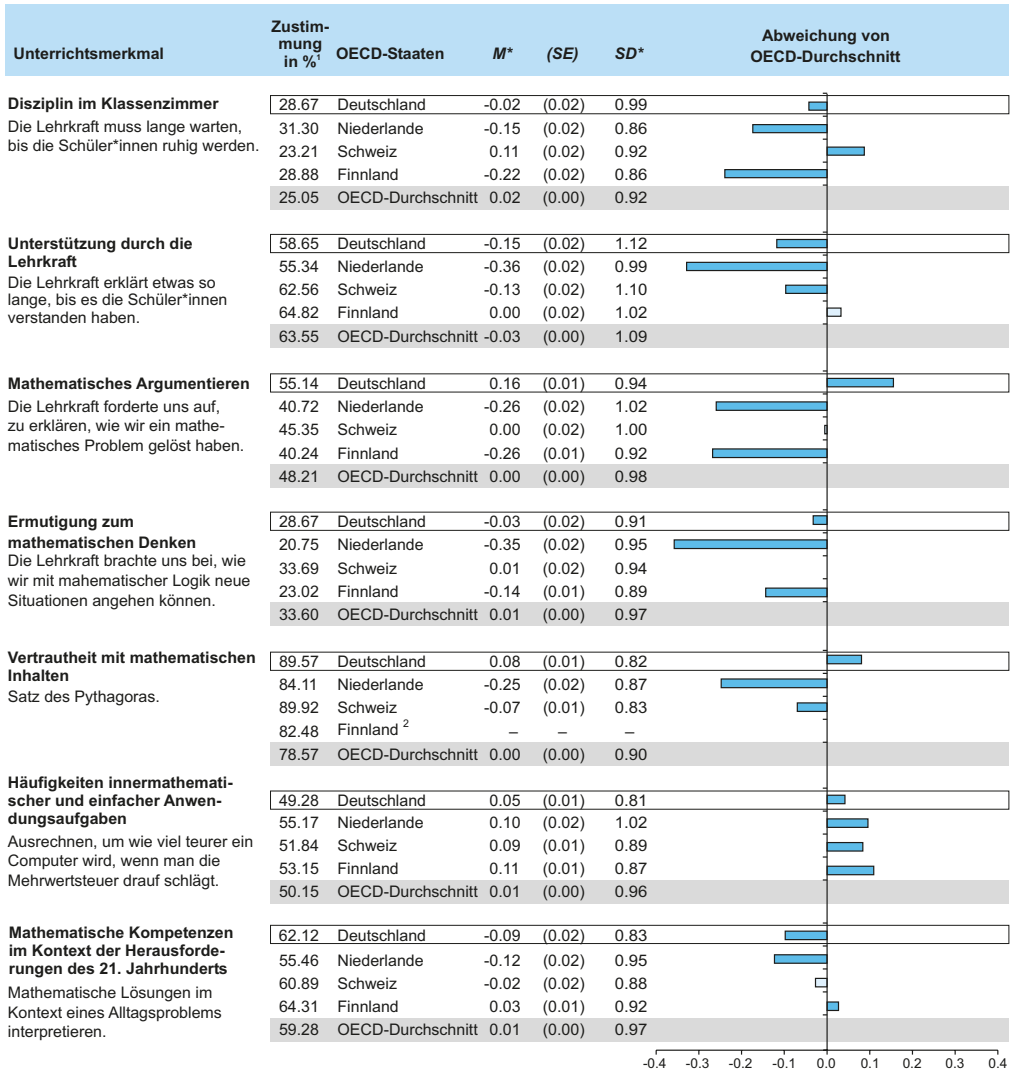
8.5.1 PISA 2022

8.5.1.1 Mathematikunterricht in Deutschland im internationalen Vergleich

Um Besonderheiten in der Unterrichtswahrnehmung von Jugendlichen in Deutschland im Vergleich zum OECD-Durchschnitt und ausgewählten Vergleichsstaaten zu untersuchen, werden die Mittelwerte der Einschätzungen der Schüler*innen herangezogen (Abbildung 8.1). Der OECD-Mittelwert ist dabei so zu interpretieren, dass 0 den Mittelwert aller OECD-Staaten mit einer Standardabweichung von 1 beschreibt. Der OECD-Mittelwert ist jedoch vorsichtig zu interpretieren, da in diesen Kennwert die Ergebnisse von Staaten unterschiedlicher Kulturräume einfließen und demnach kulturspezifische Antworttendenzen auftreten können (siehe Abschnitt 4.1). Deshalb liegt in diesem Beitrag der Schwerpunkt der Interpretation vor allem auf den Vergleichsstaaten Niederlande, Schweiz und Finnland. Positive Skalenwerte zeigen an, dass Unterrichtsmerkmale im Vergleich zum OECD-Mittelwert überdurchschnittlich ausgeprägt sind, negative Werte zeigen eine unterdurchschnittliche Ausprägung an. Somit können die Staaten untereinander verglichen werden. Aussagen über die absolute Höhe eines Merkmals können jedoch nicht getroffen werden. Deshalb wird in Abbildung 8.1 zusätzlich ein für das Unterrichtsmerkmal charakteristisches Item sowie die dazugehörige prozentuale Zustimmung dargestellt. Die Beispielitems sind so ausgewählt, dass die Verteilung der relativen Häufigkeitsangaben möglichst gut die jeweilige Skala repräsentieren.

Betrachtet man zunächst die fächerübergreifenden Basisdimensionen der Unterrichtsqualität, *Disziplin im Klassenzimmer* und *Unterstützung durch die Lehrkraft*, so zeigt sich, dass die Disziplin in Deutschland im Vergleich zum OECD-Durchschnitt von den Jugendlichen als leicht unterdurchschnittlich wahrgenommen wird. 29 Prozent der Befragten geben an, dass die Lehrkraft in allen oder den meisten Stunden warten muss, bis die Schüler*innen ruhig werden. Nur in der Schweiz werden signifikant weniger Störungen im Unterricht wahrgenommen als im OECD-Durchschnitt. Die wahrgenommene Unterstützung durch die Lehrkraft ist in Deutschland geringer ausgeprägt als die berichtete Disziplin im Klassenzimmer und befindet sich ebenfalls unter dem OECD-Durchschnitt. Dies ist auch in der Schweiz ($M = -0.13$) und besonders in den Niederlanden ($M = -0.36$) der Fall. Nur in Finnland berichten die Lernenden eine mit dem OECD-Durchschnitt vergleichbare Unterstützung durch ihre Lehrkraft. Berücksichtigt man bei der Interpretation zusätzlich die prozentuale Zustimmung, so differenziert sich das Bild etwas: 59 Prozent der Jugendlichen in Deutschland sowie zwischen 55 und 65 Prozent der Jugendlichen in den Vergleichsstaaten geben an, dass die Lehrkraft in allen oder in den meisten Stunden etwas so lange erklärt, bis sie es verstanden haben.

Abbildung 8.1: Unterrichtsmerkmale im internationalen Vergleich



¹ Für das charakteristische Item wurden jeweils die zwei Antwortkategorien zusammengefasst, welche die höchsten Zustimmungen erfragten.

² Für Finnland wurde die Skala „Vertrautheit mit mathematischen Inhalten“ nicht gebildet.

* Die WLE-Werte werden so transformiert, dass sie in allen OECD-Staaten einen Mittelwert von 0 und eine Standardabweichung von 1 aufweisen. Dabei wird jeder Staat gleich gewichtet berücksichtigt. Aufgrund fehlender Daten innerhalb der OECD-Staaten können leichte Abweichungen zur Normierung auftreten.

□ nicht signifikant ■ signifikant

Für die fachspezifische Basisdimension *kognitive Aktivierung* wurden in PISA 2022 die zwei Facetten *Mathematisches Argumentieren* und *Ermutigung zum mathematischen Denken* untersucht. Insgesamt zeigt sich bei der Betrachtung beider Facetten in Deutschland, dass mathematisches Argumentieren häufiger vorkommt als die Ermutigung zum mathematischen Denken. Deutschland liegt beim mathematischen Argumentieren signifikant über dem OECD-Durchschnitt – und auch über dem Wert der Vergleichsstaaten – wohingegen die Ermutigung zum mathematischen Denken im Vergleich zum OECD-Mittelwert leicht unterdurchschnittlich ausgeprägt ist. Betrachtet man die relativen Häufigkeitsangaben, so berichten 55 Prozent der Schüler*innen in Deutschland, dass sie in allen oder den meisten Stunden aufgefordert werden, zu erklären, wie sie ein mathematisches Problem gelöst haben. Hingegen berichten nur 29 Prozent der Jugendlichen, dass ihnen ihre Lehrkraft in allen oder den meisten Stunden beibringt, wie sie mit mathematischer Logik an neue Situationen herangehen können. In der Schweiz liegen diese beiden Facetten im OECD-Durchschnitt. 45 Prozent der Fünfzehnjährigen geben an, dass sie aufgefordert werden, zu erklären, wie sie ein mathematisches Problem gelöst haben, und ein Drittel berichtet, dass ihnen die Lehrkraft beigebracht hat, wie sie mit mathematischer Logik eine neue Situation angehen können. In den Niederlanden und in Finnland sind beide Facetten hingegen unterdurchschnittlich – und signifikant geringer als in Deutschland – ausgeprägt. Die Diskrepanz zwischen mathematischem Argumentieren und der Ermutigung zum mathematischen Denken ist in Finnland zudem etwas stärker ausgeprägt als in den Niederlanden. In beiden Staaten berichten ca. 40 Prozent der Schüler*innen, dass sie in allen oder den meisten Stunden aufgefordert werden, zu erklären, wie sie ein mathematisches Problem gelöst haben. Weniger als ein Viertel der Befragten dagegen berichtet, dass sie gelernt haben, wie sie mit mathematischer Logik an eine neue Situation herangehen können. Vergleicht man für Deutschland die Angaben der Schüler*innen zu den beiden Facetten der kognitiven Aktivierung (siehe Tabelle 8.1web) mit den Angaben der Lehrkräfte – stellt man also die Frage, inwieweit das von der Lehrkraft intendierte Lernangebot auch von den Jugendlichen wahrgenommen wird –, fällt auf, dass die mittlere Differenz zwischen der Wahrnehmung der Lehrkräfte und derjenigen der Schüler*innen für das mathematische Argumentieren signifikant geringer ausgeprägt ist ($M_{Diff} = 0.31$) als für die Ermutigung zum mathematischen Denken ($M_{Diff} = 0.50$). Das von den Lehrkräften intendierte Angebot in Bezug auf die Ermutigung zum mathematischen Denken wird demnach von den Lernenden auch weniger wahrgenommen.

Betrachtet man die Unterrichtsinhalte beziehungsweise Lerngegenstände, berichten Fünfzehnjährige in Deutschland, dass sie sich signifikant *vertrauter mit mathematischen Inhalten* fühlen als Jugendliche in der Schweiz und den Niederlanden sowie im Vergleich zum OECD-Durchschnitt. Fast 90 Prozent geben – in Anbetracht des deutschen Lehrplans für die neunte Klasse – an, dass sie den Satz des Pythagoras kennen und gut verstehen. *Innermathematische und einfache Anwendungsaufgaben* kommen in Deutschland im Vergleich zum OECD-Durchschnitt etwas häufiger, jedoch signifikant seltener als in den Vergleichsstaaten vor. Betrachtet man die Häufigkeitsangaben, berichtet die

Hälfte der Schüler*innen, dass einfache Anwendungsaufgaben wie „Ausrechnen, um wie viel teurer ein Computer wird, wenn man die Mehrwertsteuer draufschlägt“ häufig oder manchmal vorkommen. Für innermathematische Aufgaben wie „eine Gleichung wie $3x+5=17$ lösen“ berichten 87 Prozent der deutschen Jugendlichen, dass diese häufig oder manchmal vorkommen. Dies ist vergleichbar mit dem OECD-Mittelwert (85 %) sowie den Anteilen in Finnland und der Schweiz (86 %). Nur in den Niederlanden kommen solche Aufgaben etwas seltener (81 %) vor.

Aufgaben, die *mathematische Kompetenzen im Kontext der Herausforderungen des 21. Jahrhunderts* erfordern, kommen in Deutschland im Vergleich zum OECD-Mittelwert etwas seltener vor. Dies ist auch in den Niederlanden der Fall. Es geben 62 Prozent der Jugendlichen in Deutschland an, dass sie häufig oder manchmal mathematische Lösungen im Kontext eines Alltagsproblems identifizieren, wohingegen nur 34 Prozent angeben, dass sie häufig oder manchmal das Konzept der statistischen Streuung anwenden, um eine Entscheidung zu treffen (siehe Tabelle 8.3). Gerade dieses letzte Ergebnis zum Rückgriff auf Streuung als Konzept der Statistik ist in Deutschland erwartungskonform, da der Begriff zum Teil erst in der Oberstufe im Zusammenhang mit der Standardabweichung thematisiert wird und in den Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss nicht erwähnt wird.

Auch die Mathematiklehrkräfte wurden befragt, wie häufig sie ihren Lernenden diese Aufgaben stellen (siehe Tabelle 8.3). Die größten Unterschiede zwischen dem von der Lehrkraft intendierten und dem von den Schüler*innen wahrgenommenen Unterrichtsangebot lassen sich im Lebensweltbezug finden. Lehrkräfte stimmen deutlich häufiger zu, dass sie mathematische Lösungen im Kontext eines Alltagsproblems interpretieren lassen ($M_{Diff} = 31.9\%$) oder Schüler*innen mathematische Aspekte eines Alltagsproblems identifizieren sollen ($M_{Diff} = 35.3\%$), als dies von den Jugendlichen wahrgenommen wird.

Tabelle 8.3: Vergleich der Schüler*innen- und Lehrkräftewahrnehmung mathematischer Kompetenzen im Kontext der Herausforderungen des 21. Jahrhunderts

	Schüler*innen		Lehrkräfte		Diskrepanzwert ²
	Zustimmung in % ¹	(SE)	Zustimmung in % ¹	(SE)	
Mathematische Informationen aus Diagrammen, Grafiken oder Simulationen entnehmen.	83.24	(0.86)	91.64	(1.36)	-8.40
Mathematische Lösungen im Kontext eines Alltagsproblems interpretieren.	62.12	(1.18)	93.98	(0.83)	-31.86
Das Konzept der statistischen Streuung anwenden, um eine Entscheidung zu treffen.	34.02	(1.28)	18.90	(2.14)	15.12
Mathematische Aspekte eines Alltagsproblems identifizieren.	52.18	(1.10)	87.44	(1.24)	-35.26
Einschränkungen und Annahmen hinter mathematischen Modellen erkennen.	51.06	(1.21)	54.75	(2.46)	-3.69
Eine Situation anhand von Variablen, Symbolen und Diagrammen mathematisch darstellen.	79.85	(0.98)	85.43	(1.57)	-5.57
Die Signifikanz beobachteter Muster in Daten beurteilen.	38.34	(1.21)	24.26	(2.28)	14.08
Programmieren von Computern.	16.61	(1.00)	3.67	(0.89)	12.94
Mit mathematischen Computerprogrammen arbeiten (z. B. Tabellenkalkulationen, Programmiersoftware, grafikfähige Taschenrechner).	41.66	(1.00)	35.21	(2.53)	6.45
Die Eigenschaften eines unregelmäßig geformten Objekts berechnen.	57.36	(1.35)	24.34	(2.11)	33.02

¹ Es wurden jeweils die zwei Kategorien zusammengefasst, welche die höchsten Zustimmungen erfragten.

² Statistisch signifikante Unterschiede zwischen der Wahrnehmung der Schüler*innen und der Lehrkräfte sind **fett** hervorgehoben.

Zwischenfazit internationaler Vergleich

Wenn man die Ergebnisse des internationalen Vergleichs von Unterrichtsmerkmalen in den Zusammenhang mit der Beschreibung der charakteristischen Items der untersuchten Unterrichtsskalen setzt, zeichnet sich für den Mathematikunterricht folgendes Bild ab: In Hinblick auf die domänenübergreifenden Qualitätsmerkmale zeigt sich für die wahrgenommene Disziplin ein eher unauffälliges Bild, während die wahrgenommene Unterstützung durch die Lehrkraft im internationalen Vergleich deutlich geringer ausgeprägt ist. Gleichzeitig berichtet über die Hälfte der Fünfzehnjährigen in Deutschland wie auch in den Niederlanden, der Schweiz und Finnland, dass die Lehrkraft in allen oder in den meisten Stunden etwas so lange erklärt, bis die Schüler*innen es verstanden haben. Die beiden Facetten kognitiver Aktivierung als domänenspezifische Unterrichtsmerkmale unterscheiden sich für Deutschland im internationalen Vergleich: Während Jugendliche häufiger berichten, zum Argumentieren aufgefordert zu werden, ermutigen Lehrkräfte aus der Sicht der Fünfzehnjährigen seltener zum mathematischen Denken. Der Mathematikunterricht in Deutschland ist somit stärker problemorientiert, ein flexibles Denken, also der Transfer von Wissen in neue Situationen, scheint jedoch bisher seltener beziehungsweise nicht Teil des aktuellen Unterrichts zu sein. Diese Interpretation wird dadurch unterstützt, dass die Häufigkeit mathematischen Argumentierens im

Unterricht von Schüler*innen und Lehrkräften ähnlicher wahrgenommen wird, wohingegen die Wahrnehmung zur Ermutigung mathematischen Denkens stärker zwischen Schüler*innen und Lehrkräften variiert. Hier scheint das von der Lehrkraft intendierte Angebot nicht von den Lernenden wahrgenommen zu werden. Hinsichtlich der Vertrautheit mit mathematischen Inhalten wird deutlich, dass sich Jugendliche in Deutschland im Vergleich zum OECD-Durchschnitt sowie der Schweiz und den Niederlanden signifikant vertrauter mit zentralen mathematischen Inhalten fühlen. Darüber hinaus zeigt sich der Einsatz innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben, welche die Mindeststandards im Rahmen der Bildungsstandards abbilden, wenig auffällig. Allerdings scheinen innermathematische Aufgaben im Unterricht eine größere Rolle zu spielen als einfache Anwendungsaufgaben. Mit Aufgaben, die mathematische Kompetenzen im Kontext des 21. Jahrhunderts fordern, befassen sich Schüler*innen in Deutschland im Vergleich zum OECD-Mittelwert etwas seltener. Auch hier scheint es eine Diskrepanz in der Wahrnehmung der Lehrkräfte und der Schüler*innen zu geben – Lehrkräfte berichten häufiger, dass sie Aufgaben einsetzen, die einen Alltagsbezug aufweisen, als dies von Schüler*innen wahrgenommen wird.

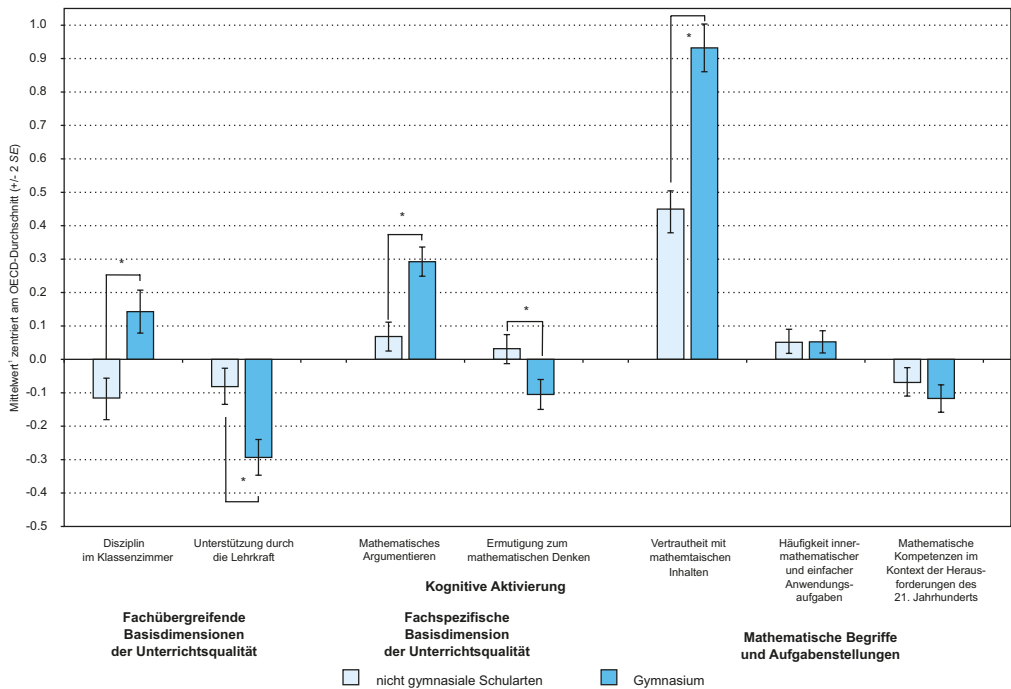
8.5.1.2 Schulartspezifische Unterschiede in der Wahrnehmung des Mathematikunterrichts in Deutschland

Schularten sind differentielle Entwicklungsmilieus, die sich nicht nur hinsichtlich der Zusammensetzung der Schülerschaft unterscheiden, sondern auch in den Curricula, den Arbeitsbedingungen sowie den historisch gewachsenen zugrundeliegenden pädagogischen und didaktischen Traditionen, die sich auch in der unterschiedlichen Ausbildung von Lehrkräften niederschlagen (vgl. Holzberger & Schiepe-Tiska, 2021; Schiepe-Tiska, 2019). Das übergeordnete Ziel der Differenzierung im deutschen Sekundarschulsystem war es ursprünglich, möglichst homogene Lerngruppen zu schaffen, in denen Lehrkräfte so unterrichten können, dass sie möglichst alle Schüler*innen optimal unterstützen können (z. B. Betts, 2011).

Vergleicht man die Unterrichtswahrnehmung von Fünfzehnjährigen am Gymnasium und an nicht gymnasialen Schularten³ (siehe Kapitel 1), fällt auf, dass die Disziplin im Klassenzimmer von Gymnasiast*innen ($M = 0.14$) im Mathematikunterricht höher als von Jugendlichen anderer Schularten ($M = -0.12$), die Unterstützung durch die Lehrkraft jedoch von den Gymnasiast*innen ($M = -0.29$) geringer eingeschätzt wird als von Schüler*innen nicht gymnasialer Schularten ($M = -0.08$). Für die Facetten der kognitiven Aktivierung berichten Jugendliche am Gymnasium deutlich häufiger, dass sie mit Aufgaben konfrontiert sind, die mathematisches Argumentieren erfordern, im Vergleich zu Aufgaben, die zu mathematischem Denken ermutigen (siehe Abbildung 8.2). In nicht

3 Nicht gymnasiale Schularten setzen sich zusammen aus Hauptschulen (oder ähnlichen Schularten), Integrierten Gesamtschulen, Realschulen (oder ähnlichen Schularten) und Schulen mit mehreren Bildungsgängen (zur konkreten Aufschlüsselung siehe Mang et al., 2023).

Abbildung 8.2: Unterrichtsmerkmale am Gymnasium und an nicht gymnasialen Schularten



* Schularten unterscheiden sich signifikant ($p < .05$).

† Positive Skalenwerte zeigen an, dass Unterrichtsmerkmale im Vergleich zum OECD-Mittelwert überdurchschnittlich ausgeprägt sind, negative Werte zeigen eine unterdurchschnittliche Ausprägung an.

gymnasialen Schularten scheinen beide Facetten ähnlich häufig vorzukommen. Im Vergleich zum Gymnasium ($M = 0.29$) kommen jedoch in nicht gymnasialen Schularten ($M = 0.07$) deutlich seltener Aufgaben zum Einsatz, die zum mathematischen Argumentieren auffordern. Nur die Aussage „Die Lehrkraft ermutigte uns, darüber nachzudenken, wie man ein mathematisches Problem anders lösen könnte als es im Unterricht gezeigt wurde“ wird von den Jugendlichen nicht gymnasialer Schularten häufiger wahrgenommen (siehe Abbildung 8.1web). Aufgaben, die zum mathematischen Denken ermutigen, werden insgesamt von Jugendlichen nicht gymnasialer Schularten ($M = 0.03$) häufiger berichtet als von Gymnasiast*innen ($M = -0.11$) (siehe Abbildung 8.2). In Bezug auf die Unterrichtsinhalte zeigen sich die Gymnasiast*innen ($M = 0.93$) als deutlich vertrauter mit den abgefragten mathematischen Inhalten im Vergleich zu Schüler*innen nicht gymnasialer Schularten ($M = 0.45$). Bei der Häufigkeit innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben sowie der Häufigkeit von Aufgaben, die sich mit mathematischen Kompetenzen im Kontext des 21. Jahrhunderts beschäftigen, gibt es hingegen keine Unterschiede in der Wahrnehmung der Fünfzehnjährigen.

8.5.1.3 Die Veränderung der Wahrnehmung des Mathematikunterrichts zwischen PISA 2012 und PISA 2022

Bei PISA 2012 wurden die Schüler*innen ebenfalls zu ihrer Wahrnehmung in Bezug auf die Dimensionen *Disziplin im Klassenzimmer*, *Unterstützung durch die Lehrkraft*, *Vertrautheit mit mathematischen Konzepten* sowie *Häufigkeit innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben* in ähnlicher Form befragt. Zum Teil sind Items neu dazugekommen, bei der Unterstützung durch die Lehrkraft wurde ein Item weniger vorgegeben. Eine Übersicht der Skalenzusammensetzung in beiden PISA-Erhebungsrounden findet sich in Tabelle 8.2web. Um die Angaben dennoch miteinander vergleichen zu können, wurden die entsprechenden Skalen einer Reskalierung unterzogen (siehe Online-Kapitel 12). Die daraus resultierende Zusammensetzung der Items führt zu leichten Bedeutungsverschiebungen und damit zu unterschiedlichen Länderkennwerten im Vergleich zu den Mittelwerten in Tabelle 8.1.

Abbildung 8.3: Veränderung der Wahrnehmung des Mathematikunterrichts zwischen PISA 2012 und PISA 2022

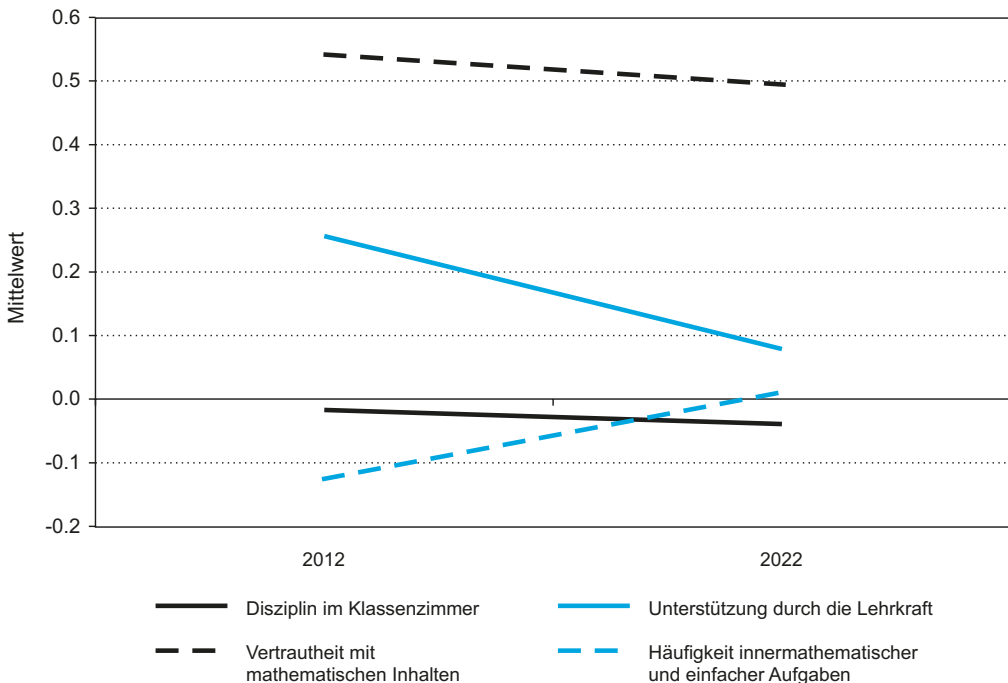


Abbildung 8.3 zeigt, dass sich die wahrgenommene Disziplin im Mathematikunterricht in Deutschland im Vergleich zu PISA 2012 nicht signifikant verändert hat. Dies gilt ebenfalls für die Vergleichsstaaten mit Ausnahme von Finnland, wo sich die Wahrnehmung der Disziplin signifikant verbessert hat (Abbildung 8.2web). Jedoch fühlen sich in Deutschland die Jugendlichen im Vergleich zu PISA 2012 signifikant weniger durch

ihre Mathematiklehrkraft unterstützt. Gleiches gilt für die Niederlande. Die Vertrautheit mit mathematischen Inhalten hat sich im Vergleich zu PISA 2012 in Deutschland nicht verändert, wohingegen Schüler*innen in den Niederlanden, Finnland und der Schweiz über eine signifikante Zunahme berichten. Fünfzehnjährige in Deutschland sehen sich jedoch ähnlich wie die Jugendlichen in Finnland und den Niederlanden signifikant häufiger mit innermathematischen und einfachen Anwendungsaufgaben konfrontiert als in PISA 2012.

Betrachtet man signifikante Unterschiede zwischen Schularten in der Veränderung der Wahrnehmung des Unterrichts zwischen PISA 2012 und PISA 2022, fällt auf, dass der Mathematikunterricht an den Gymnasien etwas störungsärmer wahrgenommen wird ($M_{Diff} = 0.07$). Schüler*innen nicht gymnasialer Schularten nehmen den Unterricht im Vergleich zu PISA 2012 als weniger diszipliniert wahr ($M_{Diff} = -0.08$). Die wahrgenommene Unterstützung durch die Lehrkraft ($M_{Diff} = -0.22$) und die Vertrautheit mit mathematischen Inhalten ($M_{Diff} = -0.33$) hat sich an den Gymnasien verringert. Auch die Fünfzehnjährigen nicht gymnasialer Schularten fühlen sich bei PISA 2022 weniger durch die Lehrkraft unterstützt ($M_{Diff} = -0.12$), geben aber im Vergleich zu PISA 2012 an, dass sie sich vertrauter mit mathematischen Inhalten fühlen ($M_{Diff} = 0.09$). Die Häufigkeit innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben im Mathematikunterricht hat in allen Schularten zugenommen (Gymnasium $M_{Diff} = 0.20$; andere Schularten $M_{Diff} = 0.10$).

Zwischenfazit Schulartunterschiede und Trend

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass in Bezug auf die domänenübergreifenden Basisdimensionen Gymnasiast*innen nach wie vor einen störungsärmeren Mathematikunterricht berichten als Jugendliche nicht gymnasialer Schularten. Diese Schere scheint im Vergleich zu PISA 2012 größer geworden zu sein. Problematisch ist auch, dass die wahrgenommene Unterstützung durch die Mathematiklehrkraft insgesamt seit PISA 2012, ähnlich wie in den Niederlanden, gesunken ist. Gerade Jugendliche am Gymnasium fühlen sich im Vergleich zu Schüler*innen anderer Schularten – und auch im Vergleich zu PISA 2012 – deutlich weniger unterstützt. In Bezug auf die fachspezifische Basisdimension der kognitiven Aktivierung berichten Fünfzehnjährige, dass Aufgaben, die mathematisches Argumentieren erfordern, eine deutlich größere Rolle im gymnasialen als im nicht gymnasialen Mathematikunterricht spielen. Hingegen werden im nicht gymnasialen Mathematikunterricht überraschenderweise aus Sicht der Lernenden öfter Aufgaben eingesetzt, die zum mathematischen Denken ermutigen.

Betrachtet man die Unterrichtsinhalte, zeigt sich, dass die wahrgenommene Vertrautheit mit mathematischen Konzepten in Deutschland im Gegensatz zu den Vergleichsstaaten stabil geblieben ist. Der Mathematikunterricht am Gymnasium ist allerdings deutlich inhaltsorientierter als an nicht gymnasialen Schularten, die Vertrautheit mit den genannten Inhalten ist höher. Der wahrgenommene Einsatz innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben hat an den unterschiedlichen Schularten zugenommen. Aufgaben, die mathematische Kompetenzen des 21. Jahrhunderts erfordern, kom-

men hingegen vergleichsweise selten vor. Dies ist nur teilweise überraschend, da zwar einige Facetten der Skala in den deutschen Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss verankert sind (z.B. „mathematische Informationen aus Diagrammen, Grafiken oder Simulationen entnehmen“). Andere Aspekte hingegen, wie zum Beispiel „das Programmieren von Computern“ oder „das Konzept der statistischen Streuung anwenden, um eine Entscheidung zu treffen“, werden bisher in den Bildungsstandards für Mathematik nicht aufgegriffen.

8.5.1.4 Muster des Mathematikunterrichts

In den vorangegangenen Abschnitten wurden die Unterrichtsmerkmale vor allem auf der Ebene von Skalen und Einzelitems betrachtet. Die bisherige Unterrichtsforschung konnte allerdings zeigen, dass der Erfolg eines effektiven Unterrichts, insbesondere im Zusammenhang mit mehrdimensionalen Lernergebnissen wie mathematischer Kompetenz sowie Freude und Interesse an Mathematik, auf dem Zusammenspiel unterschiedlicher Unterrichtsmerkmale basiert (z.B. Schiepe-Tiska et al., 2013). Daher werden in folgendem Abschnitt Analysen berichtet, die es ermöglichen, komplexere Unterrichtsmuster zu identifizieren und damit typische Lernumwelten von Schüler*innen im aktuellen Mathematikunterricht in Deutschland anschaulich zu beschreiben. Für diese Analysen wurden folgende sechs Skalen zur fachübergreifenden wie fachspezifischen Beschreibung des Unterrichts ausgewählt: *Disziplin im Klassenzimmer*, *Unterstützung durch die Lehrkraft*, *Mathematisches Argumentieren*, *Ermutung zum mathematischen Denken* sowie *Häufigkeit innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben* (siehe Abschnitt 4.3.1).

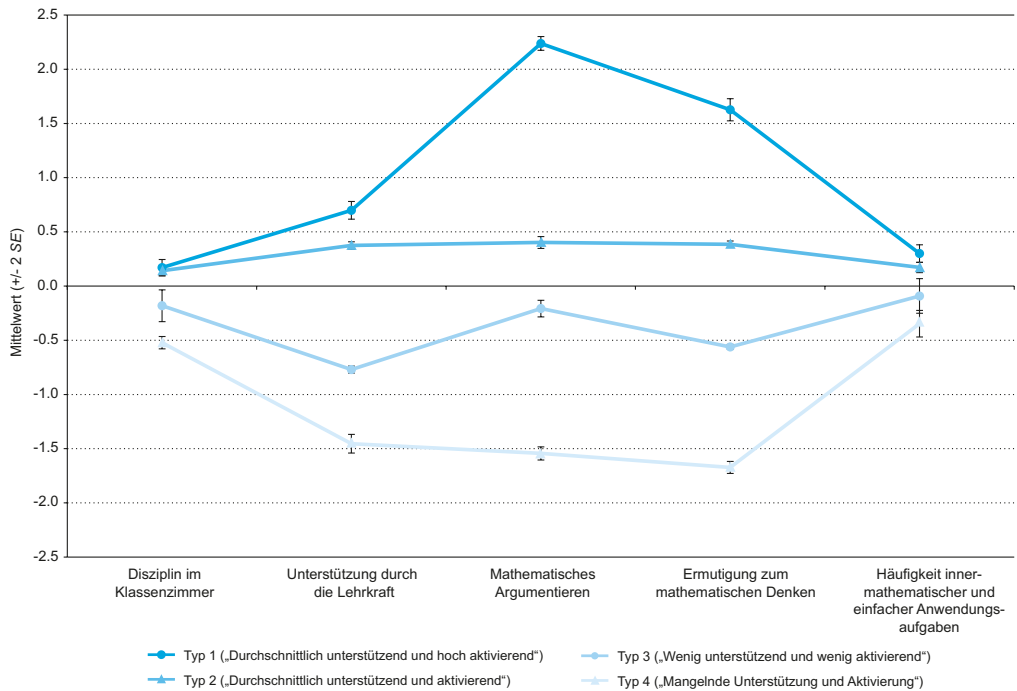
Ähnlich wie in bisherigen PISA-Zyklen wurde ein personenzentrierter Ansatz gewählt und basierend auf den ausgewählten Skalen zunächst Muster des Mathematikunterrichts in Deutschland identifiziert (zur methodischen Erläuterung der Latenten Profil-Analyse siehe Online-Kapitel 12) und die Häufigkeit des Vorkommens dieser Muster in Deutschland in den Gymnasien sowie nicht gymnasialen Schularten analysiert. Abschließend wurde untersucht, inwieweit diese Unterrichtsmuster mit der mathematischen Kompetenz, der Freude und dem Interesse an Mathematik sowie der instrumentellen Motivation von Gymnasiast*innen zusammenhängen (eine Beschreibung der motivationalen Skalen findet sich in Kapitel 4). Diese Analysen fokussieren die Schulart Gymnasium, da sie in allen Bundesländern vergleichbar vertreten ist.

Unterrichtsmuster in Deutschland

Mit Hilfe der Latenten Profil-Analyse konnten vier Muster des Mathematikunterrichts in Deutschland identifiziert werden, die in Abbildung 8.4 dargestellt sind.

Das *erste Unterrichtsmuster* (Typ 1) zeichnet sich dadurch aus, dass alle Unterrichtsmerkmale durchschnittlich bis überdurchschnittlich ausgeprägt sind. Der Unter-

Abbildung 8.4: Profillinien der latenten Klassen für die Unterrichtswahrnehmung der Fünfzehnjährigen in Deutschland



richt wird als weitestgehend störungsarm empfunden und die Schüler*innen fühlen sich durchschnittlich von der Mathematiklehrkraft unterstützt. Besonders häufig werden die beiden Facetten der kognitiven Aktivierung mathematisches Argumentieren und Ermutung zum mathematischen Denken berichtet, wobei mathematisches Argumentieren eine größere Rolle zu spielen scheint. Außerdem wird von einem regelmäßigen Einsatz innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben berichtet. Dieses Muster kann als „durchschnittlich unterstützend und hoch aktivierend“ bezeichnet werden. Insgesamt beschreiben 5.5 Prozent der befragten Jugendlichen in Deutschland ihren Mathematikunterricht in dieser Weise. Schüler*innen nicht gymnasialer Schularten (5.5%) berichten geringfügig häufiger über diesen Mathematikunterricht als Gymnasiast*innen (4.9%).

Ähnlich wie in Typ 1 sind im Rahmen des *zweiten Unterrichtsmusters* (Typ 2) die fachübergreifenden Basisdimensionen, die eine Voraussetzung für einen effektiven Mathematikunterricht darstellen, durchschnittlich ausgeprägt. Im Vergleich zu Typ 1 werden hingegen sowohl das mathematische Argumentieren als auch die Ermutung zum mathematischen Denken seltener und ebenfalls in einer mittleren Ausprägung wahrgenommen. Vergleichbar ist auch die wahrgenommene Häufigkeit der Bearbeitung innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben. Dieses Unterrichtsmuster wird insgesamt von der Hälfte der Schüler*innen in Deutschland (50.6%) berichtet, etwas häufiger von Jugendlichen anderer Schularten (51.2%) als von Gymnasiast*innen

(50.1 %). Damit kommt dieser Unterrichtstyp in allen Schularten am häufigsten vor. Er lässt sich als „durchschnittlich unterstützend und aktivierend“ charakterisieren.

Das *dritte Unterrichtsmuster* (Typ 3) zeichnet sich dadurch aus, dass alle Unterrichtsmerkmale unterdurchschnittlich ausgeprägt sind. Besonders auffällig ist die von den Schüler*innen berichtete geringe Unterstützung durch die Lehrkraft. Am häufigsten wird der Einsatz innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben wahrgenommen. 38.4 Prozent der Fünfzehnjährigen in Deutschland charakterisieren ihren Mathematikunterricht entsprechend. Betrachtet man dieses Unterrichtsmuster getrennt nach Schularten, wird deutlich, dass an Gymnasien (40.5 %) dieses Unterrichtsmuster häufiger anzutreffen ist als an nicht gymnasialen Schularten (37.3 %). Das Unterrichtsmuster ist als „wenig unterstützend und wenig aktivierend“ anzusehen.

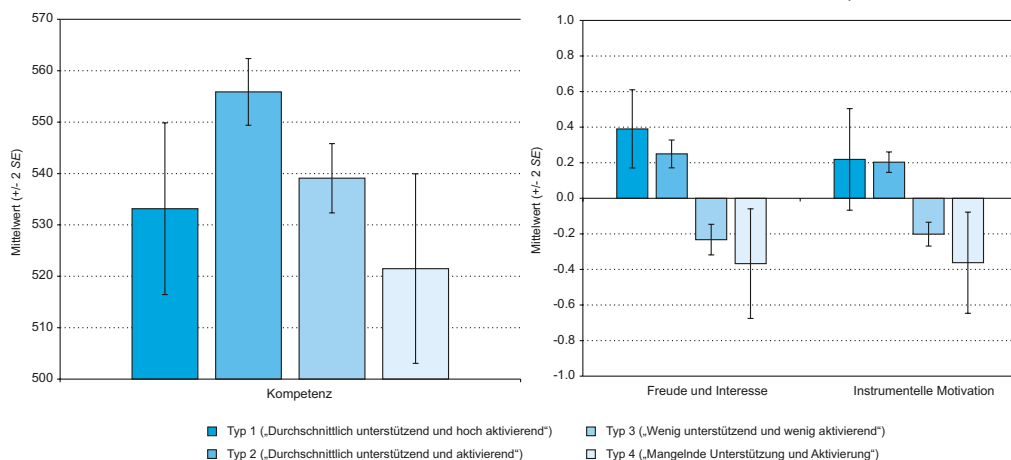
Schülerinnen*innen, deren Antworten dem *vierten Unterrichtsmuster* (Typ 4) zuzuordnen sind, erleben die untersuchten Merkmale eines qualitätvollen Mathematikunterrichts am seltensten. Ähnlich wie in Typ 3 sind beide domänenübergreifenden Basisdimensionen für einen qualitätvollen Unterricht unterdurchschnittlich ausgeprägt. Es fällt auf, dass die empfundene Unterstützung durch die Lehrkraft im Vergleich zu Typ 3 noch geringer ausgeprägt ist und die Schüler*innen sich kaum kognitiv aktiviert fühlen. Dieser Unterrichtstyp, der als „mangelnde Unterstützung und Aktivierung“ zusammengefasst werden kann, scheint für das Erreichen kognitiver und motivational-affektiver Lernergebnisse besonders problematisch. Insgesamt nehmen 5.4 Prozent der Fünfzehnjährigen in Deutschland ihren Mathematikunterricht in dieser Weise wahr. Das Muster findet sich etwas seltener am Gymnasium (4.5 %) als an nicht gymnasialen Schularten (5.9 %).

Zusammenhänge zwischen Mustern des Mathematikunterrichts und mehrdimensionalen Bildungszielen am Gymnasium

Die oben beschriebenen Unterrichtsmuster sind theoretisch dazu geeignet, Schüler*innen in unterschiedlichem Maße bei der Erreichung mehrdimensionaler Lernziele zu unterstützen. Abbildung 8.5 zeigt die mittlere Ausprägung der mathematischen Kompetenz für die Muster des Mathematikunterrichts am Gymnasium, da diese Schulart in allen Bundesländern vertreten ist und hinsichtlich der Zusammensetzung der Schüler*innen eine homogenere Stichprobe darstellt als die Schülerschaft nicht gymnasialer Schularten. Bei der Betrachtung der folgenden Ergebnisse gilt es zu beachten, dass für das Gymnasium die Typen 2 ($N = 1141$) und 3 ($N = 922$) aufgrund ihrer Gruppengröße am solidesten zu interpretieren sind. Bei den Typen 1 ($N = 111$) und 4 ($N = 99$) sind eher vorsichtiger Rückschlüsse angebracht, da diese Gruppen eher klein sind.

Fünfzehnjährige, die ihren Mathematikunterricht als „durchschnittlich unterstützend und aktivierend“ ($M_{\text{Typ 2}} = 556$ Punkte) charakterisieren, erreichen die höchste mathematische Kompetenz. Jugendliche, die ihren Unterricht als Typ 1 „durchschnittlich unter-

Abbildung 8.5: Vergleich der Unterrichtsmuster hinsichtlich mathematischer Kompetenz, Freude und Interesse sowie instrumenteller Motivation am Gymnasium



stützend und hoch aktivierend“ ($M = 533$ Punkte) und Typ 3 „wenig unterstützend und wenig aktivierend“ ($M = 539$ Punkte) beschreiben, erreichen eine ähnlich ausgeprägte mathematische Kompetenz. Außerdem wird sichtbar, dass Gymnasiast*innen, die ihren Mathematikunterricht als Typ 4 „mangelnde Unterstützung und Aktivierung“ wahrnehmen, erwartungsgemäß die geringste Mathematikkompetenz ($M = 521$ Punkte) erreichen.

Betrachtet man die Unterschiede zwischen den Unterrichtsmustern in Zusammenhang mit der Ausprägung non-kognitiver Bildungsziele, zeigt sich zunächst, dass ein Unterricht, der als durchschnittlich unterstützend und hoch (Typ 1) oder moderat (Typ 2) aktivierend wahrgenommen wird, mit der höchsten Freude und dem größten Interesse am Mathematikunterricht einhergeht (Typ 1, $M = 0,39$; Typ 2, $M = 0,25$). Schüler*innen, die ihren Unterricht als „wenig unterstützend und wenig aktivierend“ beschreiben (Typ 3, $M = -0,23$) sowie eine „mangelnde Unterstützung und Aktivierung“ im Mathematikunterricht berichten (Typ 4, $M = -0,37$), zeigen signifikant geringere Freude und weniger Interesse an Mathematik als Typ 1 und 2, unterscheiden sich voneinander in ihrer Ausprägung aber nicht signifikant. Gleiches gilt für die instrumentelle Motivation, die aussagt, wie bedeutsam Jugendliche Mathematik für ihr Leben und zukünftige Ausbildungsentscheidungen wahrnehmen. Gymnasiast*innen, die ihren Unterricht als durchschnittlich unterstützend und hoch (Typ 1, $M = 0,22$) sowie moderat (Typ 2, $M = 0,20$) aktivierend beschreiben, schätzen die Bedeutsamkeit von Mathematik ähnlich hoch ein. Im Vergleich zur berichteten Freude und Interesse an Mathematik wird die Bedeutsamkeit in beiden Unterrichtsmustern jedoch als geringer eingeschätzt. Typ 3 ($M = -0,20$) und Typ 4 ($M = -0,36$) hängen mit einer signifikant geringeren in-

strumentellen Motivation zusammen als Typ 1 und 2, unterscheiden sich aber voneinander nicht signifikant in ihrer Ausprägung.⁴

Zwischenfazit Muster des Mathematikunterrichts

Für den Mathematikunterricht in Deutschland konnten vier Unterrichtsmuster identifiziert werden. Die Hälfte der Schüler*innen beschreibt ihren Unterricht als durchschnittlich unterstützend und moderat aktivierend. Weitere knapp 40 Prozent erleben ihren Unterricht als wenig unterstützend und wenig aktivierend, wobei etwas mehr Gelegenheit zu mathematischem Argumentieren als zum eigenen mathematischen Denken gegeben wird. Der Mathematikunterricht in Deutschland scheint – zumindest in der Wahrnehmung der Schüler*innen – immer noch weniger an den Lernenden und der Förderung ihres kreativ evaluierenden Denkens orientiert zu sein. Interessant ist, dass alle Gruppen den Unterricht in ähnlicher Ausprägung als diszipliniert wahrnehmen und auch die wahrgenommene Häufigkeit innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben kaum Unterschiede aufweist. Die fachübergreifende Basisdimension *Unterstützung durch die Lehrkraft*, welche eine Grundvoraussetzung für einen qualitativ vollen Unterricht ist, variiert stärker und ist maximal durchschnittlich ausgeprägt. Hier besteht weiterhin Handlungsbedarf.

Betrachtet man die Facetten der kognitiven Aktivierung, gelingt es in der Wahrnehmung der Schüler*innen noch bei weitem nicht allen Lehrkräften in Deutschland, einen Mathematikunterricht zu gestalten, der mathematisches Argumentieren fordert und zum mathematischen Denken ermutigt. Gerade ein solcher „Habit of Mind“ (Reiss & Hammer, 2021, S. 83) wäre für einen zeitgemäßen Mathematikunterricht wünschenswert; laut Einschätzung der Schüler*innen in Deutschland lässt ein Großteil der Lehrkräfte dies vermissen. Gleichzeitig scheint es auch in einem hoch aktivierenden Mathematikunterricht nicht immer zu gelingen, das Potenzial der Schüler*innen zu entfalten, sodass sie in Bezug auf die Entwicklung ihrer mathematischen Kompetenz profitieren können. Dies kann eher zu einem gegenteiligen Effekt und im Extremfall bei einzelnen Lernenden sogar zu Überforderung – und nicht zu Aktivierung – führen (Ayres, 2006). Bemühungen, die Facetten kognitiver Aktivierung durchaus häufig, gleichzeitig jedoch angemessen im Unterricht umzusetzen, scheinen für die Förderung mehrdimensionaler Bildungsziele durchaus fruchtbar zu sein, da sie mit einer höheren Freude und instrumentellen Motiva-

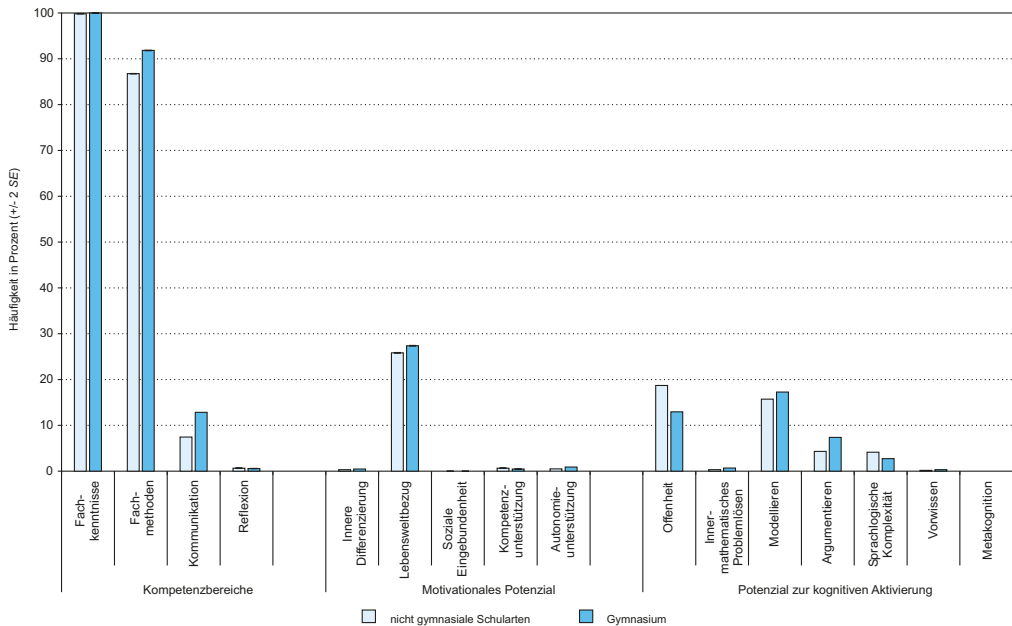
4 Da der personenzentrierte Ansatz zu überlappungsfreien Profilen führt, kann auch ein variablenzentriertes Vorgehen sinnvoll sein. Die Ergebnisse zeigen im Kern, dass – unter der Kontrolle der Schulart – eine höhere Disziplin und Unterstützung mit einer höheren mathematischen Kompetenz, einem größeren Interesse und einer höheren instrumentellen Motivation einhergeht. Auch eine häufigere Konfrontation mit innermathematischen und einfachen Anwendungsaufgaben geht mit einer höheren Kompetenz und einem höheren Interesse einher. Differenzierter sind die Ergebnisse in Bezug auf die Facetten der kognitiven Aktivierung: Häufiges Argumentieren ist mit einer höheren Kompetenz verbunden, wohingegen die Ermutigung zum mathematischen Denken mit einer geringeren Kompetenz und gleichzeitig höherem Interesse und instrumenteller Motivation einhergeht.

tion einhergehen. Auch hierbei kann es gewinnbringend sein, adaptiv auf die Bedürfnisse einzelner Schüler*innen einzugehen und sie adäquat zu unterstützen.

8.5.2 PISA-Ceco: eine vertiefte Beschreibung des Unterrichtsangebots

Die Untersuchung der Prüfungsaufgaben, die im Mathematikunterricht des Schuljahres 2021/2022 eingesetzt wurden, ermöglicht eine genauere Betrachtung des Unterrichtsangebots durch die Lehrkraft. Abbildung 8.6 (sowie Tabelle 8.3web für die Gesamtwerte) zeigt die prozentualen Häufigkeiten der drei Dimensionen (1) Orientierung an den Kompetenzbereichen der Bildungsstandards, (2) motivationales Potenzial sowie (3) Potenzial zur kognitiven Aktivierung in den PISA-Ceco-Prüfungsaufgaben differenziert nach Schularten.

Abbildung 8.6: Prozentuale Häufigkeiten der Aufgabenmerkmale



Orientierung an den Kompetenzbereichen der Bildungsstandards

Nahezu alle Mathematikprüfungsaufgaben der neunten Jahrgangsstufe, die im Rahmen von PISA-Ceco aus dem laufenden Schuljahr 2021/2022 analysiert wurden, zielen auf das Abfragen von *Fachkenntnissen* ab. Die Aufgaben verlangen von den Schüler*innen unter anderem den Umgang mit symbolischen, formalen und technischen Elementen, das Verwenden von Routineverfahren oder das Arbeiten mit Termen, Tabellen und Diagrammen. Ein erheblicher Teil der Prüfungsaufgaben fordert Teilkompetenzen wie zum Beispiel das Verwenden mathematischer Darstellungen, mathematisches Modellieren

ren und Problemlösen, die dem Kompetenzbereich *Fachmethoden* der Bildungsstandards zugeordnet werden können. Die Anwendung von Fachmethoden wird in gymnasialen Prüfungsaufgabenstellungen etwas häufiger (ca. 91.8 %) gefordert als in Aufgaben nicht gymnasialer Schularten (ca. 86.8 %). Teilkompetenzen des Kompetenzbereichs *Kommunizieren*, wie zum Beispiel das mathematische Argumentieren oder Erklären von Beziehungen, werden dagegen nur in etwa einem Zehntel der Prüfungsaufgaben verlangt, in gymnasialen Aufgaben etwas häufiger (ca. 12.8 %) als in Aufgaben nicht gymnasialer Schularten (ca. 7.5 %). Der Kompetenzbereich *Reflexion*, der sich unter anderem aus Teilkompetenzen wie Reflexionen verwendeter mathematischer Modelle oder Reflexion von Lösungswegen, aber auch in der Bewertung zum Beispiel verschiedener Argumentationen zu mathematischen Inhalten oder von Ergebnisanwendungen in der realen Welt zusammensetzt, ist quasi kein Bestandteil der Prüfungsaufgaben der neunten Jahrgangsstufe.

Motivationspotenzial

Insgesamt umfassen die Mathematikprüfungsaufgaben kaum Merkmale zur Förderung der Lernmotivation. Nur etwas mehr als ein Viertel der Aufgabenstellungen sind in einen konstruierten, authentischen oder realen *Lebensweltbezug* eingebettet. Darüber hinaus ermöglichen die Prüfungsaufgaben weder Möglichkeiten zur *inneren Differenzierung* zwischen unterschiedlichen Kompetenzniveaus der Fünfzehnjährigen noch zur *Kompetenz- und Autonomieunterstützung* sowie *sozialen Einbindung* (insgesamt in 0.4 bis 0.7 %).

Potenzial zur kognitiven Aktivierung

Die im Rahmen von PISA-Ceco betrachteten Prüfungsaufgaben zeigen insgesamt ein geringes *Potenzial zur kognitiven Aktivierung*. Lediglich jede siebte Prüfungsaufgabe umfasst entweder einen offenen Arbeitsauftrag oder den Hinweis auf divergente Lösungen beziehungsweise Lösungswege, wobei das Merkmal *Offenheit* in Arbeitsaufträgen nicht gymnasialer Schularten etwas häufiger vorkommt (ca. 18.7 %) als in Arbeitsaufträgen am Gymnasium (ca. 13.0 %). *Modellieren*, also der Übersetzungsprozess zwischen „Realität“ und Mathematik, wird am häufigsten in den Prüfungsaufgaben gefordert und kommt in gymnasialen Prüfungsaufgaben (ca. 17.3 %) geringfügig häufiger vor als in Prüfungsaufgaben nicht gymnasialer Schularten (ca. 15.7 %). Die Aufforderung zum *innermathematischen Problemlösen* scheint dagegen wider Erwarten so gut wie kein Bestandteil aktueller Prüfungsaufgaben der neunten Jahrgangsstufe zu sein (ca. 0.5 %). Das Merkmal *Argumentieren* wird in nur ca. 6.1 Prozent der Prüfungsaufgaben gefordert – in gymnasialen Prüfungsaufgaben etwas häufiger (ca. 7.4 %) als in Aufgaben nicht gymnasialer Schularten (ca. 4.3 %). Die *sprachlogische Komplexität* scheint mit ca. 4.1 Prozent in nicht gymnasialen Prüfungen höher zu sein als die Komplexität von Arbeitsaufträgen im Rahmen gymnasialer Prüfungen (in ca. 2.7 %). Schließlich zeigt die

Untersuchung, dass die Merkmale *Aktivierung des Vorwissens* und *Metakognition*, also die Reflexion eigenen Lernziele oder Problemlösestrategien, keine Bestandteile von Prüfungsaufgaben sind (0 bis 0.3 %).

Zwischenfazit PISA-Ceco

Prüfungen sollen den Unterricht widerspiegeln und das Ergebnis des Unterrichtsgeschehens abbilden. Sie ermöglichen es, eine Einschätzung zu bekommen, wie Lehrkräfte im Unterricht mehrdimensionale Bildungsziele adressieren. Betrachtet man die Prüfungsaufgaben, die im Rahmen von PISA-Ceco analysiert wurden, unter dem Aspekt der derzeit gültigen Bildungsstandards, zeigt sich, dass der Schwerpunkt im Mathematikunterricht auf der Vermittlung und Überprüfung von Fachkenntnissen und Fachmethoden liegt. Anforderungen aus dem Bereich Kommunikation finden sich – wenn überhaupt – häufiger in gymnasialen Prüfungsaufgaben wieder. Arbeitsaufträge, die die Anwendung reflexiver Kompetenzen benötigen, haben dagegen bisher keinen Eingang in die Prüfungsaufgaben gefunden.

Dies gilt ebenfalls für den motivationalen Charakter von Prüfungsaufgaben. Bisher bleibt das Potenzial, Schüler*innen auch während der Überprüfung ihrer Leistung mit motivationsförderlichen Aufgaben zu unterstützen, weitestgehend ungenutzt. Nur ein Viertel der Aufgaben weist einen Lebensweltbezug auf. Auch wenn man annimmt, dass im Unterrichtsgeschehen eingebettete Übungsaufgaben theoretisch mehr Raum zur Förderung der Lernmotivation bieten als Prüfungsaufgaben, entsprechen die Ergebnisse einer Untersuchung aktueller Mathematikschulbücher der neunten Jahrgangsstufe. Auch hier wurden in den Arbeitsaufträgen weder Differenzierungspotenzial noch Möglichkeiten zur Kompetenz- und Autonomieunterstützung sowie sozialen Einbindung gefunden und am häufigsten das Merkmal Lebensweltbezug identifiziert (Heinle et al., 2022).

Auch in Hinblick auf das kognitive Aktivierungspotenzial der Aufgaben zeigt sich ein eher ernüchterndes, dennoch aus bisherigen Studien bekanntes Bild. Vier von sieben Möglichkeiten, Schüler*innen zum aktiven Denken anzuregen, konnten in nur maximal drei Prozent der Aufgaben identifiziert werden. Am häufigsten wird das Modellieren, also der Übersetzungsprozess von „Realität“ und Mathematik gefordert – in gymnasialen Aufgaben etwas häufiger als in Prüfungsaufgaben anderer Schularten. Hier scheint sich etwas verändert zu haben. Die Untersuchung von Prüfungsaufgaben im Rahmen der COACTIV-Studie im Jahr 2003 zeigte noch, dass in Klassenarbeiten nicht gymnasialer Schulformen mehr Modellierungsaufgaben vorkamen als am Gymnasium (Jordan et al., 2008). Das mathematische Argumentieren, welches insgesamt kaum Bestandteil aktueller Prüfungsaufgaben zu sein scheint, wurde ebenfalls häufiger in gymnasialen Aufgaben verlangt. Dies entspricht Untersuchungen im Rahmen der COACTIV-Studie, die zeigen konnten, dass mathematisches Argumentieren in jeder zehnten gymnasialen Aufgabe und dagegen nur in jeder fünfzigsten Klassenarbeitsaufgabe nicht gymnasialer Schularten erforderlich war (Jordan et al., 2008). Nicht gymnasiale Prüfungsaufgaben umfassen dagegen häufiger eine offene Gestaltung der Arbeitsaufträge. Darüber

hinaus sind sie sprachlich etwas komplexer formuliert. In allen Schularten ist das innermathematische Problemlösen überraschenderweise kaum Bestandteil von Prüfungsaufgaben, obwohl es im Rahmen der Bildungsstandards gefordert wird. Damit fehlt in aktuellen Mathematikprüfungen die Anforderung, einen Wissenstransfer über eine einfache Reproduktion hinaus zu leisten. Außerdem werden im Rahmen der Aufgabenstellungen weder das Vorwissen noch Metakognitionen aktiviert. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit bisherigen Aufgabenanalysen aus dem Unterricht (vgl. Heinle et al., 2023; Herbert & Schweig, 2021; Jordan et al., 2008).

8.6 Zusammenfassung und Diskussion

Die Ergebnisse von PISA 2022 zeichnen ein Bild des Mathematikunterrichts, welches sich in einigen Facetten nahe dem Durchschnitt der OECD-Staaten bewegt. Betrachtet man – im Mittel – etwa die wahrgenommene Disziplin, dann berichten die Schüler*innen in Deutschland Werte nur leicht unterhalb des Durchschnitts. Sie fühlen sich außerdem etwas weniger zum mathematischen Denken ermutigt, erfahren im Unterricht aber weit häufiger, dass Problemlösen und die Beschreibung einer Lösung gefordert werden. Damit ist offensichtlich eine wichtige Komponente der kognitiven Aktivierung Teil des Unterrichtsalltags in Deutschland. Genauso spielen aber immer noch schlichte Berechnungen und einfache Anwendungsaufgaben eine wesentliche Rolle im Mathematikunterricht. Ihre Häufigkeit liegt in Deutschland – genau wie in den ausgewählten Vergleichsstaaten – etwas höher als im internationalen Durchschnitt. Diese Aufgaben sind ein unverzichtbarer Teil des Mathematikunterrichts, weil mit ihnen insbesondere Mindeststandards adressiert werden. Nachholbedarf besteht in Deutschland zum einen in der Ermutigung zum mathematischen Denken und damit zum kreativen Umgang mit Mathematik. Interessant ist, dass gerade hier die Gymnasiast*innen ein Defizit in ihrem Unterricht wahrnehmen. Zum anderen lässt sich der Mathematikunterricht in Deutschland auch hinsichtlich der Bearbeitung mathematischer Problemstellungen, die Herausforderungen des 21. Jahrhunderts betreffen, weiterentwickeln. Kritisch ist außerdem, dass sich die Fünfzehnjährigen, vorrangig am Gymnasium, nach wie vor wenig durch ihre Mathematiklehrkraft unterstützt fühlen – eine wichtige Basisdimension für qualitätsvollen Unterricht. Nur in den Niederlanden ist ebenfalls ein Rückgang der wahrgenommenen Unterstützung zwischen PISA 2012 und 2022 zu beobachten.

Blickt man differenzierter auf die Unterrichtslandschaft in Deutschland, so werden die oben genannten Ergebnisse im Wesentlichen durch die Unterrichtsmuster noch einmal bestätigt. Zentrale Aspekte sind auch hier die Unterstützung durch die Lehrkraft und die beiden Facetten der kognitiven Aktivierung, mathematisches Argumentieren sowie die Ermutigung zum mathematischen Denken. In fast 90 Prozent der Klassen zeigte sich eine mittelmäßige Ausprägung dieser Merkmale. In nur etwa 5 Prozent der Klassen wird das Unterrichtsklima in diesen Dimensionen als lernförderlich erlebt.

Am Gymnasium sind in diesen Klassen – vielleicht wenig überraschend – Interesse und Motivation der Fünfzehnjährigen besonders hoch.

Vergleicht man dieses Bild des Mathematikunterrichts mit den Ergebnissen aus der Begleitstudie PISA-Ceco, wird deutlich, dass die konkrete Ausgestaltung der Prüfungsaufgaben im Unterricht mit der Wahrnehmung der Jugendlichen übereinstimmt. So fokussieren die Aufgaben immer noch ein eher enges fachliches Wissen und abgegrenzte Methoden und unterstützen damit die Aussagen der Fünfzehnjährigen, die sich als gut mit mathematischen Konzepten vertraut einschätzen. Das Kommunizieren von Mathematik spielt bei den Prüfungsaufgaben eine untergeordnete Rolle. Vergleicht man die Schularten, so werden in gymnasialen Prüfungsaufgaben Fachmethoden und Kommunizieren etwas häufiger gefordert als in Aufgaben nicht gymnasialer Schularten. Auch dies ist konform mit der Sicht der Fünfzehnjährigen auf den Mathematikunterricht, der zufolge das Lösen von mathematischen Problemen besonders im Gymnasium im Mittelpunkt steht. Genauso belegen die Prüfungsaufgaben, dass die Facette mathematisches Argumentieren von Jugendlichen im Gymnasium eher wahrgenommen wird als an nicht gymnasialen Schularten. Reflexion ist kaum Bestandteil des Mathematikunterrichts in Deutschland. Diese Anforderung kommt in Prüfungsaufgaben so gut wie nie vor. Auch dieses Ergebnis deckt sich mit der Wahrnehmung der Lernenden, wonach flexibles, evaluatives und kreatives Denken im Kontext der Mathematik kaum gefördert wird. Von möglichen motivationalen Merkmalen zeigen die Prüfungsaufgaben lediglich lebensweltliche Bezüge, was sich ebenfalls mit den Resultaten aus PISA 2022 deckt. Diese zeigen, dass etwa ein Viertel der Schüler*innen häufig von ihrer Lehrkraft ermutigt wurden, darüber nachzudenken, wie man ein Problem aus dem Alltag mathematisch lösen kann. Insgesamt bleibt das theoretische Motivationspotenzial von Aufgaben in der aktuellen Prüfungskultur des deutschen Mathematikunterrichts jedoch ungenutzt, die primär von der Messung des Lern- und Leistungsstands geprägt ist.

In den vergangenen Jahren wurden erhebliche Anstrengungen unternommen, die Aufgabekultur im Mathematikunterricht in Deutschland an die Anforderungen der Gegenwart anzupassen. PISA 2022 und PISA-Ceco zeigen, dass sich der Unterricht zwar etwas gewandelt hat, die Bemühungen um seine Verbesserung aber noch nicht ausreichen. In der Vergangenheit gab es bereits sinnvolle Ansätze wie zum Beispiel das bundesweite Programm SINUS („Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“; z.B. Hammer, 2008; Prenzel et al., 2009). Eine Besonderheit war, dass die Fortbildung durch die Kommunikation unter den Lehrkräften bestimmt war und die Kooperation zwischen Forschung und Praxis auf Augenhöhe erfolgte. An diese Art der Zusammenarbeit knüpft zum Beispiel auch das aktuelle bundesweite Unterrichtsentwicklungsprogramm QuaMath („Unterrichts- und Fortbildungsqualität im Mathematikunterricht entwickeln“; <https://quamath.dzlm.de/>) an. Wichtig scheint, diese Programme flächendeckend einzuführen und umzusetzen.

Insgesamt gilt es, weiterhin vermehrt Anstrengungen zu unternehmen, den Unterricht weiterzuentwickeln mit dem Ziel, ihn anschlussfähig an die in PISA erfolgreichen OECD-Staaten zu gestalten und die Potenziale der Schüler*innen besser zu entfalten.

Wichtig ist, dabei nicht nur die fachliche Ebene umzusetzen, sondern eine ganzheitliche Sicht einzunehmen, die Unterricht als ein Zusammenspiel fächerübergreifender und fachspezifischer Merkmale betrachtet und sowohl kognitive als auch motivationale Bildungsziele anstrebt.

Literatur

- Aebli, H. (2001). *Zwölf Grundformen des Lehrens* (11. Auflage). Klett-Cotta.
- Ayres, P. (2006). Using subjective measures to detect variations of intrinsic cognitive load within problems. *Learning and Instruction*, 16(5), 389–400. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.09.00>
- Aktionsrat Bildung. (2015). *Bildung. Mehr als Fachlichkeit: Gutachten*. Waxmann. <https://doi.org/10.25656/01:14007>
- Bardy, T., Holzäpfel, L., & Leuders, T. (2021). Adaptive tasks as a differentiation strategy in the mathematics classroom: Features from research and teachers' views. *Mathematics Teacher Education and Development*, 23(3), 26–53.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M., & Tsai, Y. M. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Educational Research Journal*, 47(1), 133–180. <https://doi.org/10.3102/0002831209345157>
- Baumert, J., Bos, W., & Lehmann, R. (2000). *TIMSS/III. Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie – Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn: Vol. 1. Mathematische und naturwissenschaftliche Grundbildung am Ende der Pflichtschulzeit*. Leske und Budrich.
- Betts, J. R. (2011). The economics of tracking in education. In E. A. Hanushek, S. Machin & L. Woessmann (Hrsg.), *Handbook of the economics of education* (S. 341–381). North Holland. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53429-3.00007-7>
- Blum, W., Drücke-Noe, C., Hartung, R., & Köller, O. (Hrsg.). (2006). *Bildungsstandards Mathematik: konkret. Sekundarstufe I: Aufgabenbeispiele, Unterrichts Anregungen, Fortbildungs-ideen*. Cornelsen.
- Charalambous, C. Y., & Praetorius, A.K. (2020). Creating a forum for researching teaching and its quality more synergistically. *Studies in Educational Evaluation*, 67, Artikel 100894. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2020.100894>
- Clausen, M. (2002). *Unterrichtsqualität: Eine Frage der Perspektive?* Waxmann.
- Deutsches PISA-Konsortium. (2001). *PISA 2000: Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*. Leske und Budrich. <https://doi.org/10.1007/978-3-322-83412-6>
- Eickelmann, B., Gerick, J., & Koop, C. (2017). ICT use in mathematics lessons and the mathematics achievement of secondary school students by international comparison: Which role do school level factors play? *Education and Information Technologies*, 22(4), 1527–1551. <https://doi.org/10.1007/s10639-016-9498-5>
- Fauth, B., Decristan, J., Rieser, S., Klieme, E., & Büttner, G. (2014). Student ratings of teaching quality in primary school: dimensions and prediction of student outcomes. *Learning and Instruction*, 29, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.07.001>

- Förtsch, C., Werner, S., Kotzebue, L. von & Neuhaus, B. J. (2016). Effects of biology teachers' professional knowledge and cognitive activation on students' achievement. *International Journal of Science Education*, 38(17), 2642–2666. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1257170>
- Grünkorn, J., Klieme, E., Praetorius, A.K., & Schreyer, P. (2020). *Mathematikunterricht im internationalen Vergleich. Ergebnisse aus der TALIS-Videostudie Deutschland*. DIPF.
- Gwet, K. L. (2008). Computing inter-rater reliability and its variance in the presence of high agreement. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 61, 29–48. <https://doi.org/10.1348/000711006X126600>
- Hammer, C. (2008). Durch Aufgaben gesteuerter Mathematikunterricht. In Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus (Hrsg.), *SINUS Bayern – Beiträge zur Weiterentwicklung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts* (S. 110–115). Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus.
- Hammer, S., & Ufer, S. (2023). Professional competence of mathematics teachers in dealing with tasks in lesson planning. *Teaching and Teacher Education*, 132, Artikel 104246. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104246>
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.
- Heinle, A., Schiepe-Tiska, A., & Lewalter, D. (März 2023). *Erfassung des Potentials zur kognitiven Aktivierung in Aufgaben*. GEBF. 10. Tagung der Gesellschaft für Empirische Bildungsforschung (GEBF), Duisburg-Essen, Deutschland.
- Heinle, A., Schiepe-Tiska, A., Reinhold, F., Heine, J.H., & Holzberger, D. (2022). Supporting student motivation in class: the motivational potential of tasks. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 25(2), 453–470. <https://doi.org/10.1007/s11618-022-01090-3>
- Helmke, A. (2009). *Unterrichtsqualität und Lehrprofessionalität: Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts* (Neubearbeitung). Kallmeyer.
- Helmke, A. (2015). *Unterrichtsqualität und Lehrprofessionalität: Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts: Franz Emanuel Weinert gewidmet* (S. 69–102). Klett/Kallmeyer.
- Herbert, B., & Schweig, J. (2021). Erfassen des Potenzials zur kognitiven Aktivierung über Unterrichtsmaterialien im Mathematikunterricht. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 8(4), 502–520. <https://doi.org/10.1007/s11618-021-01020-9>
- Hiebert, J., & Grouws, D. A. (2007). The effects of classroom mathematics teaching on students' learning. *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*, 1(1), 371–404.
- Hill, H. C., & Charalambous, Y. (2012). Teacher knowledge, curriculum materials, and quality of instruction: Lessons learned and open issues. *Journal of Curriculum Studies*, 44(4), 559–576. <https://doi.org/10.1080/00220272.2012.716978>
- Holzberger, D., & Schiepe-Tiska, A. (2021). Is the school context associated with instructional quality? The effects of social composition, leadership, teacher collaboration, and school climate. *School Effectiveness and School Improvement*, 32(3), 465–485. <https://doi.org/10.1080/09243453.2021.1913190>
- Jordan, A., Krauss, S., Löwen, K., Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M., & Brunner, M. (2008). Aufgaben im COACTIV-Projekt: Zeugnisse des kognitiven Aktivierungspotentials im deutschen Mathematikunterricht. *Journal für Mathematikdidaktik*, 29(2), 83–107. <https://doi.org/10.1007/BF03339055>

- Klieme, E. (2013). Qualitätsbeurteilung von Schule und Unterricht: Möglichkeiten und Grenzen einer begriffsanalytischen Reflexion – ein Kommentar zu Helmut Heid. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 16(2), 433–441. <https://doi.org/10.1007/s11618-013-0356-6>
- Klieme, E., Eichler, W., Helmke, A., Lehmann, R., Nold, G., Rolff, H. G., Schröder, K., Thomé, G., & Willenberg, H. (2008). *Unterricht und Kompetenzerwerb in Deutsch und Englisch: Zentrale Befunde der Studie Deutsch-Englisch-Schülerleistungen-International (DESI)*. Beltz. <https://doi.org/10.25656/01:3149>
- Klieme, E., & Kuger, S. (2016). PISA 2015 context questionnaires framework: monitoring opportunities and outcomes, policies and practices modelling patterns and relations, impacts and trends in education. In OECD (Hrsg.), *PISA 2015 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematics and financial literacy*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264255425-en>
- Klieme, E., Pauli, C., & Reusser, K. (2009). The Pythagoras study: Investigating effects of teaching and learning in Swiss and German mathematics classrooms. In T. Janik & T. Seidel (Hrsg.), *The power of video studies in investigating teaching and learning in the classroom* (S. 137–160). Waxmann.
- Klieme, E., Lipowsky, F., Rakoczy, K., & Ratzka, N. (2006). Qualitätsdimensionen und Wirksamkeit von Mathematikunterricht. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule: Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms*. Waxmann.
- Klieme, E., Schümer, G., & Knoll, S. (2001). Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I: „Aufgabenkultur“ und Unterrichtsgestaltung. In E. Klieme & J. Baumert (Hrsg.), *TIMSS – Impulse für Schule und Unterricht. Forschungsbefunde, Reforminitiativen, Praxisberichte und Video-Dokumente*. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).
- KMK. (2002). *Bildungsstandards zur Sicherung von Qualität und Innovation im föderalen Wettbewerb der Länder*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2002/2002_05_24-Bildungsstandards-Qualitaet.pdf
- KMK. (2003). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss: Beschluss vom 4.12.2003*. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2003/2003_12_04-Bildungsstandards-Mathe-Mittleren-SA.pdf
- KMK. (2004a). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich: Beschluss vom 15.10.2004*. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_10_15-Bildungsstandards-Mathe-Primar.pdf
- KMK. (2004b). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Hauptschulabschluss: Beschluss vom 15.10.2004*. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_10_15-Bildungsstandards-Mathe-Haupt.pdf
- KMK. (2010). *Konzeption der Kultusministerkonferenz zur Nutzung der Bildungsstandards für die Unterrichtsentwicklung*. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2010/2010_00_00-Konzeption-Bildungsstandards.pdf
- KMK. (2012). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss: Beschluss vom 18.10.2012*. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2012/2012_10_18-Bildungsstandards-Mathe-Abi.pdf
- KMK. (2022a). *Bildungsstandards für das Fach Mathematik Primarbereich*. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2022/2022_06_23-Bista-Primarbereich-Mathe.pdf

- KMK. (2022b). *Bildungsstandards für das Fach Mathematik Erster Schulabschluss (ESA) und Mittlerer Schulabschluss (MSA)*. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2022/2022_06_23-Bista-ESA-MSA-Mathe.pdf
- Kounin, J. S. (1970). *Discipline and group management in classrooms*. R. E. Krieger.
- Krauss, S., Lindl, A., Schilcher, A., & Tepner, O. (2017). Forschungsprojekt FALCO – Ein einleitender Überblick. In S. Krauss, A. Lindl & A. Schilcher (Hrsg.), *FALCO: Fachspezifische Lehrerkompetenzen. Konzeption von Professionswissenstests in den Fächern Deutsch, Englisch, Latein, Physik, Musik, Evangelische Religion und Pädagogik* (S. 9–66). Waxmann.
- Krauss, S., Bruckmaier, G., Lindl, A., Hilbert, S., Binder, K., Steib, N., & Blum, W. (2020). Competence as a continuum in the COACTIV study: the “cascade model”. *ZDM*, 52(2), 311–327. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01151-z>
- Kuger, S., Klieme, E., Lüdtke, O., Schiepe-Tiska, A., & Reiss, K. (2017). Mathematikunterricht und Schülerleistung in der Sekundarstufe: Zur Validität von Schülerbefragungen in Schulleistungsstudien. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 20(S2), 61–98. <https://doi.org/10.1007/s11618-017-0750-6>
- Kunter, M., Baumert, J., & Köller, O. (2007). Effective classroom management and the development of subject-related interest. *Learning and Instruction*, 17, 494–509. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.002>
- Kunter, M., & Voss, T. (2011). Das Modell der Unterrichtsqualität in COACTIV: Eine multikriteriale Analyse. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 85–113). Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830974338>
- Kunter, M., & Trautwein, U. (2013). *Psychologie des Unterrichts*. UTB. <https://doi.org/10.36198/9783838538952>
- Leuders, T., Hußmann, S., Barzel, B., & Prediger, S. (2011). „Das macht Sinn“. Sinnstiftung mit Kontexten und Kernideen. *Praxis der Mathematik in der Schule*, 53(37), 1–9.
- Lipowsky, F., Rakoczy, K., Pauli, C., Drollinger-Vetter, B., Klieme, E., & Reusser, K. (2009). Quality of geometry instruction and its short-term impact on students’ understanding of the Pythagorean Theorem. *Learning and Instruction*, 19(6), 527–537. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.11.001>
- Mang, J., Seidl, L., Schiepe-Tiska, A., Tupac-Yupanqui, A., Ziernwald, L., Doroganova, A., Weis, M., Diedrich, J., Heine, J.-H., González Rodríguez, E., & Reiss, K. (2023). *PISA 2018 Skalenhandbuch. Dokumentation der Erhebungsinstrumente* (2. ergänzte Auflage). Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830919964>
- Martínez, J. F., Borko, H., & Stecher, B. M. (2012). Measuring instructional practice in science using classroom artifacts: lessons learned from two validation studies. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(1), 38–67. <https://doi.org/10.1002/tea.20447>
- Matsumura, L. C., Patthey-Chavez, G. G., Valdés, R., & Garnier, H. (2002). Teacher feedback, writing assignment quality, and third-grade students’ revision in lower- and higher-achieving urban schools. *The Elementary School Journal*, 103(1), 3–25. <https://doi.org/10.1086/499713>
- Neubrand, J. (2002). *Eine Klassifikation mathematischer Aufgaben zur Analyse von Unterrichtssituationen: Selbsttätiges Arbeiten in Schülerarbeitsphasen in den Stunden der TIMSS-Video-Studie*. Franzbecker.
- OECD. (2013). *What makes schools successful? Resources, policies and practices*. OECD.
- OECD. (2016). *PISA 2015 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematics and financial literacy*. OECD.

- OECD. (2020). *Global teaching InSights: A video study of teaching*. OECD.
- Oelkers, J., & Reusser, K. (2008). *Qualität entwickeln, Standards sichern, mit Differenz umgehen: Eine Expertise im Auftrag von vier Ländern*. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).
- Pianta, R. C., & Hamre, B. K. (2009). Conceptualization, measurement, and improvement of classroom processes: Standardized observation can leverage capacity. *Educational Researcher*, 38(2), 109–119. <https://doi.org/10.3102/0013189X09332374>
- Praetorius, A.K., & Gräsel, C. (2021). Noch immer auf der Suche nach dem heiligen Gral: Wie generisch oder fachspezifisch sind Dimensionen der Unterrichtsqualität? *Unterrichtswissenschaft*, 49(2), 167–188. <https://doi.org/10.1007/s42010-021-00119-6>
- Praetorius, A.K., Klieme, E., Herbert, B., & Pinger, P. (2018). Generic dimensions of teaching quality: the German framework of Three Basic Dimensions. *ZDM – Mathematics Education*, 50(3), 407–426. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0918-4>
- Praetorius, A.K., Pauli, C., Reusser, K., Rakoczy, K., & Klieme, E. (2014). One lesson is all you need? Stability of instructional quality across lessons. *Learning and Instruction*, 31, 2–12. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.12.002>
- Prenzel, M., Friedrich, A., & Stadler, M. (2009). *Von SINUS lernen. Wie Unterrichtsentwicklung gelingt*. Kallmeyer.
- Reiss, K., & Hammer, C. (2021). *Grundlagen der Mathematikdidaktik: Eine Einführung für den Unterricht in der Sekundarstufe* (2. Aufl.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-65429-0>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 66–78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- Scheerens, J. (2004). Perspectives on education quality, education indicators and benchmarking. *European Educational Research Journal*, 3(1), 115–138. <https://doi.org/10.2304/eeerj.2004.3.1.3>
- Schiepe-Tiska, A. (2019). School tracks as differential learning environments moderate the relationship between teaching quality and multidimensional learning goals in mathematics. *Frontiers in Education*, 4(4). <https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00004>
- Schiepe-Tiska, A., Heinle, A., Dümig, P., Reinhold, F., & Reiss, K. (2021). Achieving multidimensional educational goals through standard-oriented teaching. An application to STEM education. *Frontiers in Education*, 6, Artikel 592165. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.592165>
- Schiepe-Tiska, A., Heine, J. H., Lüdtke, O., Seidel, T., & Prenzel, M. (2016). Mehrdimensionale Bildungsziele im Mathematikunterricht und ihr Zusammenhang mit den Basisdimensionen der Unterrichtsqualität. *Unterrichtswissenschaft*, 44(3), 211–225. <https://doi.org/10.3262/UW1603211>
- Schiepe-Tiska, A., Reiss, K., Obersteiner, A., Heine, J.H., Seidel, T., & Prenzel, M. (2013). Mathematikunterricht in Deutschland: Befunde aus PISA 2012. In M. Prenzel, C. Sälzer, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2012. Fortschritte und Herausforderungen in Deutschland* (S. 123–154). Waxmann. <https://doi.org/10.25656/01:18838>
- Schiepe-Tiska, A., & Schmidtner, S. (2013). Mathematikbezogene emotionale und motivationale Orientierungen, Einstellungen und Verhaltensweisen von Jugendlichen in PISA 2012. In M. Prenzel, C. Sälzer, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2012. Fortschritte und Herausforderungen in Deutschland* (S. 99–121). Waxmann. <https://doi.org/10.25656/01:18838>

- Schlesinger, L., & Jentsch, A. (2016). Theoretical and methodological challenges in measuring instructional quality in mathematics education using classroom observations. *ZDM – Mathematics Education*, 48(1), 29–40. <https://doi.org/10.1007/s11858-016-0765-0>
- Schmidt, W. H., McKnight, C. C., Houang, R. T., Wang, H., Wiley, D. E., Cogan, L. S., & Wolfe, R. G. (2001). *Why schools matter: a cross-national comparison of curriculum and learning*. Jossey-Bass.
- Schukajlow, S., Leiss, D., Pekrun, R., Blum, W., Müller, M., & Messner, R. (2012). Teaching methods for modelling problems and students' task-specific enjoyment, value, interest and self-efficacy expectations. *Educational Studies in Mathematics*, 79(2), 215–237. <https://doi.org/10.1007/s10649-011-9341-2>
- Seidel, T., & Reiss, K. (2014). Lerngelegenheiten im Unterricht. In T. Seidel & A. Krapp (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 253–275). Beltz Psychologie Verlags Union.
- Seidel, T., & Shavelson, R. J. (2007). Teaching effectiveness research in the past decade: The role of theory and research design in disentangling meta-analysis results. *Review of Educational Research*, 77, 454–499. <https://doi.org/10.3102/0034654307310317>
- Stemler, S. E. (2004). A comparison of consensus, consistency, and measurement approaches to estimating interrater reliability. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 9(1), 4. <https://doi.org/10.7275/96jp-xz07>
- Taut, S., & Rakoczy, K. (2016). Observing instructional quality in the context of school evaluation. *Learning and Instruction*, 46, 45–60. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.08.003>
- van de Grift, W. (2007). Quality of teaching in four European countries: a review of the literature and application of an assessment instrument. *Educational Research*, 49(2), 127–152. <https://doi.org/10.1080/00131880701369651>
- Vieluf, S., Praetorius, A. K., Rakoczy, K., Kleinknecht, M., & Pietsch, M. (2020). Angebots-Nutzungs-Modelle der Wirkweise des Unterrichts: ein kritischer Vergleich verschiedener Modellvarianten. *Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft*, 66(1). <https://doi.org/10.25656/01:25864>
- Weinert, F. E. (2002). *Leistungsmessungen in Schulen* (2. unveränd. Aufl.). Beltz.
- Wenger, M., Lüdtke, O., & Brunner, M. (2018). Übereinstimmung, Variabilität und Reliabilität von Schülerurteilen zur Unterrichtsqualität auf Schulebene. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 21(5), 929–950. <https://doi.org/10.1007/s11618-018-0813-3>
- Wirtz, M., & Caspar, F. (2002). *Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität: Methoden zur Bestimmung und Verbesserung der Zuverlässigkeit von Einschätzungen mittels Kategoriensystemen und Ratingskalen*. Hogrefe.

9 Digitalisierungsbezogene Lerngelegenheiten und -aktivitäten in Schule und Freizeit

Doris Lewalter, Tamara Kastorff & Stephanie Moser

Die Ausstattung der Schulen mit materiellen ICT-Ressourcen, insbesondere mit Tablets für Schüler*innen und internetfähigen PCs für Lehrkräfte, hat sich seit 2018 deutlich verbessert. Insgesamt sind Schulen in Deutschland hinsichtlich der Ausstattung mit ICT-Ressourcen auf dem Weg, international anschlussfähig zu werden. Auch die Schüler*innen verfügen flächendeckend und weitgehend unabhängig vom sozioökonomischen Status über die für das Lernen notwendigen materiellen ICT-Ressourcen. Während die technischen und pädagogischen Kompetenzen der Lehrkräfte für den Einsatz digitaler Medien im Unterricht von den Schulleitungen als sehr hoch eingeschätzt werden, bleiben die Zeiträume zur entsprechenden Unterrichtsvorbereitung und das Personal für den technischen Support an den Schulen deutlich hinter den Bedarfen zurück. Entsprechend wird das potenzielle Angebot an vielfältigen digitalisierungsbasierten Lernformen im Unterricht kaum ausgeschöpft und liegt signifikant unter dem OECD-Durchschnitt. In ihrer Freizeit nutzen die Fünfzehnjährigen digitale Medien in unterschiedlichem und zum Teil sehr hohem Umfang für lernbezogene, aber insbesondere auch für kommunikations- und unterhaltungsbezogene Aktivitäten. Die Schüler*innen schätzen im Vergleich zum OECD-Durchschnitt ihre Selbstwirksamkeit im Umgang mit digitalen Medien bedeutsam niedriger und ihre Motivation, mehr über digitale Medien lernen zu wollen, signifikant höher ein. Sowohl die Selbstwirksamkeit im Umgang mit digitalen Medien als auch die Lernmotivation bezüglich des Lernens über digitale Medien steht in Zusammenhang mit der Art der Mediennutzung in der Schule. Damit bietet der qualitative Ausbau der Mediennutzung einen wichtigen Ansatzpunkt, um begünstigende Faktoren für die Entwicklung der ICT-Literacy der Schüler*innen zu stärken.

Digitale Medien prägen den Bildungsbereich in zunehmendem Ausmaß. Diese Entwicklung hat nicht zuletzt durch die Corona-Pandemie enorm Fahrt aufgenommen (Di Pietro et al., 2023; Wößmann et al., 2021). Unter digitalen Medien werden im Folgenden technische Geräte (z.B. Computer oder Smartphones) sowie entsprechende Software (z.B. Internet-Browser, Lernprogramme oder Spiele-Apps) zusammengefasst, die Informationen (wie Bilder, Texte oder Videos) auf digitalem Weg vermitteln. Der Einsatz digitaler Medien im schulischen Umfeld eröffnet vielfältige Lerngelegenheiten, in welchen digitale Medien als Lerngegenstand („lernen über“) sowie als Werkzeug zur

Gestaltung und Ausführung von Lehr-Lern-Prozessen („lernen mit“) verwendet werden. Zudem ist ihre Nutzung aufgrund nationaler Strategien ein integraler Bestandteil des Bildungssystems: Schüler*innen sollen durch digitalgestützten Unterricht in die Lage versetzt werden, digitale Medien nicht nur sicher und zielgerichtet als Lernwerkzeuge zu verwenden, zum Beispiel um zu recherchieren, zu kommunizieren und kooperieren, zu produzieren und präsentieren, sondern darüber hinaus eine fachübergreifende (digitale) Medienkompetenz erwerben und im Sinne einer *ICT* (Information and Communication Technology) *literacy* dazu befähigt werden, digitale Medien kritisch zu reflektieren und zu bewerten (Kultusministerkonferenz [KMK], 2017, 2021). Dem Einsatz digitaler Medien wird dabei ein hohes Potenzial zur Motivierung und Wissensvermittlung zugesprochen. So legen beispielsweise Hillmayr et al. (2020) in einer Metaanalyse – einer systematischen Zusammenfassung von Primärstudien – dar, dass sich der Einsatz digitaler Medien positiv auf die Motivation und den Lernerfolg von Schüler*innen der Sekundarstufe im naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterricht auswirken kann.

Über die digitale Transformation schulischer Lernumgebungen hinaus hat auch die außerschulische, informelle Nutzung digitaler Medien in der Freizeit für Jugendliche eine hohe Bedeutung, denn digitale Angebote sind für die Jugendlichen für die alltägliche Informationssuche sowie zur Kommunikation und Unterhaltung essenziell (mpfs, 2022). Um die digitalisierungsbezogene Bildung von Kindern und Jugendlichen in ihrer Gesamtheit angemessen erfassen zu können, muss dementsprechend auch das Zusammenspiel unterschiedlicher Bildungsorte und Lernwelten in den Blick genommen werden (BMFSFJ, 2005). Es ist davon auszugehen, dass sich auch digitalisierungsbezogenes Lernen und Handeln in Schule und Freizeit wechselseitig beeinflussen, da informelles Lernen in der Freizeit vorgelagert und zeitgleich zu schulischem Lernen stattfindet (Rauschenbach, 2016).

Das Ziel des vorliegenden Kapitels ist es, ein fundiertes Bild über den IST-Zustand der Bereitstellung und Nutzung digitaler Medien in formellen, schulischen und informellen, außerschulischen Bildungskontexten von Jugendlichen in Deutschland zu liefern sowie einen Einblick in deren wahrgenommene Kompetenzen und Einstellungen zu geben. Das vorliegende Kapitel orientiert sich an der Struktur des PISA 2022 ICT Frameworks (OECD, 2023), indem im ersten Unterkapitel die Verfügbarkeit (*access to quality ICT resources*) von qualitativ hochwertigen digitalen Ressourcen als maßgebliche Rahmenbedingung für digitalisierungsbezogene (Lern-)Aktivitäten beleuchtet wird. Die Frage nach einem gleichberechtigten Zugang zu adäquaten schulischen sowie privaten ICT-Ressourcen ist insofern relevant, da nur diejenigen Schüler*innen von Bildungstechnologien profitieren können, die auch Zugang dazu haben (González-Betancor et al., 2021). Im zweiten Abschnitt werden in Anlehnung an Angebots-Nutzungs-Modelle (z. B. Helmke, 2014; Lachner et al., 2020; Scheiter, 2021) sowohl die schulischen als auch die außerschulischen unterrichtsbezogenen digitalen Lernangebote und deren Nutzung sowie auch die Nutzung von digitalen Medien außerhalb der Schule in der Freizeit der Schüler*innen betrachtet (*ICT use in school and outside the classroom*). Der dritte Abschnitt widmet sich abschließend der Selbsteinschätzung ICT-bezogener Kompeten-

zen und Lernmotivation von Schüler*innen (student ICT competencies and attitudes), welche für alle zukünftigen schulischen sowie außerschulischen digitalisierungsbezogenen Informations- und Lernprozesse von großer Bedeutung sind. Die Sondersituation der Nutzung digitaler Medien während des Distanzunterrichts aufgrund der Eindämmungsmaßnahmen der Corona-Pandemie wird in Kapitel 10 behandelt.

Zentrale Aspekte der präsentierten Analysen sind zum einen der internationale Vergleich, um abzuschätzen, wo Deutschland relativ zu den anderen OECD-Staaten einzuordnen ist, und zum anderen der Vergleich von Schularten (gymnasialen und nicht gymnasialen Schularten) auf nationaler Ebene sowie die Veränderung über die Zeit.

9.1 Verfügbarkeit schulischer und privater ICT-Ressourcen

Voraussetzung für einen potenziell lernförderlichen Mehrwert digitaler Medien im Rahmen von formellen, schulischen und informellen, außerschulischen Lerngelegenheiten, ist zunächst deren Verfügbarkeit in der Schule als auch im privaten Umfeld der Schüler*innen. Eine adäquate Ausstattung mit digitalen Medien umfasst neben der verfügbaren Hardware (z. B. Computer mit funktionierendem Internetzugang) auch den Zugriff auf (lernspezifische) Software (etwa Lern-Management-Systeme, spezifische Websites oder Anwendungen für soziale Netzwerke; OECD, 2023). Darüber hinaus nimmt in den Schulen die Medienkompetenz der Lehrkräfte einen zentralen Stellenwert für ein didaktisch sinnvoll gestaltetes digitalgestütztes Lehr-Lern-Angebot ein (u. a. Herring et al., 2016; SWK, 2022).

9.1.1 ICT-Ressourcen in der Schule

Die PISA-Studie von 2018 sowie die International Computer and Information Literacy Study [ICILS] 2018 zeigten, dass die Verfügbarkeit materieller schulischer ICT-Ressourcen in Deutschland im internationalen Vergleich noch ausbaufähig ist (Eickelmann et al., 2019a). Dies verdeutlichten auch die Ergebnisse aus der PISA-Studie in 2018: Insbesondere im Hinblick auf die Verfügbarkeit digitaler Endgeräte für Schüler*innen und Lehrkräfte, die Ausstattung der Schulen mit Hard- und Software sowie Internetzugang bestand noch Verbesserungspotenzial (Hofer et al., 2019). Entsprechend wird für das vorliegende Kapitel in einem ersten Schritt die Verfügbarkeit schulischer materieller ICT-Ressourcen betrachtet. Zudem wird darauf eingegangen, auf welche personellen Kapazitäten, im Sinne digitalisierungsbezogener Lehrkompetenzen und unterstützender Infrastruktur, die Schulen zugreifen können, da diese ebenfalls eine unabdingbare Prämisse für erfolgreiches schulisches Lehren und Lernen mit digitalen Medien darstellen (u. a. Herring et al., 2016; Hofer et al., 2019; Gerick et al., 2017).

Befunde zu ICT-Ressourcen in der Schule in PISA 2022

Als Indikatoren des aktuellen Stands der Digitalisierung im schulischen Bereich in Deutschland erfragt PISA bei den Schulleitungen die *quantitative Ausstattung mit materiellen ICT-Ressourcen* pro Schüler*in der 9. Klassenstufe sowie die Anzahl der zur Verfügung stehenden Computer pro Lehrkraft der jeweiligen Schule (siehe Tabelle 9.1).

Tabelle 9.1: Quantitative Ausstattung mit materiellen ICT-Ressourcen

Pro Schüler*in der 9. Klassenstufe bzw. pro Lehrkraft an der Schule	2022				2018				2015			
	Deutschland		OECD-Durchschnitt		Deutschland		OECD-Durchschnitt		Deutschland		OECD-Durchschnitt	
	M	(SE)	M	(SE)	M	(SE)	M	(SE)	M	(SE)	M	(SE)
Anzahl Computer (inkl. PCs, Laptops)	0.57	(0.03)	0.87	(0.02)	—	—	—	—	—	—	—	—
Anzahl Computer (inkl. PCs, Laptops, Tablets)	—	—	—	—	0.61	(0.05)	0.90	(0.02)	0.64	(0.09)	0.84	(0.02)
Anzahl dieser Computer (inkl. PCs und Laptops) mit Internetanschluss	0.55	(0.03)	0.85	(0.02)	—	—	—	—	—	—	—	—
Anzahl dieser Computer (inkl. PCs, Laptops und Tablets) mit Internetanschluss	—	—	—	—	0.57	(0.05)	0.88	(0.03)	0.62	(0.09)	0.81	(0.02)
Anzahl Tablets und E-Reader	0.56	(0.04)	0.36	(0.01)	—	—	—	—	—	—	—	—
Anzahl dieser Computer, die tragbar sind (Laptops und Tablets)	—	—	—	—	0.17	(0.02)	0.42	(0.02)	0.10	(0.01)	0.28	(0.01)
Anzahl interaktiver Whiteboards	0.16	(0.01)	0.14	(0.00)	0.10	(0.01)	0.14	(0.00)	0.07	(0.01)	0.11	(0.00)
Anzahl Beamer	0.35	(0.04)	0.28	(0.00)	0.34	(0.06)	0.30	(0.00)	0.20	(0.01)	0.26	(0.01)
Anzahl Computer mit Internetanschluss für Lehrkräfte	0.82	(0.07)	0.93	(0.01)	0.41	(0.05)	0.90	(0.02)	0.36	(0.04)	0.87	(0.01)

Anmerkung: Die Angaben basieren auf den Antworten der Schulleitungen.

Während sich die Angaben der Schulleitungen zur Anzahl an Computer im Allgemeinen pro Schüler*in der 9. Klassenstufe und die Tragbarkeit sowie Internetfähigkeit dieser Geräte zwischen PISA 2015 und PISA 2018 nur marginal verändert hat und alle Werte zu beiden Zeitpunkten unter dem OECD-Durchschnitt lagen, hat sich die Situation in PISA 2022 teilweise deutlich verändert. Für PISA 2022 wird die Berichterstattung zur quantitativen ICT-Ausstattung ausdifferenziert: Während in 2015 und 2018 die Tablets noch unter den Oberbegriff „Computer“ subsumiert wurden, werden sie in PISA 2022 gesondert ausgewiesen. Es wird nun zwischen der Ausstattung mit Computern im Allgemeinen (PCs und Laptops) und den mobilen Geräten (Tablets und E-Reader) unterschieden. Die Zahl der Computer im Allgemeinen pro Schüler*in der 9. Klasse liegt 2022 in Deutschland bei 0.57. Dabei ist zu beachten, dass Tablets nicht mehr in diese Kategorie fallen. Fast alle dieser Computer sind in Deutschland mit einem Internetanschluss ausgestattet (0.55). Im Vergleich dazu fällt der OECD-Durchschnitt der Computer im Allgemeinen mit einem Wert von 0.87 abermals signifikant höher aus. Fast alle dieser Computer sind mit Internetanschluss ausgestattet (0.85). Auffallend ist, dass seit 2018 parallel zur PC- und Laptop-Ausstattung in Deutschland eine umfangreiche,

quantitativ etwa vergleichbare Ausstattung an mobilen Geräten (Tablets und E-Readern) erworben wurde. Die Schulleitungen in Deutschland berichten in 2022 hierfür einen signifikant höheren Wert (0.56) als die Schulleitungen im OECD-Durchschnitt (0.36). Es ist plausibel, dass dieser Anstieg unter anderem auf den DigitalPakt Schule und den enorm gestiegenen Bedarf aufgrund der pandemiebedingt veränderten Lehr-Lern-Situation zurückzuführen ist. Ebenso ist die quantitative Ausstattung mit interaktiven Whiteboards bei PISA 2022 in Deutschland signifikant gestiegen (0.16) und liegt nun leicht über dem OECD-Durchschnitt (0.14). Die Anzahl an Beamern hat sich im Vergleich zu 2018 (0.34) kaum verändert (2022: 0.35) und liegt weiterhin über dem OECD-Durchschnitt (0.28). Die quantitative Ausstattung der Lehrkräfte mit Computern hat sich in PISA 2022 in Deutschland deutlich verbessert. Während das Lehrkräfte-Computer-Verhältnis an den Schulen von 2015 (0.36) auf 2018 (0.41) zwar leicht zugenommen hatte, aber in beiden Fällen signifikant unter dem OECD-Durchschnitt (2015: 0.87; 2018: 0.90) lag, kann für 2022 ein signifikanter Anstieg bei der Ausstattung der Lehrkräfte in Deutschland (0.82) hinsichtlich Computer mit Internetanschluss verzeichnet werden, die nun international (OECD-Durchschnitt 0.93) anschlussfähig ist. In der Zusammenschau zeigt sich eine positive Entwicklung in Deutschland hinsichtlich der quantitativen ICT-Ausstattung in Schulen (vor allem aufgrund der Zunahme an Tablets und E-Readern), die im internationalen Vergleich jedoch auch bei PISA 2022, mit Ausnahme von Tablets und E-Readern, über alle digitalen Geräte hinweg gesehen noch ausbaufähig ist. Im Vergleich zu anderen deutschsprachigen Staaten (vgl. Tabelle 9.1web) zeigt sich, dass Schüler*innen in Deutschland im Jahr 2022 verglichen mit Österreich und der Schweiz zwar signifikant mehr tragbare Computer und interaktive Whiteboards zur Verfügung stehen, aber signifikant weniger Computer im Allgemeinen und mit Internetanschluss. Kein signifikanter Unterschied lässt sich für die Ausstattung mit Beamern feststellen. Vergleicht man die Ausstattung zwischen den Schularten, so berichten Schulleitungen an Gymnasien über eine bessere Ausstattung hinsichtlich der Computer im Allgemeinen (0.62 an Gymnasien; 0.52 an nicht gymnasialen Schularten) als auch der Computer mit Internetanschluss (0.60 an Gymnasien; 0.51 an nicht gymnasialen Schularten), während Schulleitungen an nicht gymnasialen Schularten über eine bessere Ausstattung pro Schüler*in der 9. Jahrgangsstufe mit Tablets und E-Readern verfügen (0.50 an Gymnasien; 0.57 an nicht gymnasialen Schularten).

Neben der grundlegenden quantitativen materiellen Ausstattung mit ICT-Ressourcen beantworteten die Schulleitungen Fragen zur *Qualität materieller und personeller ICT-Ressourcen* an ihrer Schule anhand der Antwortkategorien „stimme überhaupt nicht zu“, „stimme eher nicht zu“, „stimme eher zu“ und „stimme völlig zu“. Insgesamt zeigt ein Vergleich der Angaben der Schulleitungen, dass Schulen in Deutschland weniger – jedoch nicht signifikant – gut auf das Lernen mit digitalen Medien vorbereitet sind, als es im OECD-Durchschnitt der Fall ist. Für die vorliegenden Analysen zu einzelnen Merkmalen der qualitativen materiellen und personellen ICT-Ressourcen an den Schulen wurden die Antworten der Schulleitungen zu den beiden obersten Antwortkategorien („stimme eher zu“ – „stimme völlig zu“) für die Prozentangaben in Tabelle 9.2

zusammengefasst. Aus der Perspektive der Schulleitungen zeichnet sich im internationalen Vergleich ein heterogenes Bild ab. Die Verfügbarkeit einer Online-Lernplattform für den digital gestützten Unterricht mit gut 83 Prozent unterscheidet sich dabei aus Perspektive der Schulleitungen in Deutschland nicht signifikant vom OECD-Durchschnitt (78%). Zudem geben gut Zweidrittel der Schulleitungen in Deutschland an, dass die Lehrkräfte über einen Zugang zu Lernmaterialien zur Nutzung digitaler Geräte verfügen, was knapp – jedoch signifikant – unter dem OECD-Durchschnitt von 76 Prozent liegt. Insgesamt zeigt sich somit, dass die materiellen ICT-Ressourcen für Lehrkräfte in Deutschland verglichen mit den OECD-Staaten überwiegend in ähnlichem Umfang verfügbar sind. Darüber hinaus nehmen Schulleitungen in Deutschland die technische und pädagogische Kompetenz der Lehrkräfte für den Einsatz digitaler Geräte mit über 92 Prozent signifikant häufiger als ausreichend wahr als Schulleitungen im OECD-Durchschnitt (88%). International wird folglich die technisch-pädagogische Kompetenz der Lehrkräfte von den Schulleitungen überwiegend als ausreichend empfunden. Die überdurchschnittlichen Werte von Deutschland entsprechen jenen von Österreich, der Schweiz, Finnland, Polen und Estland. Im Gegensatz dazu gibt jedoch nur etwa die Hälfte der Schulleitungen in Deutschland (49%) an, dass die Lehrkräfte auch über ausreichend Zeit verfügen, Unterrichtsstunden vorzubereiten, um digitale Geräte in den Unterricht zu integrieren, was signifikant unter den Angaben der Schulleitungen im OECD-Durchschnitt (59%) liegt. Während sich für Estland (53%) ähnliche Zustimmungswerte finden, fallen die Zustimmungswerte in Österreich (63%) oder der Schweiz (64%) und in weitaus stärkerem Ausmaß in Schweden (91%) oder der Türkei (89%) im Vergleich zu Deutschland signifikant höher aus. Weiterhin berichtet nur etwa die Hälfte der Schulleitungen in Deutschland (49%), dass ausreichend Personal zur technischen Unterstützung zur Verfügung steht, was ebenfalls signifikant unter dem OECD-Durchschnitt (59%) liegt. Auch hier fallen die Zustimmungswerte von Österreich (72%) und der Schweiz (80%) ebenso wie von Finnland (69%), Schweden (83%) und Estland (75%) deutlich höher aus und liegen damit über dem OECD-Durchschnitt. Schließlich geben 58 Prozent der Schulleitungen in Deutschland an, dass für die Lehrkräfte Anreize zum Einsatz digitaler Medien im Unterricht zur Verfügung stehen, was sich nicht signifikant vom OECD-Durchschnitt (55%) unterscheidet. Wiederum liegen hier die Zustimmungswerte von Österreich (66%) und der Schweiz (75%) ebenso wie von Schweden (89%) deutlich höher und über dem OECD-Durchschnitt, während jene von Finnland (42%) und Estland (50%) deutlich unter den Werten von Deutschland liegen. In der Zusammenschau zeigt sich, dass Deutschland zwar im Sinne der materiellen ICT-Ressourcen international anschlussfähig ist, dass aber gleichzeitig, auch im internationalen Vergleich betrachtet, ein deutlicher Mangel an zeitlichen und personellen Ressourcen besteht, um die digitalen Medien effektiv in den Unterrichtsalltag zu integrieren.

Tabelle 9.2: Qualität der Ausstattung mit materiellen und personellen ICT-Ressourcen in den Schulen

	Eine Online-Lernplattform zur Unterstützung ist verfügbar		Zugang zu Lernmaterialien für Lehrkräfte zur Nutzung digitaler Geräte		Technische und pädagogische Kompetenz der Lehrkräfte für den Einsatz digitaler Geräte ist ausreichend		Lehrkräfte verfügen über ausreichend Zeit, Unterrichtsstunden vorzubereiten, um digitale Geräte zu integrieren		Lehrkräfte erhalten Anreize, um digitale Geräte in ihren Unterricht zu integrieren		Qualifiziertes Personal zur technischen Unterstützung ist ausreichend	
OECD-Staaten	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)
Niederlande	76	(4.2)	84	(3.7)	84	(4.0)	70	(4.7)	83	(3.5)	83	(3.8)
Island	74	(0.3)	86	(0.2)	79	(0.3)	72	(0.2)	91	(0.2)	79	(0.3)
Finnland	88	(2.3)	82	(2.4)	93	(2.0)	62	(3.5)	42	(3.1)	69	(3.2)
Vereinigte Staaten	87	(2.9)	88	(3.1)	92	(2.8)	77	(4.6)	34	(4.6)	69	(4.8)
Slowakei	79	(3.1)	80	(2.9)	92	(1.9)	61	(3.4)	70	(3.3)	49	(3.4)
Lettland	76	(2.6)	58	(2.7)	95	(1.2)	22	(2.7)	72	(3.0)	30	(2.4)
Japan	59	(3.8)	35	(3.8)	71	(3.2)	14	(2.9)	58	(3.4)	28	(3.4)
Costa Rica	55	(4.9)	50	(4.2)	82	(3.3)	38	(4.2)	17	(3.4)	51	(3.8)
Türkei	91	(2.4)	89	(2.7)	88	(2.5)	89	(2.5)	95	(2.1)	61	(3.9)
Neuseeland	88	(2.3)	86	(2.3)	91	(1.9)	71	(3.4)	33	(3.6)	77	(3.5)
Vereinigtes Königreich	91	(2.3)	82	(2.8)	92	(2.4)	62	(3.7)	33	(4.0)	71	(3.5)
Kolumbien	44	(3.5)	56	(4.0)	74	(3.4)	69	(3.0)	24	(2.8)	44	(3.3)
Belgien	67	(3.4)	79	(3.4)	66	(3.0)	41	(3.1)	84	(2.5)	60	(3.4)
Slowenien	76	(0.6)	89	(0.6)	95	(0.3)	74	(0.6)	93	(0.3)	76	(0.7)
Deutschland	83	(2.9)	70	(3.2)	92	(2.1)	49	(4.0)	58	(3.5)	49	(3.1)
Italien	93	(1.9)	86	(2.7)	82	(2.8)	70	(3.5)	45	(4.2)	50	(3.7)
Schweden	69	(3.2)	91	(2.2)	95	(1.7)	91	(2.2)	89	(2.5)	83	(2.5)
Australien	87	(1.6)	82	(1.8)	93	(1.2)	60	(1.8)	35	(2.1)	79	(1.9)
Griechenland	64	(2.9)	64	(3.0)	72	(3.0)	40	(3.0)	27	(2.9)	24	(3.0)
Mexiko	74	(2.9)	74	(3.1)	92	(1.9)	68	(3.3)	29	(3.1)	62	(3.1)
OECD-Durchschnitt	78	(0.5)	76	(0.5)	88	(0.4)	59	(0.6)	55	(0.5)	59	(0.5)
Chile	72	(3.5)	75	(3.7)	89	(2.7)	61	(3.6)	24	(3.1)	65	(3.4)
Litauen	85	(1.5)	90	(1.7)	98	(0.8)	74	(1.9)	99	(0.5)	73	(1.9)
Israel	87	(2.0)	80	(3.2)	87	(2.7)	54	(4.0)	29	(3.5)	68	(3.7)
Irland	87	(2.9)	82	(3.1)	95	(1.7)	60	(3.7)	55	(4.5)	37	(3.9)
Ungarn	78	(2.8)	42	(3.7)	88	(2.0)	37	(3.7)	84	(2.8)	47	(3.8)
Österreich	89	(1.8)	83	(2.5)	95	(1.4)	63	(3.0)	66	(2.9)	72	(2.5)
Schweiz	75	(3.6)	85	(2.7)	91	(2.1)	64	(3.8)	75	(3.3)	80	(3.0)
Polen	84	(2.1)	76	(2.7)	94	(1.5)	62	(3.4)	93	(1.8)	62	(3.2)
Estland	68	(2.5)	76	(2.1)	94	(1.3)	53	(2.7)	50	(2.5)	75	(2.3)
Portugal	73	(3.5)	86	(2.5)	93	(1.7)	47	(3.2)	54	(3.3)	30	(3.1)
Kanada	87	(1.3)	83	(1.9)	88	(1.3)	60	(2.3)	39	(2.2)	58	(2.2)
Frankreich	87	(2.5)	75	(3.1)	70	(3.5)	58	(3.8)	65	(3.6)	51	(3.1)
Spanien	78	(1.9)	77	(1.8)	82	(1.8)	37	(2.4)	12	(1.4)	43	(2.3)
Korea	89	(2.4)	72	(3.8)	97	(1.8)	68	(3.9)	20	(3.5)	43	(4.7)

Anmerkungen: Zustimmungswerte für die Aussagen über die Kapazitäten der Schule, das Lehren und Lernen durch digitale Geräte zu verbessern.

Die Angaben basieren auf den Antworten der Schulleitungen.

9.1.2 ICT-Ressourcen im Haushalt

Digitalisierungsbezogene Aktivitäten außerhalb der Schule bieten ergänzend zum schulischen Lernen unter anderem vielfältige Möglichkeiten zu kommunizieren, sich zu unterhalten, aber auch Kompetenzen zu erwerben, die der ICT-Literacy zuzuordnen sind (mpfs, 2022). Studien zeigen jedoch, dass die Verfügbarkeit der dafür notwendigen digitalen Ressourcen im jeweiligen Haushalt der Schüler*innen stark von dem sozioökonomischen Status der Familien beeinflusst wird (z.B. Senkbeil et al., 2019). Der sozioökonomische Status erschließt sich im vorliegenden Kapitel aus dem Index des sozioökonomischen beruflichen Status der Eltern (Highest International Socio-Economic Index of Occupational Status; HISEI). Schüler*innen mit niedrigem sozioökonomischen Status besitzen oftmals nicht die für das schulische Lernen erforderlichen ICT-Ressourcen im Haushalt, da ihre Familien nicht über die notwendigen finanziellen Mittel verfügen (Van Lancker & Zachary, 2020). Diese Kluft zwischen Personen mit und ohne Zugang zu digitalen Medien wird unter dem Begriff „digital divide“ (van Dijk, 2020) gefasst. Im Kontext der Corona-Pandemie war dieses Defizit fatal, da Schüler*innen zu Zeiten der Schulschließungen auf die technische Ausstattung zuhause angewiesen waren, was die lernbezogenen Folgen des *digital divide* noch weiter vergrößert hat, da Schüler*innen aus Familien mit niedrigerem sozioökonomischen Status potenziell besonders von fehlender digitaler Ausstattung im Haushalt betroffen waren (Kastorff et al., 2023). Gerade während der Anfangsphase der Corona-Pandemie war die Nutzung von ICT-Ressourcen im Haushalt zwingend notwendig, um mithilfe von Desktop-PCs, Laptops oder Smartphones am schulischen Unterricht mehr oder weniger gut teilzunehmen und soziale Kontakte zu Lehrkräften, Mitschüler*innen, Familienmitgliedern und Gleichaltrigen medial vermittelt aufrecht zu erhalten (Moser et al., 2021). Vor diesem Hintergrund und mit Blick auf die fortschreitende Digitalisierung von Bildungsprozessen scheint es von großer Relevanz, auch die Verfügbarkeit von ICT-Ressourcen im Haushalt, in diesem Fall aus Sicht der Schüler*innen, in die Betrachtung einzuschließen.

Befunde zu ICT-Ressourcen im Haushalt in PISA 2022

Eine Ausstattung mit ICT-Ressourcen im Haushalt (Tabelle 9.3) ist laut Auskunft der Schüler*innen in Deutschland fast flächendeckend vorhanden: 94 Prozent der Schüler*innen berichten, einen Computer (Laptop, PC oder Tablet) im Haushalt vorzufinden, den sie für ihre Schularbeiten verwenden können. Dieser Wert liegt signifikant über dem OECD-Durchschnitt (92%), wobei die Zustimmungswerte für Schüler*innen aus Gymnasien in Deutschland mit 99 Prozent signifikant höher ausfallen als jene von Schüler*innen aus nicht gymnasialen Schulen (92%). Das bedeutet jedoch auch im Umkehrschluss, dass im Jahr 2022 für fast jede*n zehnte*n Schüler*in an nicht gymnasialen Schularten kein adäquates digitales Gerät im Haushalt für schulisches Lernen zur Verfügung steht. In Zeiten des Distanzunterrichts wurden Schüler*innen ohne entsprechenden Zugang häufig Leihgeräte zur Verfügung gestellt (vgl. Kapitel 10). Ebenso besitzen

fast alle befragten Schüler*innen in Deutschland schulartunabhängig einen Internetzugang (97 %) beziehungsweise ein eigenes Handy mit Internetzugang (99 %) und liegen damit im OECD-Durchschnitt. Demgegenüber steht allerdings die deutlich geringere Verfügbarkeit von Lernsoftware oder Apps zum Lernen: Hier geben nur 60 Prozent der Schüler*innen in Deutschland an, über eine solche Software im Haushalt zu verfügen, was signifikant unter dem OECD-Durchschnitt liegt (75 %). Schüler*innen an Gymnasien in Deutschland geben mit 69 Prozent signifikant häufiger an, Lernsoftware oder Apps zur Verfügung zu haben als Schüler*innen an nicht gymnasialen Schulen (56 %). Insgesamt weisen die Befunde darauf hin, dass die Verfügbarkeit an ICT-Hardware im Haushalt nicht direkt mit der Verfügbarkeit entsprechender Software zum Lernen einhergeht, wobei letztere für die Unterstützung von Lernprozessen mittels digitaler Medien ein großes Potenzial aufweist. Die entsprechende Angabe der Lehrkräfte zum Einsatz von Lernsoftware im Unterricht (vgl. Tabelle 9.5) legt nahe, dass die Nutzung von Lernsoftware nur in geringem Maße in der Schule erfahren und für den privaten Bereich angeregt wird.

Tabelle 9.3: Ausstattung mit materiellen ICT-Ressourcen im Haushalt

	Bei mir zuhause gibt es ...									
	einen Laptop, PC oder Tablet, den ich für Schularbeiten verwenden kann		Internetzugang (z. B. WLAN) (ohne Zugang übers Smartphone)		ein eigenes Handy mit Internetzugang (z. B. Smartphone)		Lern-Software oder Apps (z. B. Kahoot!, Mathegym, Khan-Academy)			
	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein		
	% (SE)	% (SE)	% (SE)	% (SE)	% (SE)	% (SE)	% (SE)	% (SE)	% (SE)	
Deutschland	94.2 (0.4)	5.8 (0.4)	96.8 (0.1)	3.2 (0.1)	99.0 (0.2)	1.0 (0.2)	60.4 (0.9)	39.6 (0.9)		
OECD-Durchschnitt	92.2 (0.1)	7.8 (0.1)	98.1 (0.2)	1.9 (0.2)	97.9 (0.0)	2.1 (0.0)	75.4 (0.1)	24.6 (0.1)		
Gymnasien	98.8 (0.2)	1.2 (0.2)	99.2 (0.2)	0.8 (0.2)	99.6 (0.1)	0.4 (0.1)	69.0 (1.1)	31.0 (1.1)		
Nicht gymnasiale Schularten	92.1 (0.5)	7.9 (0.5)	97.9 (0.3)	2.1 (0.3)	98.8 (0.2)	1.2 (0.2)	55.6 (1.4)	44.4 (1.4)		

Anmerkung: Die Angaben basieren auf den Antworten der Schüler*innen über die Verfügbarkeit der genannten ICT-Ressourcen im Haushalt.

Um Aussagen darüber treffen zu können, inwiefern der sozioökonomische berufliche Status der Erziehungsberechtigten (in welchen die ICT-Ausstattung im Haushalt nicht mit eingeht) mit den ICT-Ressourcen im Haushalt zusammenhängt, wurde eine lineare Regression berechnet (Tabelle 9.4). Die Ergebnisse zeigen sowohl für Deutschland ($\beta = .27$) als auch für den OECD-Durchschnitt ($\beta = .28$) einen signifikant positiven Zusammenhang. Das bedeutet, dass im Mittel mit steigendem HISEI auch mehr ICT-Ressourcen im Haushalt zur Verfügung stehen. Trotz des signifikanten Ergebnisses ist die Stärke des Zusammenhangs mit einem aufgeklärten Varianzanteil (R^2) von 7 Prozent für Deutschland und 8 Prozent für den OECD-Durchschnitt relativ klein, was bedeutet, dass der sozioökonomische berufliche Status der Erziehungsberechtigten zwar ein relevanter, aber nicht der ausschlaggebende erklärende Faktor hinsichtlich der ICT-Ressourcen

im Haushalt ist. Unterscheidet man bei der linearen Regressionsanalyse zwischen gymnasialen und nicht gymnasialen Schularten, so zeigt sich, dass der signifikant positive Zusammenhang mit dem sozioökonomischen beruflichen Status für die ICT-Ausstattung der Schüler*innen an beiden Schularten in gleicher Höhe vorliegt.

Tabelle 9.4: Zusammenhang zwischen den materiellen ICT-Ressourcen im Haushalt und dem sozioökonomischen beruflichen Status der Eltern (HISEI)

	ICT-Ressourcen im Haushalt			Stärke des Zusammenhangs		
	Achsenabschnitt	(SE)	β	(SE)	Varianzaufklärung R^2	(SE)
Deutschland	-0.39	(0.00)	0.27	(0.0)	0.07	(0.00)
OECD-Durchschnitt	-0.68	(0.00)	0.28	(0.0)	0.08	(0.00)
Gymnasium	-0.20	(0.10)	0.22	(0.0)	0.05	(0.00)
Nicht gymnasiale Schularten	-0.37	(0.10)	0.22	(0.0)	0.05	(0.00)

Anmerkung: Statistisch signifikante Werte ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben.

9.2 Digitalisierungsbezogene schulische und außerschulische Lernangebote und deren Nutzung

Neben der Verfügbarkeit von ICT-Ressourcen und deren Qualität sind sowohl das *Lernangebot* als auch die Form der *Nutzung* für den lernbezogenen Mehrwert digitaler Medien relevant (Petko et al., 2017; Sailer et al., 2021; Scheiter, 2021). Für eine umfassende Darstellung von Lehr- und Lernprozessen mit digitalen Medien werden daher beide Seiten betrachtet: sowohl das Lernangebot aufseiten der Lehrkräfte hinsichtlich des Lernens mit und über digitale Medien als auch die Nutzung digitaler Medien aufseiten der Schüler*innen. Basierend auf dem Angebots-Nutzungs-Modell des Lehrens und Lernens (Helmke, 2014) haben Lachner et al. (2020) und Scheiter (2021) einen Ansatz entwickelt, der den Einsatz digitaler Medien im Unterricht als spezifisches Angebot betrachtet, welches von Lehrkräften geschaffen wird und von Schüler*innen genutzt werden kann, um Lernziele wie Fach- und Medienkompetenz sowie ICT-Literacy zu erwerben. Diese digitalisierungsbezogenen Lehr-Lern-Angebote sollen bekannte Faktoren der Unterrichtsqualität wie kognitive Aktivierung oder konstruktive Unterstützung fördern.

Gemeinsam mit dem unterrichtlichen digitalisierungsbezogenen Angebot und dessen Nutzung im Schulkontext wird auch der außerunterrichtliche Einsatz digitaler Medien für schulische Zwecke, zum Beispiel bei der Bearbeitung von Hausaufgaben (Kapitel 9.2.1) betrachtet. Ergänzend widmet sich Kapitel 9.2.2 der Nutzung digitaler Medien in der Freizeit.

9.2.1 Digitale schulische und unterrichtsbezogene (Lern-)Angebote und deren Nutzung

9.2.1.1 Digitale schulische und unterrichtsbezogene Lernangebote

Im Sinne einer lernförderlichen Angebotsstruktur für das Lehren mit digitalen Medien im Unterricht müssen Lehrkräfte in der Lage sein, lehr- beziehungsweise lerneffektive Funktionen von digitalen Medien zu identifizieren und diese entsprechend im Unterricht einzusetzen (Herring et al., 2016). In PISA 2022 wurde den Lehrkräften hierzu eine Auflistung an digitalen Hilfsmitteln vorgelegt, für die sie auf einer Antwortskala von 1 = „nie“ bis 4 = „fast jede Stunde“ (Tabelle 9.5) angeben sollten, wie häufig sie diese in ihrem Unterricht im Laufe eines Schuljahres einsetzen. Die Antworten zeigen, dass die Angaben der Lehrkräfte in Deutschland bezogen auf fast alle aufgelisteten digitalen Hilfsmittel auf einer deskriptiven Ebene niedrigere (ungewichtete) Mittelwerte aufweisen als der OECD-Durchschnitt. Die Lehrkräfte in Deutschland geben überwiegend an, die in Tabelle 9.5 aufgeführten digitalen Hilfsmittel nie oder nur in einigen Unterrichtsstunden zu verwenden. Eine Ausnahme bildet hier Textverarbeitungs- oder Präsentationssoftware, welche 41 Prozent der Lehrenden häufig verwenden (in den meisten Stunden oder sogar in jeder bzw. fast jeder Stunde). Lernsoftware oder Übungsprogramme, digitale Lernspiele, computerbasierte Informationsquellen wie Wikis und interaktive Lernmaterialien wie Quizze kommen bei mehr als der Hälfte der Lehrenden im Laufe eines Schuljahres nur in einigen Stunden zum Einsatz. Besonders selten und von über vier Fünftel der Lehrkräfte überhaupt nicht genutzt werden jedoch Concept-Mapping-Software, Datenaufzeichnungs- und -überwachungstools sowie E-Portfolios. In der Zusammenschau zeigt sich entsprechend, dass digitale Tools, denen bei didaktisch sinnvollem Einsatz ein besonderes Potenzial an Lernförderlichkeit zugesprochen wird, wie Lernsoftware oder interaktive digitale Lernmaterialien sowie Concept-Mapping, E-Portfolios, aber auch Simulation- und Modellierungssoftware (De Jong et al., 2013; Schroeder et al., 2018), nur in sehr geringem Umfang von den Lehrkräften im Unterricht verwendet werden und damit noch keinen ausreichenden Eingang in deren Lehr-Lern-Repertoire gefunden haben. Im Vergleich von Gymnasien und nicht gymnasialen Schularten zeigt sich für den Einsatz digitaler Tools zur Gestaltung von Lernangeboten durch die Lehrkräfte ein vergleichbares Bild. Lediglich bei der Verwendung von Tabellenkalkulations-Tools geben Lehrkräfte nicht gymnasialer Schulen mit 41 Prozent häufiger an, diese in einigen Stunden zu verwenden, als Lehrkräfte an Gymnasien (33 %). Hier gilt es jedoch, Lehrplanspezifika zu berücksichtigen, in welchen zum Beispiel an wirtschaftlich-technisch orientierten Schulen die Verwendung von Tabellenkalkulationsprogrammen ein zentraler Bestandteil des Unterrichts ist.

Tabelle 9.5: Einsatz digitaler Hilfsmittel im Unterricht

	OECD		Deutschland		Nie	In einigen Stunden	In den meisten Stunden	In jeder oder fast jeder Stunde
	M	SD	M	SD				
Digitale Tools								
Lern-Software oder Übungsprogramme	1.96	0.84	1.97	0.68	20.9	64.5	11.0	3.6
Digitale Lernspiele	1.74	0.69	1.69	0.58	37.1	57.9	4.4	0.6
Textverarbeitungs- oder Präsentationssoftware	2.77	0.96	2.53	0.90	8.0	51.0	21.1	20.0
Tabellenkalkulation	1.80	0.80	1.46	0.61	59.3	36.6	3.1	1.1
Multimediaproduktion	1.74	0.84	1.53	0.69	56.7	35.4	6.0	1.9
Concept-Mapping-Software	1.31	0.59	1.20	0.45	82.5	15.7	1.6	0.2
Datenaufzeichnungs- und Datenüberwachungstools	1.62	0.85	1.19	0.52	84.8	12.3	1.6	1.3
Simulations- und Modellierungssoftware	1.40	0.66	1.29	0.54	75.3	21.4	2.9	0.4
Soziale Medien	1.33	0.62	1.24	0.48	78.6	19.4	1.7	0.3
Kommunikationssoftware	2.24	0.93	1.97	0.83	29.4	50.0	14.5	6.2
Computerbasierte Informationsquellen	2.41	0.88	2.23	0.67	8.6	65.1	21.1	5.2
Interaktive, digitale Lernmaterialien	2.30	0.85	2.02	0.69	19.3	62.2	15.3	3.2
Grafik- oder Zeichensoftware	1.57	0.78	1.53	0.74	59.7	30.2	7.5	2.6
E-Portfolios	1.34	0.66	1.16	0.44	86.4	11.9	1.2	0.5

Anmerkung: Prozentangaben und Mittelwerte über die Angaben von Lehrkräften in Deutschland und der OECD bezüglich der Verwendung von digitalen Hilfsmitteln im Laufe des Schuljahres.

Gekürzte Items, vollständige Formulierung der Items befindet sich im Online-Anhang, Tabelle 9.5web.

Des Weiteren wurde für das schulische Angebot bei Schulleitungen erfragt, ob Computer-AGs als Lernangebote gewählt werden können (ohne Abbildung). Insgesamt berichten 60 Prozent der Schulleitungen in Deutschland von einem solchen Angebot an ihrem Schulen, was signifikant über dem OECD-Durchschnitt von 44 Prozent liegt. Das Angebot an Computer-AGs ist an Gymnasien mit 65 Prozent häufiger vorzufinden als an nicht gymnasialen Schularten (59%), wobei der Unterschied nicht signifikant ausfällt.

9.2.1.2 Digitale schulische und unterrichtsbezogene Mediennutzung

Schüler*innen sollten im Sinne der erfolgreichen Nutzung von digitalen Medien im Unterricht selbst aktiv und kompetent mit digitalen Medien agieren können (KMK, 2017, 2021). Daher ist es wichtig zu untersuchen, wie häufig Schüler*innen digitale Medien und Lernangebote im Unterricht nutzen. Entsprechend werden im Folgenden zunächst die Angaben der Schüler*innen dargestellt, wie häufig sie verschiedene digitale Medien in der Schule verwenden (Tabelle 9.6). Im Anschluss wird auf die Nutzungsart eingegangen und dargelegt, welche Aktivitäten konkret mit den digitalen Medien im Unterricht umgesetzt wurden (Tabelle 9.7). Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass ein signifikanter Unterschied zwischen den Angaben der Schüler*innen in Deutschland und jenen im OECD-Durchschnitt hinsichtlich der Nutzungshäufigkeit von digitalen Medien/ICT-Ressourcen in der Schule vorliegt. Über alle aufgeführten digitalen Medien hinweg fällt die Nutzungshäufigkeit in Deutschland höher aus als im OECD-Durchschnitt. Allerdings ergibt sich bezogen auf einzelne Medien ein deutlich heterogenes Bild. Wie in Tabelle 9.6 dargestellt, berichten zusammengenommen nur 12 Prozent der Schüler*innen in Deutschland, dass sie einen PC oder Laptop (fast) jeden Tag beziehungsweise mehrmals pro Tag in der Schule verwenden. Der OECD-Durchschnitt liegt bei 36 Prozent und damit signifikant höher. Keine Unterschiede zeigen sich, wenn man Gymnasien und nicht gymnasiale Schulen in Deutschland getrennt betrachtet, hier geben nur 10 Prozent beziehungsweise 14 Prozent der Schüler*innen an, einen PC oder Laptop (fast) jeden Tag beziehungsweise mehrfach am Tag im Unterricht zu verwenden. Das von Schüler*innen in Deutschland am häufigsten genutzte Tool sind Smartphones mit Internetzugang, die von 40 Prozent der Schüler*innen (fast) jeden Tag beziehungsweise mehrmals pro Tag verwendet werden, wobei der OECD-Durchschnitt mit 58 Prozent noch signifikant höher liegt. Demgegenüber können 27 Prozent der Schüler*innen in Deutschland bei der Nutzung von Tablets der höchsten Antwortkategorie zugeordnet werden, was signifikant über dem OECD-Durchschnitt von 18 Prozent liegt. Hier zeigt sich jedoch ein deutlicher Unterschied zwischen den Schularten: während der Wert an Gymnasien bei 38 Prozent liegt, ist er an nicht gymnasialen Schularten mit nur 20 Prozent signifikant niedriger. Betrachtet man die Nutzung von Lern-Software, Spielen, Apps und Lern-Tools, so zeigt sich wiederum kein international anschlussfähiges Bild. Zusammengenommen geben nur 11 Prozent der Schüler*innen in Deutschland an, diese (fast) jeden Tag beziehungsweise mehrmals pro Tag zu verwenden und weitere 38 Prozent geben an diese (fast) nie im Unterricht zu benutzen. Diese Werte spiegeln die entsprechenden Angaben der Lehrkräfte zum Einsatz dieser digitalen Hilfsmittel wider (Tabelle 9.5). Lern-Software, Spiele, Apps und Lern-Tools haben somit keinen festen Platz im Schulunterricht in Deutschland. International kommen Lern-Software, Spiele, Apps und Lern-Tools dagegen mit 25 Prozent im OECD-Durchschnitt im Vergleich signifikant häufiger fast täglich zum Einsatz. Ein ähnliches Bild zeigt sich für Lern-Management-Systeme, wie zum Beispiel Moodle. Ihnen wird unter anderem aufgrund der Bereitstellung unterschiedlicher Lernmaterialien, kooperativer Arbeitsfor-

Tabelle 9.6: Nutzungshäufigkeit digitaler Medien in der Schule

	Gesamt- skala	Nie oder fast nie % (SE)	Etwa ein- oder zweimal pro Monat oder Woche % (SE)	(Fast) jeden Tag oder mehr- mals pro Tag % (SE)	Dieses Medium ist für mich in der Schule nicht ver- fügbar % (SE)
	<i>M</i> (<i>SE</i>)				
Deutschland	0.05 (0.02)				
PC oder Laptop		28.2 (1.0)	55.2 (1.1)	12.4 (0.5)	4.3 (0.4)
Smartphone (d. h. Handy mit Internetzugang)		13.5 (0.7)	42.1 (0.9)	39.6 (1.0)	4.9 (0.4)
Tables oder E-Book Reader		33.8 (1.3)	32.2 (1.6)	27.4 (1.3)	6.5 (0.5)
Internetzugang (außer auf Smartphone)		22.9 (0.8)	42.2 (0.9)	29.3 (1.2)	5.6 (0.4)
Schulportal (um Stundenplan usw. nachzuschauen)		20.0 (0.9)	27.1 (0.9)	48.9 (1.3)	4.0 (0.3)
Lern-Software, Spiele oder Apps, weitere Lern-Tools		38.1 (1.1)	46.4 (1.1)	11.3 (0.6)	4.3 (0.4)
Ein Lern-Management-System oder eine Lernplattform		42.4 (1.0)	34.1 (0.9)	16.7 (0.9)	6.9 (0.5)
	<i>M</i> (<i>SE</i>)				
OECD	0.00 (0.00)				
PC oder Laptop		17.4 (0.2)	42.7 (0.2)	35.9 (0.2)	3.9 (0.1)
Smartphone (d. h. Handy mit Internetzugang)		11.5 (0.1)	25.3 (0.2)	58.1 (0.2)	5.1 (0.1)
Tables oder E-Book Reader		49.1 (0.2)	21.1 (0.2)	18.3 (0.2)	11.5 (0.1)
Internetzugang (außer auf Smartphone)		14.8 (0.1)	27.1 (0.2)	53.3 (0.2)	53.3 (0.2)
Schulportal (um Stundenplan usw. nachzuschauen)		22.4 (0.1)	25.8 (0.1)	47.0 (0.2)	4.8 (0.1)
Lern-Software, Spiele oder Apps, weitere Lern-Tools		33.2 (0.2)	35.5 (0.1)	25.0 (0.1)	6.3 (0.1)
Ein Lern-Management-System oder eine Lernplattform		26.6 (0.2)	28.7 (0.2)	38.4 (0.2)	6.3 (0.1)
Gymnasien					
PC oder Laptop		31.5 (1.7)	54.9 (2.1)	10.2 (0.8)	3.4 (0.4)
Smartphone (d. h. Handy mit Internetzugang)		10.1 (0.9)	45.4 (1.7)	41.8 (1.9)	2.6 (0.4)
Tables oder E-Book Reader		32.2 (2.2)	22.9 (2.4)	38.0 (2.7)	6.8 (0.7)
Internetzugang (außer auf Smartphone)		20.9 (1.4)	42.0 (1.5)	32.6 (2.3)	4.5 (0.5)
Schulportal (um Stundenplan usw. nachzuschauen)		13.3 (1.3)	23.6 (1.5)	60.9 (2.4)	2.2 (0.3)
Lern-Software, Spiele oder Apps, weitere Lern-Tools		33.6 (1.6)	54.0 (1.4)	9.4 (0.8)	3.1 (0.4)
Ein Lern-Management-System oder eine Lernplattform		40.4 (1.4)	35.2 (1.1)	19.1 (1.4)	5.2 (0.5)
Nicht gymnasiale Schularten					
PC oder Laptop		25.9 (1.2)	55.6 (1.4)	13.6 (0.7)	4.9 (0.5)
Smartphone (d. h. Handy mit Internetzugang)		16.2 (1.2)	40.5 (1.3)	37.1 (1.3)	6.2 (0.6)
Tables oder E-Book Reader		34.6 (1.8)	39.4 (1.7)	19.8 (1.4)	6.2 (0.8)
Internetzugang (außer auf Smartphone)		24.3 (1.0)	43.4 (1.2)	26.2 (1.1)	6.2 (0.6)
Schulportal (um Stundenplan usw. nachzuschauen)		24.9 (1.2)	29.9 (1.0)	40.0 (1.7)	5.2 (0.5)
Lern-Software, Spiele oder Apps, weitere Lern-Tools		41.5 (1.6)	41.6 (1.5)	11.9 (0.8)	5.1 (0.6)
Ein Lern-Management-System oder eine Lernplattform		44.1 (1.4)	33.4 (1.2)	14.7 (1.0)	7.8 (0.7)

Anmerkungen: Die Angaben basieren auf den Antworten der Schüler*innen, wie häufig sie die genannten digitalen Medien in diesem Schuljahr in der Schule genutzt haben.

Die Gesamtskala orientiert sich am Mittelwert der OECD ($M_{2\text{-stand.}} = 0$; $SD_{2\text{-stand.}} = 1$).

Werte über 0 bedeuten eine häufigere Nutzung von ICT-Ressourcen in der Schule als im OECD-Durchschnitt, Werte unter 0 eine seltenere Nutzung. Gekürzte Items, vollständige Formulierung der Items befindet sich im Online-Anhang, Tabelle 9.6web.

men sowie Feedbackfunktionen ein vielseitiges lernförderliches Potenzial zugesprochen. Zudem haben Lehrkräfte die Möglichkeit, über Lern-Management-Systeme den Lernfortschritt von Schüler*innen zu überwachen. Lediglich 17 Prozent der Schüler*innen in Deutschland geben an, ein Lern-Management-System (fast) jeden Tag beziehungsweise mehrmals am Tag in der Schule zu verwenden, was unter dem OECD-Durchschnitt von 38 Prozent liegt. Damit einhergehend berichten 42 Prozent der Schüler*innen in Deutschland, Lern-Management-Systeme nie oder fast nie in der Schule zu verwenden, was signifikant über dem OECD-Durchschnitt von 27 Prozent liegt. Dabei zeigen sich keine Unterschiede hinsichtlich der Nutzungshäufigkeit von Lern-Management-Systemen an Gymnasien und nicht gymnasialen Schularten. Lediglich die Häufigkeit der Nutzung von Schulportalen, die jedoch in erster Linie für organisatorische Aufgaben (z. B. Stundenplan, Abwesenheiten) genutzt werden, unterscheidet sich nicht zwischen Schüler*innen in Deutschland mit 49 Prozent ((fast) jeden Tag bzw. mehrmals pro Tag) und dem OECD-Durchschnitt (47%). Allerdings zeigt sich hier ein signifikanter Unterschied zwischen Schüler*innen an Gymnasien (61%) und an nicht gymnasialen Schularten (40%). Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Nutzung schulischer ICT-Ressourcen in Deutschland im Mittel zwar international anschlussfähig ist, dass aber insbesondere lernrelevante Tools, wie Lern-Software oder Lern-Management-Systeme von etwa Zweidrittel der Schüler*innen nie beziehungsweise nur ein bis zweimal pro Monat genutzt werden und mehrere andere Tools deutlich seltener in die (fast) tägliche Nutzung in der Schule Eingang gefunden haben als im OECD-Durchschnitt.

Neben der generellen Nutzungshäufigkeit von ICT-Ressourcen in der Schule kommt es auch auf die *Art* der Nutzung der ICT-Ressourcen und den damit verfolgten Zielsetzungen der Lernaktivitäten an. Die Schüler*innen in PISA 2022 wurden daher gefragt, wie häufig sie bestimmte lernförderliche Aktivitäten im Unterricht mit schulischen ICT-Ressourcen ausüben (die Antwortmöglichkeiten reichten von 1 = „nie oder fast nie“ bis 5 = „jeden Tag oder fast jeden Tag“; vgl. Tabelle 9.7). Im Vergleich liegt Deutschland mit $M = -0.22$ hinsichtlich der Gesamtheit der erfragten Nutzungsarten schulischer ICT-Ressourcen signifikant unter dem OECD-Durchschnitt ($M = 0.01$). Betrachtet man die einzelnen Aktivitäten getrennt, so geben Schüler*innen in Deutschland signifikant seltener an, digitale Medien im Unterricht zur Erstellung von Multimedia-Präsentationen, zur Internetrecherche, zum Sammeln von Daten, zum Analysieren von selbstgesammelten Daten, zum Berichten von Ergebnissen eigener Experimente oder Untersuchungen, zur Kooperation mit anderen Schüler*innen oder zum Spielen digitaler Lernspiele zu verwenden sowie im Sinne des selbstregulativen Lernens mit digitalen Medien den Fortschritt eigener Arbeitsprojekte zu verfolgen. Lediglich die Verwaltung und Planung von Projekten und Aufgaben erledigen Schüler*innen in Deutschland signifikant häufiger mit digitalen Medien als die Schüler*innen im OECD-Durchschnitt ($M = 2.63$ vs. $M = 2.28$). Wenn man zudem genauer betrachtet, inwieweit die Schüler*innen in Deutschland angeben, die genannten Nutzungsarten schulischer ICT-Ressourcen (fast) jeden Tag durchzuführen, so zeigt sich, dass diese bisher nur geringen Eingang in den Unterricht und das schulische Lernen gefunden haben, da nur 2 bis 6 Prozent der

Tabelle 9.7: Nutzungsarten schulischer digitaler Medien im Unterricht oder bei den Hausaufgaben

	Gesamt- skala	Nie oder fast nie % (SE)	Etwa ein- oder zweimal pro Jahr % (SE)	Etwa ein- oder zwei- mal pro Monat % (SE)	Etwa ein- oder zwei- mal pro Woche % (SE)	Jeden Tag oder fast jeden Tag % (SE)
	<i>M</i> (SE)					
Deutschland	-0.22 (0.02)					
Eine Multimedia-Präsentation mit Bildern, Ton oder Video erstellen	2.3 (0.0)	22.6 (0.8)	34.0 (0.9)	33.8 (0.9)	7.6 (0.4)	1.9 (0.2)
Einen Text für eine Schulaufgabe schreiben oder bearbeiten	2.6 (0.0)	23.4 (0.7)	21.3 (0.6)	34.1 (0.7)	15.3 (0.6)	6.0 (0.5)
Im Internet Informationen über reale Probleme oder Phänomene suchen	2.8 (0.0)	18.6 (0.7)	18.0 (0.7)	36.1 (0.7)	22.2 (0.6)	5.1 (0.4)
Daten sammeln und erfassen	2.4 (0.0)	31.1 (0.7)	20.9 (0.6)	28.0 (0.6)	16.1 (0.6)	3.9 (0.3)
Daten, die du selbst gesammelt hast, analysieren	2.1 (0.0)	43.1 (0.9)	21.5 (0.6)	22.8 (0.6)	9.6 (0.5)	2.9 (0.3)
Ergebnisse von eigenen Experimenten oder Untersuchungen berichten oder sie teilen	2.1 (0.0)	40.4 (0.9)	22.1 (0.7)	24.2 (0.7)	10.7 (0.6)	2.6 (0.3)
Aufgaben oder Projekte planen und verwalten	2.6 (0.0)	34.3 (0.9)	22.8 (0.6)	27.7 (0.8)	11.5 (0.5)	3.8 (0.3)
Den Fortschritt eigener Arbeitsprojekte verfolgen	2.2 (0.0)	39.1 (0.9)	21.6 (0.5)	25.0 (0.7)	11.5 (0.5)	2.8 (0.2)
In Zusammenarbeit mit anderen Schülerinnen und Schülern digitale Inhalte erstellen	2.6 (0.0)	19.9 (0.8)	24.1 (0.8)	37.3 (0.8)	15.6 (0.7)	3.2 (0.3)
Digitale Lernspiele spielen	2.1 (0.0)	43.4 (1.0)	21.9 (0.6)	22.5 (0.7)	8.5 (0.5)	3.7 (0.3)
	<i>M</i> (SE)					
OECD	0.01 (0.0)					
Eine Multimedia-Präsentation mit Bildern, Ton oder Video erstellen	2.5 (0.0)	24.5 (0.2)	23.4 (0.1)	34.5 (0.2)	13.6 (0.1)	4.0 (0.1)
Einen Text für eine Schulaufgabe schreiben oder bearbeiten	2.9 (0.0)	14.0 (0.1)	14.8 (0.1)	33.7 (0.2)	26.7 (0.2)	10.8 (0.1)
Im Internet Informationen über reale Probleme oder Phänomene suchen	2.9 (0.0)	17.0 (0.1)	15.7 (0.1)	32.4 (0.1)	25.7 (0.1)	9.2 (0.1)
Daten sammeln und erfassen	2.6 (0.0)	27.3 (0.2)	18.2 (0.1)	28.5 (0.1)	19.7 (0.1)	6.2 (0.1)
Daten, die du selbst gesammelt hast, analysieren	2.5 (0.0)	32.7 (0.2)	19.8 (0.1)	26.4 (0.1)	15.9 (0.1)	5.1 (0.1)
Ergebnisse von eigenen Experimenten oder Untersuchungen berichten oder sie teilen	2.5 (0.0)	31.8 (0.2)	20.0 (0.1)	27.9 (0.1)	15.9 (0.1)	4.4 (0.1)
Aufgaben oder Projekte planen und verwalten	2.3 (0.0)	26.8 (0.2)	17.9 (0.1)	29.8 (0.1)	19.0 (0.1)	6.5 (0.1)
Den Fortschritt eigener Arbeitsprojekte verfolgen	2.6 (0.0)	27.7 (0.2)	17.3 (0.1)	28.0 (0.1)	20.3 (0.1)	6.7 (0.1)
In Zusammenarbeit mit anderen Schülerinnen und Schülern digitale Inhalte erstellen	2.7 (0.0)	21.1 (0.2)	18.2 (0.1)	34.0 (0.1)	20.8 (0.1)	5.9 (0.1)
Digitale Lernspiele spielen	2.4 (0.0)	36.4 (0.2)	17.9 (0.1)	24.4 (0.1)	15.3 (0.1)	6.1 (0.1)

Fortsetzung Tabelle 9.7: Nutzungsarten schulischer digitaler Medien im Unterricht oder bei den Hausaufgaben

Gymnasien												
Eine Multimedia-Präsentation mit Bildern, Ton oder Video erstellen	2.4	(0.0)	15.0	(0.8)	37.6	(1.4)	38.9	(1.2)	7.2	(0.7)	1.3	(0.3)
Einen Text für eine Schulaufgabe schreiben oder bearbeiten	2.8	(0.0)	16.2	(1.0)	20.7	(0.9)	37.5	(0.9)	17.3	(1.0)	8.3	(1.0)
Im Internet Informationen über reale Probleme oder Phänomene suchen	3.1	(0.0)	10.1	(0.8)	15.3	(1.1)	38.2	(1.2)	29.8	(1.2)	6.6	(0.7)
Daten sammeln und erfassen	2.5	(0.0)	28.7	(1.1)	20.8	(0.9)	28.5	(0.9)	17.3	(0.9)	4.7	(0.6)
Daten, die du selbst gesammelt hast, analysieren	2.0	(0.0)	43.9	(1.4)	23.0	(1.2)	22.1	(0.9)	8.4	(0.7)	2.7	(0.4)
Ergebnisse von eigenen Experimenten oder Untersuchungen berichten oder sie teilen	2.2	(0.0)	37.5	(1.5)	22.2	(1.1)	25.7	(1.1)	11.6	(0.9)	2.9	(0.5)
Aufgaben oder Projekte planen und verwalten	2.4	(0.0)	30.4	(1.3)	23.6	(1.0)	29.6	(1.2)	12.3	(0.8)	4.1	(0.5)
Den Fortschritt eigener Arbeitsprojekte verfolgen	2.2	(0.0)	38.1	(1.3)	22.0	(0.8)	25.5	(1.0)	11.7	(0.8)	2.7	(0.4)
In Zusammenarbeit mit anderen Schülerinnen und Schülern digitale Inhalte erstellen	2.7	(0.0)	12.2	(1.0)	24.8	(1.2)	42.3	(1.3)	17.6	(1.2)	3.1	(0.4)
Digitale Lernspiele spielen	2.1	(0.0)	23.7	(0.8)	21.5	(1.2)	8.2	(0.7)	3.5	(0.4)	3.5	(0.4)
Nicht gymnasiale Schularten												
Eine Multimedia-Präsentation mit Bildern, Ton oder Video erstellen	2.3	(0.0)	27.5	(1.1)	32.0	(1.1)	30.4	(1.1)	7.7	(0.6)	2.3	(0.3)
Einen Text für eine Schulaufgabe schreiben oder bearbeiten	2.4	(0.0)	28.0	(1.0)	21.8	(0.9)	32.1	(1.1)	13.8	(0.8)	4.2	(0.5)
Im Internet Informationen über reale Probleme oder Phänomene suchen	2.6	(0.0)	24.3	(1.0)	20.1	(1.0)	34.9	(0.9)	16.8	(0.8)	3.9	(0.5)
Daten sammeln und erfassen	2.4	(0.0)	32.6	(1.0)	20.9	(0.9)	27.9	(0.9)	15.3	(0.7)	3.3	(0.4)
Daten, die du selbst gesammelt hast, analysieren	2.1	(0.0)	42.4	(1.3)	20.7	(0.8)	23.5	(0.9)	10.4	(0.7)	3.0	(0.4)
Ergebnisse von eigenen Experimenten oder Untersuchungen berichten oder sie teilen	2.1	(0.0)	42.4	(1.2)	22.2	(0.9)	23.2	(1.0)	9.9	(0.6)	2.3	(0.3)
Aufgaben oder Projekte planen und verwalten	2.2	(0.0)	37.0	(1.2)	22.0	(0.7)	26.5	(1.0)	11.0	(0.7)	3.5	(0.4)
Den Fortschritt eigener Arbeitsprojekte verfolgen	2.2	(0.0)	39.5	(1.2)	21.6	(0.9)	24.7	(0.9)	11.3	(0.7)	2.8	(0.3)
In Zusammenarbeit mit anderen Schülerinnen und Schülern digitale Inhalte erstellen	2.5	(0.0)	24.8	(1.2)	23.9	(1.1)	34.1	(1.1)	14.1	(0.9)	3.0	(0.4)
Digitale Lernspiele spielen	2.1	(0.0)	43.8	(1.4)	20.7	(0.8)	23.4	(1.0)	8.3	(0.6)	3.7	(0.4)

Anmerkungen: Die Angaben basieren auf den Antworten der Schüler*innen, wie häufig sie die angegebenen ICT-Ressourcen im Unterricht oder bei den Hausaufgaben verwenden.

Die Gesamtskala orientiert sich am Mittelwert der OECD ($M_{z\text{-stand.}} = 0$; $SD_{z\text{-stand.}} = 1$).

Werte über 0 bedeuten eine häufigere Nutzung von ICT-Ressourcen im Unterricht oder bei den Hausaufgaben als im OECD-Durchschnitt, Werte unter 0 eine seltenere Nutzung.

Gekürzte Items, vollständige Formulierung der Items befindet sich im Online-Anhang, Tabelle 9.7.1web.

Schüler*innen angeben, die erfragten Nutzungsarten jeden Tag oder fast jeden Tag auszuüben, während zwischen 19 Prozent und 43 Prozent der Schüler*innen angeben, diese (fast) nie auszuführen.

Mit Blick auf die OECD-Staaten zeigt sich, dass die Antworten der Schüler*innen in Deutschland zu den Nutzungsarten schulischer ICT-Ressourcen vergleichbar zu den Antworten der Schüler*innen im Vereinigten Königreich und in Griechenland sind (vgl. Tabelle 9.7.2web). Schüler*innen in Schweden oder Dänemark geben im Vergleich signifikant häufiger (auch signifikant über dem OECD-Durchschnitt) an, schulische ICT-Ressourcen für verschiedene Nutzungsarten zu verwenden. In einem Vergleich der Schüler*innen mit den deutschsprachigen Ländern Schweiz und Österreich wird ebenfalls deutlich, dass Schüler*innen in Deutschland signifikant seltener angeben, schulische ICT-Ressourcen für die bei PISA 2022 erfragten Nutzungsarten zu verwenden. In der Zusammenschau zeigt sich, dass die Häufigkeit der verschiedenen Nutzungsarten, welche Lernpotenziale bieten, bei Schüler*innen in Deutschland international nicht anschlussfähig ist.

Betrachtet man Schulartunterschiede, so werden für fast alle Nutzungsarten signifikant höhere Werte für Schüler*innen an Gymnasien im Vergleich zu jenen an nicht gymnasialen Schularten ausgewiesen. Lediglich das Analysieren selbstgesamelter Daten erfolgt an nicht gymnasialen Schulen signifikant häufiger. Hierbei geben die Schüler*innen signifikant häufiger als Schüler*innen an Gymnasien an, selbstgesamelte Daten ein bis zweimal die Woche mit Hilfe von digitalen Medien im Unterricht oder bei den Hausaufgaben zu analysieren. Insgesamt liegt die lernförderliche Nutzung von digitalen Medien an nicht gymnasialen Schularten im Vergleich zu Gymnasien noch weiter zurück, so dass hier erhebliche Entwicklungsbedarfe bestehen.

9.2.2 Nutzung digitaler Medien außerhalb der Schule und in der Freizeit

Digitale Medien spielen auch im privaten Umfeld von Schüler*innen eine große Rolle (mpfs, 2022; Schaumburg et al., 2019). Sie werden neben der schon angesprochenen Nutzung für die Bearbeitung von Hausaufgaben (s. Kapitel 9.2.1) auch für außerschulische und informelle (Lern-)Aktivitäten sowie nicht schulbezogene Freizeitaktivitäten, wie Kommunikation und Unterhaltung, genutzt (vgl. ICT-Framework). Die ICIL-Studie von 2018 hat ergeben, dass über 90 Prozent der Schüler*innen der Jahrgangsstufe 8 in Deutschland digitale Medien außerhalb der Schule für nicht schulische, freizeitbezogene Zwecke nutzen, was über dem internationalen Mittelwert liegt (Schaumburg et al., 2019). Die Befunde einer Re-Analyse von PISA-Daten von Wittwer und Senkbeil (2008) weisen jedoch darauf hin, dass die Intensität der Computernutzung in der Freizeit keinen Einfluss auf die Mathematikleistung der Schüler*innen hat. Lediglich bei jenen Lernenden, die sich selbstbestimmt und problemlösungsorientiert mit dem Computer beschäftigen, zeigte sich ein entsprechender positiver Zusammenhang. Diese Befunde legen daher

nahe, dass es nicht die Computernutzung per se ist, die für den Kompetenzerwerb förderlich ist, sondern die Art und Weise der Beschäftigung.

Die Nutzungshäufigkeit und Nutzungsart von digitalen Medien im schulischen Kontext erweist sich international noch nicht als anschlussfähig (vgl. Tabelle 9.6 und 9.7). Hinsichtlich der Nutzung von digitalen Medien in der Freizeit der Schüler*innen zeigt sich ebenfalls, dass diese zwar durchaus eine wichtige Rolle spielen (Tabellen 9.8, 9.9, 9.10); dennoch liegt insgesamt auch die zusammengefasste Nutzungshäufigkeit der genannten digitalen Medien außerhalb der Schule (Gesamtskala) bei Schüler*innen in Deutschland mit -0.39 signifikant unter jener der Schüler*innen im OECD-Durchschnitt (Tabelle 9.8).

Betrachtet man einzelne Ressourcen (Tabelle 9.8), so gibt fast die Hälfte (46%) der Schüler*innen in Deutschland an, (fast) jeden Tag beziehungsweise mehrmals pro Tag einen PC oder Computer zu nutzen, was signifikant unter dem OECD-Durchschnitt von 56 Prozent liegt. Der Prozentsatz der Schüler*innen, die PCs und Laptops (fast) nie außerhalb der Schule nutzen, ist in Deutschland und im OECD-Durchschnitt dagegen mit 13 Prozent beziehungsweise 12 Prozent vergleichbar. 88 Prozent der Schüler*innen in Deutschland und damit signifikant mehr als im OECD-Durchschnitt (84%) geben an, (fast) jeden Tag beziehungsweise mehrmals täglich das Smartphone zu verwenden, nur 2 Prozent beziehungsweise 3 Prozent nutzen es nie oder fast nie. Zudem scheint das Tablet außerhalb der Schule eine größere Rolle für die Schüler*innen in Deutschland zu spielen – so geben 40 Prozent der Schüler*innen an, dieses (fast) täglich beziehungsweise mehrmals täglich zu verwenden, was signifikant über dem OECD-Durchschnitt von 29 Prozent liegt. Die (fast) tägliche beziehungsweise mehrmalige Nutzung von Tablets unterscheidet sich auch bei Schüler*innen an Gymnasien sowie nicht gymnasialen Schularten deutlich zugunsten der Schüler*innen an Gymnasien. Auffallend ist, dass signifikant mehr Schüler*innen (48%) angeben, (fast) nie Lern-Software oder weitere Lern-Tools außerhalb der Schule zu verwenden als Schüler*innen im OECD-Durchschnitt (37%), wobei hier keine schulartspezifischen Unterschiede bestehen. Die Nutzungshäufigkeit von Video- oder Online-Spielen unterscheidet sich bei Schüler*innen in Deutschland nicht von jener im OECD-Durchschnitt. Insgesamt zeigen sich keine größeren schulartspezifischen Unterschiede in der Nutzungshäufigkeit von digitalen Medien.

Neben der Nutzungshäufigkeit wurde in PISA 2022 auch für den Freizeitbereich die Art der Nutzung digitaler Medien von den Schüler*innen erfragt. Auf einer Antwortskala von „Überhaupt keine Zeit“ bis „Mehr als 7 Stunden pro Tag“ beantworteten sie, wie viel Zeit sie mit digitalen Medien in ihrer Freizeit für verschiedene Nutzungsarten unter der Woche (Tabelle 9.9) sowie am Wochenende (Tabelle 9.10) verbringen. Auch hier zeigt sich für die Gesamtheit der genannten Nutzungsarten unter der Woche als auch am Wochenende ein signifikanter Unterschied zwischen den Angaben der Schüler*innen in Deutschland und dem OECD-Durchschnitt. Schüler*innen in Deutschland verfolgen die genannten Nutzungsarten in ihrer Gesamtheit signifikant weniger lange. Bei einem genaueren Blick auf die Dauer der verschiedenen Nutzungsarten digi-

Tabelle 9.8: Nutzungshäufigkeit digitaler Medien außerhalb der Schule

	Gesamt- skala	Nie oder fast nie % (SE)	Etwa ein- oder zwei- mal pro Monat oder Woche % (SE)	(Fast) jeden Tag oder mehr- mals pro Tag % (SE)	Dieses Medium ist für mich außerhalb der Schule nicht ver- fügbar % (SE)
	<i>M</i> (<i>SE</i>)				
Deutschland	-0.39 (0.02)				
PC oder Laptop		13.1 (0.5)	38.3 (0.8)	46.2 (0.8)	2.4 (0.2)
Smartphone (d. h. Handy mit Internetzugang)		1.9 (0.2)	7.4 (0.5)	88.2 (0.7)	2.5 (0.2)
Tablets oder E-Book-Reader		27.7 (0.9)	26.3 (0.6)	40.1 (1.1)	5.9 (0.4)
Internetzugang (außer auf Smartphones)		7.0 (0.4)	16.6 (0.5)	74.0 (0.7)	2.4 (0.3)
Lern-Software, Spiele oder Apps, weitere Lern-Tools		48.0 (1.0)	32.6 (0.7)	15.5 (0.6)	3.9 (0.3)
Video- oder Online-Spiele		28.5 (0.7)	29.2 (0.6)	38.2 (0.7)	4.1 (0.4)
	<i>M</i> (<i>SE</i>)				
OECD	0.00 (0.00)				
PC oder Laptop		11.5 (0.1)	30.0 (0.1)	55.7 (0.2)	2.8 (0.0)
Smartphone (d. h. Handy mit Internetzugang)		3.2 (0.1)	10.3 (0.1)	83.8 (0.1)	2.7 (0.0)
Tablets oder E-Book-Reader		38.4 (0.2)	25.3 (0.1)	28.5 (0.2)	7.8 (0.1)
Internetzugang (außer auf Smartphones)		7.6 (0.1)	15.5 (0.1)	74.0 (0.1)	2.8 (0.0)
Lern-Software, Spiele oder Apps, weitere Lern-Tools		36.6 (0.2)	30.9 (0.1)	28.0 (0.1)	4.6 (0.1)
Video- oder Online-Spiele		24.3 (0.1)	28.1 (0.1)	43.1 (0.1)	4.5 (0.1)
Gymnasien					
PC oder Laptop		10.3 (0.8)	39.6 (1.1)	49.4 (1.2)	0.7 (0.2)
Smartphone (d. h. Handy mit Internetzugang)		0.7 (0.2)	3.0 (0.5)	95.6 (0.6)	0.7 (0.3)
Tablets oder E-Book-Reader		23.2 (1.4)	23.1 (0.8)	48.9 (1.9)	4.8 (0.5)
Internetzugang (außer auf Smartphones)		4.9 (0.5)	14.4 (1.0)	79.7 (1.0)	1.0 (0.2)
Lern-Software, Spiele oder Apps, weitere Lern-Tools		48.8 (1.5)	35.1 (1.3)	12.9 (0.8)	3.2 (0.4)
Video- oder Online-Spiele		29.8 (1.1)	30.3 (0.9)	37.0 (1.0)	2.9 (0.4)
Nicht gymnasiale Schularten					
PC oder Laptop		14.8 (0.7)	37.5 (1.0)	44.3 (1.1)	3.4 (0.4)
Smartphone (d. h. Handy mit Internetzugang)		2.7 (0.3)	10.3 (0.7)	83.5 (1.0)	3.6 (0.4)
Tablets oder E-Book-Reader		30.7 (1.2)	28.6 (1.0)	34.1 (1.2)	6.6 (0.5)
Internetzugang (außer auf Smartphones)		8.5 (0.6)	18.1 (0.7)	70.2 (0.9)	3.3 (0.4)
Lern-Software, Spiele oder Apps, weitere Lern-Tools		47.5 (1.2)	31.1 (1.0)	17.1 (0.8)	4.3 (0.5)
Video- oder Online-Spiele		27.5 (1.0)	28.8 (0.9)	39.0 (1.1)	4.7 (0.5)

Anmerkungen: Die Angaben basieren auf den Antworten der Schüler*innen, wie häufig sie die angegebenen ICT-Ressourcen außerhalb der Schule verwenden.

Die Gesamtskala orientiert sich am Mittelwert der OECD ($M_{z\text{-stand.}} = 0$; $SD_{z\text{-stand.}} = 1$). Werte über 0 bedeuten, eine häufigere Nutzung von ICT-Ressourcen außerhalb der Schule als im OECD-Durchschnitt, Werte unter 0 eine seltenere Nutzung.

Gekürzte Items, vollständige Formulierung der Items befindet sich im Online-Anhang, Tabelle 9.8web.

taler Medien in der Freizeit an Wochentagen und an Wochenenden zeigt sich, dass diese insgesamt einen zentralen Platz einnehmen. Dabei geht ein Großteil der Schüler*innen auch Aktivitäten nach, die einen Bezug zu Merkmalen der ICT-Literacy aufweisen, wie beispielsweise Recherche- und Lernaktivitäten. So suchen 69 Prozent der Schüler*innen bis zu 3 Stunden am Tag online nach praktischen Informationen unter der Woche und 64 Prozent am Wochenende, etwas weniger von ihnen befassen sich bis zu drei Stunden mit Informationsmaterial, um zu lernen, wie etwas gemacht wird (60% unter der Woche und 55% am Wochenende) oder erstellen und bearbeiten eigene digitale Inhalte (50% unter der Woche und 47% am Wochenende). Ein Fünftel bis ein Drittel der Schüler*innen gibt jedoch auch an, mit diesen Aktivitäten überhaupt keine Zeit zu verbringen. Demgegenüber nehmen unterhaltungs- und kommunikationsbezogene Nutzungsaktivitäten zeitlich einen deutlich größeren Raum ein. Im Durchschnitt surfen die meisten Jugendlichen an Wochentagen und am Wochenende jeweils ein bis drei Stunden pro Tag zum Vergnügen im Internet, in sozialen Netzwerken oder spielen Videospiele. Auffallend ist, dass ein Viertel der Jugendlichen der 9. Jahrgangsstufe in Deutschland zwischen 3 Stunden und mehr als 7 Stunden pro Wochentag Videospiele spielt, was sich vorwiegend auf Schüler*innen aus nicht gymnasialen Schularten zurückführen lässt. Am Wochenende sind dies sogar 36 Prozent, wobei fast jede*r 10. Schüler*in mehr als 7 Stunden damit verbringt (Gymnasium 6%, nicht gymnasiale Schulen 11%). Beim Surfen in den sozialen Netzwerken und im Internet sind es sogar ein Drittel unter der Woche. Am Wochenende liegen die Anteile noch etwas höher.

Demgegenüber gibt ein gutes Fünftel der befragten Schüler*innen an, überhaupt keine Zeit auf Videospiele zu verwenden. Bezogen auf das Surfen im Internet und in den sozialen Netzwerken sind es jeweils lediglich 7 Prozent. Diese Werte sind im OECD-Durchschnitt ähnlich und unterscheiden sich für keine der erfragte Nutzungsarten signifikant. Betrachtet man die Extrembereiche der Mediennutzung im Hinblick auf die Schulart, geben interessanterweise signifikant mehr Schüler*innen an nicht gymnasialen Schularten (7%) an, mehr als 7 Stunden pro Tag in sozialen Netzwerken zu surfen als Schüler*innen an Gymnasien (2%). Zudem geben signifikant weniger Schüler*innen an Gymnasien an, mehrere Stunden pro Tag unter der Woche und am Wochenende (5–7 Stunden bzw. mehr als 7 Stunden) Videospiele zu spielen. Insgesamt weisen die Ergebnisse auf eine relativ zeitintensive Mediennutzung hin, deren Schwerpunkt im Bereich Unterhaltung und Kommunikation liegt, aber auch Informationssuche und Lernaktivitäten umfasst.

Tabelle 9.9: Nutzungsarten von digitalen Medien in der Freizeit an einem normalen Wochentag

	Gesamt- skala		Überhaupt keine Zeit		Weniger als 1 Stun- de bis 3 Stunden pro Tag		Mehr als 3 Stunden und bis zu 7 Stunden pro Tag		Mehr als 7 Stunden pro Tag	
	M	(SE)	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)
Deutschland	-0.07	(0.01)								
Videospiele spielen			21.3	(0.5)	52.9	(0.8)	20.6	(0.6)	5.2	(0.4)
In sozialen Netzwerken surfen			7.4	(0.4)	59.1	(0.8)	28.3	(0.6)	5.1	(0.4)
Zum Vergnügen im Internet (nicht in sozialen Netzwerken) surfen			6.7	(0.4)	60.9	(0.8)	26.7	(0.6)	5.8	(0.4)
Online nach praktischen Informationen suchen			20.2	(0.5)	69.1	(0.8)	8.7	(0.5)	2.0	(0.2)
Digitale Inhalte in sozialen Netzwerken teilen			18.8	(0.6)	61.8	(0.8)	15.9	(0.7)	3.5	(0.3)
Informationsmaterial lesen, anhören oder anschauen			28.4	(0.7)	59.8	(0.8)	8.8	(0.5)	3.1	(0.3)
Meine eigenen digitalen Inhalte erstellen oder bearbeiten			35.8	(0.8)	50.0	(0.8)	11.0	(0.5)	3.1	(0.3)
OECD	0.00	(0.00)								
Videospiele spielen			22.1	(0.1)	51.1	(0.1)	21.7	(0.1)	5.2	(0.1)
In sozialen Netzwerken surfen			6.2	(0.1)	56.4	(0.2)	31.4	(0.1)	6.1	(0.1)
Zum Vergnügen im Internet (nicht in sozialen Netzwerken) surfen			8.0	(0.1)	60.9	(0.1)	25.8	(0.1)	5.2	(0.1)
Online nach praktischen Informationen suchen			21.4	(0.1)	63.0	(0.1)	13.2	(0.1)	2.4	(0.0)
Digitale Inhalte in sozialen Netzwerken teilen			15.9	(0.1)	57.1	(0.1)	22.3	(0.1)	4.6	(0.1)
Informationsmaterial lesen, anhören oder anschauen			27.2	(0.1)	54.8	(0.1)	14.5	(0.1)	3.5	(0.1)
Meine eigenen digitalen Inhalte erstellen oder bearbeiten			36.9	(0.2)	44.9	(0.1)	14.3	(0.1)	3.9	(0.1)
Gymnasien										
Videospiele spielen			23.9	(0.9)	59.1	(0.9)	15.4	(0.8)	1.6	(0.3)
In sozialen Netzwerken surfen			7.7	(0.7)	67.3	(1.1)	23.5	(1.1)	1.6	(0.2)
Zum Vergnügen im Internet (nicht in sozialen Netzwerken) surfen			4.6	(0.6)	69.6	(1.1)	23.5	(1.0)	2.3	(0.3)
Online nach praktischen Informationen suchen			17.7	(0.9)	78.0	(1.0)	3.7	(0.5)	0.6	(0.2)
Digitale Inhalte in sozialen Netzwerken teilen			19.7	(1.0)	69.1	(1.0)	10.0	(0.8)	1.2	(0.2)
Informationsmaterial lesen, anhören oder anschauen			28.1	(1.0)	66.6	(1.0)	4.2	(0.5)	1.1	(0.3)
Meine eigenen digitalen Inhalte erstellen oder bearbeiten			41.9	(1.1)	51.0	(1.1)	6.1	(0.6)	0.9	(0.2)
Nicht gymnasiale Schularten										
Videospiele spielen			19.3	(0.6)	48.9	(1.1)	24.2	(0.9)	7.6	(0.6)
In sozialen Netzwerken surfen			7.1	(0.5)	53.4	(1.2)	32.1	(0.9)	7.4	(0.5)
Zum Vergnügen im Internet (nicht in sozialen Netzwerken) surfen			7.9	(0.5)	54.7	(1.1)	29.2	(0.8)	8.2	(0.5)
Online nach praktischen Informationen suchen			22.0	(0.6)	63.1	(1.0)	12.1	(0.8)	2.8	(0.4)
Digitale Inhalte in sozialen Netzwerken teilen			18.1	(0.7)	57.0	(1.2)	20.0	(0.9)	4.9	(0.5)
Informationsmaterial lesen, anhören oder anschauen			28.5	(0.9)	55.4	(1.0)	11.8	(0.8)	4.3	(0.5)
Meine eigenen digitalen Inhalte erstellen oder bearbeiten			31.7	(1.1)	49.4	(1.2)	14.3	(0.8)	4.6	(0.5)

Anmerkungen: Die Angaben basieren auf den Antworten der Schüler*innen, wie viel Zeit sie an einem normalen Wochentag mit den genannten Freizeitbeschäftigungen verbringen.

Die Gesamtskala orientiert sich am Mittelwert der OECD ($M_{2\text{-stand.}} = 0$; $SD_{2\text{-stand.}} = 1$).

Werte über 0 bedeuten eine häufigere Nutzung von ICT-Ressourcen an einem normalen Wochentag als im OECD-Durchschnitt, Werte unter 0 eine seltenere Nutzung.

Gekürzte Items, vollständige Formulierung der Items befindet sich im Online-Anhang, Tabelle 9.9web.

Tabelle 9.10: Nutzungsarten von digitalen Medien in der Freizeit am Wochenende

	Gesamt- skala	Überhaupt keine Zeit % (SE)	Weniger als 1 Stunde bis 3 Stunden pro Tag		Mehr als 3 Stunden und bis zu 7 Stunden pro Tag		Mehr als 7 Stunden pro Tag	
			%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)
Deutschland	M (SE) -0.07 (0.01)							
Videospiele spielen		19.9 (0.6)	43.9 (0.8)	27.0 (0.6)	9.2 (0.6)			
In sozialen Netzwerken surfen		7.9 (0.4)	53.2 (0.8)	31.8 (0.6)	7.0 (0.4)			
Zum Vergnügen im Internet (nicht in sozialen Netzwerken) surfen		6.7 (0.4)	57.3 (0.9)	28.7 (0.7)	7.3 (0.4)			
Online nach praktischen Informationen suchen		23.4 (0.6)	64.0 (0.8)	10.1 (0.5)	2.5 (0.3)			
Digitale Inhalte in sozialen Netzwerken teilen		18.7 (0.6)	59.3 (0.8)	17.5 (0.6)	4.5 (0.3)			
Informationsmaterial lesen, anhören oder anschauen		31.6 (0.8)	55.2 (0.9)	10.0 (0.5)	3.2 (0.3)			
Meine eigenen digitalen Inhalte erstellen oder bearbeiten		36.6 (0.8)	47.4 (0.8)	12.0 (0.6)	4.0 (0.3)			
OECD	M (SE) 0.00 (0.00)							
Videospiele spielen		20.7 (0.1)	44.0 (0.1)	26.9 (0.1)	8.5 (0.1)			
In sozialen Netzwerken surfen		6.4 (0.1)	51.8 (0.1)	33.7 (0.1)	8.0 (0.1)			
Zum Vergnügen im Internet (nicht in sozialen Netzwerken) surfen		8.9 (0.1)	56.9 (0.1)	27.7 (0.1)	6.5 (0.1)			
Online nach praktischen Informationen suchen		23.9 (0.1)	59.0 (0.2)	14.1 (0.1)	3.0 (0.0)			
Digitale Inhalte in sozialen Netzwerken teilen		16.5 (0.1)	54.7 (0.1)	23.4 (0.1)	5.5 (0.1)			
Informationsmaterial lesen, anhören oder anschauen		29.6 (0.1)	51.5 (0.1)	15.2 (0.1)	3.7 (0.1)			
Meine eigenen digitalen Inhalte erstellen oder bearbeiten		37.3 (0.2)	43.3 (0.1)	15.0 (0.1)	4.4 (0.1)			
Gymnasien								
Videospiele spielen		22.5 (0.8)	48.4 (1.1)	23.6 (0.9)	5.6 (0.6)			
In sozialen Netzwerken surfen		7.8 (0.7)	59.6 (1.1)	29.4 (1.1)	3.2 (0.4)			
Zum Vergnügen im Internet (nicht in sozialen Netzwerken) surfen		4.5 (0.5)	64.1 (1.3)	27.8 (1.2)	3.6 (0.4)			
Online nach praktischen Informationen suchen		22.0 (0.8)	71.9 (1.0)	5.2 (0.6)	0.9 (0.2)			
Digitale Inhalte in sozialen Netzwerken teilen		20.2 (1.0)	66.0 (1.0)	12.2 (0.9)	1.6 (0.3)			
Informationsmaterial lesen, anhören oder anschauen		32.8 (1.1)	60.3 (1.2)	6.1 (0.6)	0.8 (0.2)			
Meine eigenen digitalen Inhalte erstellen oder bearbeiten		42.6 (1.1)	48.4 (1.1)	7.2 (0.7)	1.8 (0.3)			
Nicht gymnasiale Schularten								
Videospiele spielen		17.7 (0.8)	41.3 (1.0)	29.6 (1.0)	11.4 (0.7)			
In sozialen Netzwerken surfen		7.7 (0.5)	48.8 (1.1)	33.9 (0.9)	9.6 (0.6)			
Zum Vergnügen im Internet (nicht in sozialen Netzwerken) surfen		8.2 (0.6)	52.1 (1.1)	29.8 (0.8)	9.9 (0.6)			
Online nach praktischen Informationen suchen		24.2 (0.8)	58.8 (0.9)	13.5 (0.8)	3.5 (0.4)			
Digitale Inhalte in sozialen Netzwerken teilen		17.5 (0.7)	55.2 (1.2)	20.8 (0.9)	6.5 (0.5)			
Informationsmaterial lesen, anhören oder anschauen		30.7 (1.0)	52.1 (1.2)	12.9 (0.8)	4.4 (0.5)			
Meine eigenen digitalen Inhalte erstellen oder bearbeiten		32.3 (1.1)	47.0 (1.1)	15.3 (0.9)	5.4 (0.5)			

Anmerkungen: Die Angaben basieren auf den Antworten der Schüler*innen, wie viel Zeit sie am Wochenende mit den genannten Freizeitbeschäftigungen verbringen.

Die Gesamtskala orientiert sich am Mittelwert der OECD ($M_{z\text{-stand.}} = 0$; $SD_{z\text{-stand.}} = 1$).

Werte über 0 bedeuten eine häufigere Nutzung von ICT-Ressourcen am Wochenende als im OECD-Durchschnitt, Werte unter 0 eine seltenere Nutzung.

Gekürzte Items, vollständige Formulierung der Items befindet sich im Online-Anhang, Tabelle 9.10web.

9.3 Selbstwirksamkeit und Lernmotivation im Umgang mit digitalen Medien

Obwohl Schüler*innen oft als „digital natives“ bezeichnet werden, gibt es Zweifel daran, dass das Aufwachsen mit digitalen Medien automatisch zu einer kompetenten Nutzung führt (z. B. Kirschner & Bruyckere, 2017). Tatsächlich zeigen Forschungsergebnisse, dass ein Drittel der Schüler*innen der 8. Jahrgangsstufe in Deutschland nur über Grundkenntnisse in der Computernutzung verfügt und Schwierigkeiten hat, digitale Medien für anspruchsvolle Aufgaben zu nutzen (Eickelmann et al., 2019a). Im Folgenden werden diesbezüglich zwei wichtige Faktoren betrachtet, die für die Entwicklung der ICT-Kompetenz förderlich sind: Zum einen der Grad an Selbstwirksamkeit im Umgang mit digitalen Medien (Hatlevik et al., 2018), der in PISA 2022 anhand der von den Schüler*innen selbsteingeschätzten Kompetenz im Umgang mit digitalen Medien erfasst wird; zum anderen die auf das Lernen über digitale Medien bezogene Lernmotivation. Die Ergebnisse in PISA 2022 zeigen, dass die Selbstwirksamkeit der Schüler*innen in Deutschland signifikant unter dem OECD-Durchschnitt liegt (Tabelle 9.11). Vergleicht man einzelne Aspekte der selbsteingeschätzten Kompetenzen, so zeichnet sich allerdings ein heterogenes Bild ab. Beispielsweise geben gut zwei Drittel der Schüler*innen in Deutschland an, mit Leichtigkeit relevante Informationen online zu suchen oder zu finden (69%), während es im OECD-Durchschnitt mit nur 64 Prozent signifikant weniger sind. Knapp die Hälfte der Schüler*innen in Deutschland gibt an, keinerlei Mühen dabei zu haben, die Verlässlichkeit von Quellen aus dem Internet zu beurteilen (47%), im OECD-Durchschnitt sind es mit 51 Prozent signifikant mehr. Dabei handelt es sich jeweils um Aktivitäten, für die man eine ausgeprägte ICT-Literacy benötigt. Im Gegensatz dazu zeigt sich jedoch bei komplexeren Fähigkeiten, dass in Deutschland signifikant mehr Schüler*innen (34%) angeben, *nicht* in der Lage zu sein, ein Computerprogramm zu erstellen, als im OECD-Durchschnitt (24%). Ähnliche Befunde findet man hinsichtlich der Identifikation von Fehlerquellen einer Software (28% vs. 19%) oder der Darstellung eines Algorithmus (26% vs. 19%). Betrachtet man die Selbstwirksamkeit im Umgang mit digitalen Medien bei Mädchen und Jungen getrennt, so zeigt sich kein signifikanter Unterschied. Berücksichtigt man die Schulart (Tabelle 9.11web), so zeigt sich, dass Schüler*innen an nicht gymnasialen Schularten signifikant häufiger angeben, die letztgenannten programmierbasierten Tätigkeiten mit Leichtigkeit durchführen zu können, als Schüler*innen an Gymnasien. Demgegenüber geben Schüler*innen an Gymnasien in Deutschland signifikant häufiger an, mit Leichtigkeit relevante Informationen online zu finden, die Verlässlichkeit von Quellen im Internet beurteilen zu können, Informationen mit anderen Schüler*innen zu teilen, dies zu erklären oder zusammenzuarbeiten, Daten zu sammeln, Multimediapräsentationen zu erstellen, Einstellungen an Geräten oder Apps zu ändern, sowie effiziente Programme auszuwählen, als Schüler*innen an nicht gymnasialen Schularten.

Neben der selbsteingeschätzten Kompetenz spielt die Lernmotivation von Schüler*innen in Bezug auf digitale Medien eine wichtige Rolle dafür, inwiefern sie sich künftig mit digitalen Medien beschäftigen werden. Die Motivation der Schüler*innen, mehr über digitale Medien lernen zu wollen, wurde auf einer Skala von 1 = „stimme überhaupt nicht zu“ bis 4 = „stimme völlig zu“ beantwortet und ist in Deutschland im Mittel über alle Antwortkategorien hinweg ($M = 2.68$) leicht, aber dennoch signifikant höher ausgeprägt als im OECD-Durchschnitt ($M = 2.62$) (vgl. Tabelle 9.12). Insgesamt gaben 63 Prozent der Schüler*innen in Deutschland hierzu eine zustimmende Rückmeldung (Summe der beiden zustimmenden Antwortkategorien). Ähnliche Zustimmungswerte (64%) finden sich auch für Schüler*innen in Deutschland, die den Umgang mit digitalen Medien erlernen möchten, weil es für den späteren Beruf nützlich sein könnte ($M = 2.73$), was insgesamt vergleichbar mit dem OECD-Durchschnitt ($M = 2.70$) ist. Die Motivation zu lernen, wie man Computer programmiert, fällt demgegenüber mit nur 48 Prozent Zustimmung und einem Mittelwert von $M = 2.47$ niedriger, aber ebenfalls vergleichbar mit dem OECD-Durchschnitt ($M = 2.48$) aus. Hinsichtlich unterschiedlicher Schularten zeigt sich, dass signifikant mehr Schüler*innen an Gymnasien in Deutschland angeben, den Umgang mit digitalen Medien für den späteren beruflichen Erfolg erlernen zu wollen, als Schüler*innen an nicht gymnasialen Schularten.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die Schüler*innen in Deutschland ihre Fähigkeiten bezüglich ICT-Literacy teilweise positiv einschätzen und auch die Lernmotivation zumindest bei einem beachtlichen Teil relativ hoch ist, mehr mit und über digitale Medien in Erfahrung zu bringen, u. a. weil dies nicht zuletzt positiv für den späteren Berufsweg sein könnte. Hinsichtlich komplexerer Fähigkeiten, wie zum Beispiel dem Programmieren von Software, schätzen Schüler*innen in Deutschland ihre Fähigkeiten weniger positiv ein (Tabelle 9.12), auch wenn circa die Hälfte der befragten Schüler*innen entsprechende Fähigkeiten erlernen will.

Tabelle 9.11: Selbstwirksamkeit im Umgang mit digitalen Medien

	Gesamt- skala		Ich kann das nicht		Ich habe Mühe, dies alleine zu schaffen		Ich schaffe es mit etwas Mühe		Ich schaffe das leicht		Ich weiß nicht was das ist	
	M	(SE)	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)
Deutschland	-0.14	(0.01)										
Relevante Informationen online suchen und finden			7.2	(0.5)	6.9	(0.4)	14.3	(0.6)	68.7	(1.0)	2.9	(0.3)
Die Qualität von gefundenen Online-Informationen beurteilen			5.9	(0.5)	9.4	(0.5)	34.6	(0.7)	47.4	(0.8)	2.7	(0.3)
Praktische Informationen mit einer Gruppe von Schülerinnen und Schülern teilen			5.0	(0.4)	8.7	(0.5)	22.6	(0.8)	61.4	(1.0)	2.4	(0.2)
Mit anderen Schülerinnen und Schülern an einer Gruppenarbeit gemeinsam arbeiten			4.5	(0.4)	8.5	(0.5)	22.8	(0.8)	61.9	(1.0)	2.4	(0.3)
Anderen Schülerinnen und Schülern erklären, wie sie digitale Inhalte online oder auf einer Schulplattform teilen können			5.6	(0.4)	9.5	(0.5)	28.4	(0.7)	53.1	(0.9)	3.4	(0.3)
Einen Text für eine Schulaufgabe schreiben oder bearbeiten			4.3	(0.4)	9.5	(0.5)	28.4	(0.7)	53.1	(0.9)	3.4	(0.3)
Daten sammeln und erfassen			6.3	(0.4)	12.0	(0.6)	33.4	(0.7)	44.4	(0.8)	4.0	(0.3)
Eine Multimedia-Präsentation erstellen			6.4	(0.4)	12.4	(0.5)	31.6	(0.8)	45.5	(0.9)	4.1	(0.4)
Eine Webseite oder einen Blog erstellen, aktualisieren und führen			19.0	(0.7)	22.5	(0.7)	32.1	(0.8)	22.8	(0.7)	3.7	(0.3)
Die Einstellungen eines Geräts oder einer App ändern, um meine Daten und meine Privatsphäre zu schützen			6.4	(0.4)	10.6	(0.5)	25.5	(0.6)	54.1	(0.8)	3.4	(0.3)
Das effizienteste Programm oder App auswählen, mit denen ich eine bestimmte Aufgabe ausführen kann			9.0	(0.5)	13.9	(0.6)	34.1	(0.7)	38.9	(0.8)	4.1	(0.3)
Ein Computerprogramm erstellen			34.3	(1.0)	23.2	(0.7)	21.6	(0.8)	17.4	(0.7)	3.4	(0.3)
Die Fehlerquelle in einer Software anhand einer Liste möglicher Ursachen erkennen			27.8	(0.9)	23.9	(0.7)	26.4	(0.9)	17.6	(0.7)	4.3	(0.3)
Ein Problem aufschlüsseln und eine Lösung als eine Reihe logischer Schritte darstellen			26.2	(0.7)	21.8	(0.6)	27.0	(0.7)	19.9	(0.6)	5.1	(0.3)

Fortsetzung Tabelle 9.11: Selbstwirksamkeit im Umgang mit digitalen Medien

	Gesamt- skala		Ich kann das nicht		Ich habe Mühe, dies alleine zu schaffen		Ich schaffe es mit etwas Mühe		Ich schaffe das leicht		Ich weiß nicht was das ist	
	<i>M</i>	<i>SE</i>	%	(<i>SE</i>)	%	(<i>SE</i>)	%	(<i>SE</i>)	%	(<i>SE</i>)	%	(<i>SE</i>)
OECD	0.00	(0.00)										
Relevante Informationen online suchen und finden			6.4	(0.1)	5.7	(0.1)	20.8	(0.1)	64.1	(0.2)	2.9	(0.0)
Die Qualität von gefundenen Online-Informationen beurteilen			4.4	(0.1)	8.8	(0.1)	33.2	(0.1)	51.0	(0.2)	2.6	(0.0)
Praktische Informationen mit einer Gruppe von Schülerinnen und Schülern teilen			4.8	(0.1)	7.6	(0.1)	27.2	(0.1)	57.7	(0.2)	2.6	(0.0)
Mit anderen Schülerinnen und Schülern an einer Gruppenarbeit gemeinsam arbeiten			4.4	(0.1)	7.7	(0.1)	26.9	(0.1)	58.4	(0.2)	2.6	(0.0)
Anderen Schülerinnen und Schülern erklären, wie sie digitale Inhalte online oder auf einer Schulplattform teilen können			5.3	(0.1)	9.3	(0.1)	30.4	(0.1)	51.6	(0.2)	3.4	(0.1)
Einen Text für eine Schulaufgabe schreiben oder bearbeiten			4.1	(0.1)	7.9	(0.1)	26.2	(0.1)	58.9	(0.2)	2.9	(0.0)
Daten sammeln und erfassen			6.4	(0.1)	12.0	(0.1)	33.1	(0.1)	44.4	(0.2)	4.1	(0.1)
Eine Multimedia-Präsentation erstellen			6.0	(0.1)	12.0	(0.1)	30.8	(0.1)	47.2	(0.2)	3.9	(0.1)
Eine Webseite oder einen Blog erstellen, aktualisieren und führen			13.2	(0.1)	18.9	(0.1)	31.8	(0.1)	32.0	(0.1)	4.2	(0.1)
Die Einstellungen eines Geräts oder einer App ändern, um meine Daten und meine Privatsphäre zu schützen			6.0	(0.1)	11.1	(0.1)	28.7	(0.1)	51.0	(0.2)	3.2	(0.1)
Das effizienteste Programm oder App auswählen, mit denen ich eine bestimmte Aufgabe ausführen kann			6.8	(0.1)	11.8	(0.1)	32.7	(0.1)	45.3	(0.2)	3.4	(0.1)
Ein Computerprogramm erstellen			23.7	(0.1)	22.5	(0.1)	26.2	(0.1)	23.0	(0.1)	4.7	(0.1)
Die Fehlerquelle in einer Software anhand einer Liste möglicher Ursachen erkennen			19.1	(0.1)	21.1	(0.1)	29.6	(0.1)	25.5	(0.1)	4.8	(0.1)
Ein Problem aufschlüsseln und eine Lösung als eine Reihe logischer Schritte darstellen			19.0	(0.1)	19.8	(0.1)	29.0	(0.1)	26.7	(0.1)	5.5	(0.1)

Anmerkungen: Die Angaben basieren auf den Antworten der Schüler*innen, inwieweit sie die genannten Aufgaben mithilfe digitaler Medien erledigen können.

Die Gesamtskala orientiert sich am Mittelwert der OECD ($M_{z\text{-stand.}} = 0$; $SD_{z\text{-stand.}} = 1$).

Werte über 0 bedeuten eine höhere Selbstwirksamkeit im Umgang mit digitalen Medien als im OECD-Durchschnitt, Werte unter 0 eine niedrigere Selbstwirksamkeit.

Gekürzte Tabelle, vollständige Tabelle befindet sich im Online-Anhang, Tabelle 9.11web.

Tabelle 9.12: Lernmotivation im Umgang mit digitalen Medien

			Stimme überhaupt nicht zu		Stimme eher nicht zu		Stimme eher zu		Stimme völlig zu	
	M	(SE)	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)
Deutschland										
Ich möchte mehr über digitale Medien lernen	2.68	(0.01)	12.0	(0.49)	24.8	(0.62)	46.6	(0.71)	16.6	(0.59)
Ich möchte lernen, Computer zu programmieren	2.47	(0.02)	20.7	(0.60)	30.8	(0.76)	29.2	(0.58)	19.3	(0.60)
Ich möchte den Umgang mit digitalen Medien erlernen, weil es für meinen späteren Beruf nützlich sein könnte	2.73	(0.02)	12.4	(0.50)	22.8	(0.58)	44.3	(0.71)	20.4	(0.76)
OECD										
Ich möchte mehr über digitale Medien lernen	2.62	(0.00)	13.0	(0.10)	24.8	(0.12)	49.3	(0.15)	12.8	(0.09)
Ich möchte lernen, Computer zu programmieren	2.48	(0.00)	17.0	(0.11)	32.0	(0.13)	36.6	(0.14)	14.4	(0.11)
Ich möchte den Umgang mit digitalen Medien erlernen, weil es für meinen späteren Beruf nützlich sein könnte	2.70	(0.00)	12.1	(0.10)	21.7	(0.12)	50.0	(0.14)	16.2	(0.11)
Gymnasien										
Ich möchte mehr über digitale Medien lernen	2.77	(0.02)	9.0	(0.66)	22.4	(0.83)	51.0	(1.00)	17.6	(0.84)
Ich möchte lernen, Computer zu programmieren	2.48	(0.03)	21.5	(1.06)	29.0	(1.07)	29.1	(0.95)	20.4	(1.14)
Ich möchte den Umgang mit digitalen Medien erlernen, weil es für meinen späteren Beruf nützlich sein könnte	2.87	(0.02)	8.4	(0.68)	19.4	(0.75)	48.5	(1.29)	23.6	(1.27)
Nicht gymnasiale Schularten										
Ich möchte mehr über digitale Medien lernen	2.62	(0.02)	13.8	(0.73)	26.1	(0.93)	44.0	(1.04)	16.1	(0.78)
Ich möchte lernen, Computer zu programmieren	2.47	(0.02)	20.1	(0.75)	32.1	(1.07)	29.0	(0.78)	18.8	(0.71)
Ich möchte den Umgang mit digitalen Medien erlernen, weil es für meinen späteren Beruf nützlich sein könnte	2.64	(0.02)	14.9	(0.68)	24.9	(0.88)	41.7	(1.05)	18.4	(0.95)

Anmerkungen: Die Angaben basieren auf den Antworten der Schüler*innen hinsichtlich ihrer Lernmotivation im Umgang mit digitalen Medien.

Inwiefern die Selbstwirksamkeit im Umgang mit digitalen Medien sowie die Motivation, mehr über digitale Medien zu lernen, im Zusammenhang mit der Mediennutzung steht, wurde anhand von Regressionsanalysen untersucht.

Tabelle 9.13: Regressionsmodelle zur Vorhersage der Selbstwirksamkeit im Umgang mit digitalen Medien

	Modell I		Modell II	
	β	(SE)	β	(SE)
Nutzungshäufigkeit digitaler Medien in der Schule	0.01	(0.02)	-0.01	(0.02)
Nutzungsarten digitaler Medien in der Schule	0.15	(0.02)	0.15	(0.02)
Nutzungshäufigkeit digitaler Medien in der Freizeit	0.10	(0.02)	0.08	(0.03)
Nutzungsarten digitaler Medien in der Freizeit – Wochentag	0.06	(0.04)	0.05	(0.04)
Nutzungsarten digitaler Medien in der Freizeit – Wochenende	0.02	(0.03)	0.08	(0.03)
Geschlecht			0.07	(0.03)
Sozioökonomischer beruflicher Status			0.05	(0.00)
Zuwanderungshintergrund			-0.03	(0.04)
Schulart			-0.09	(0.03)
R^2	0.07		0.08	

Anmerkung: Statistisch signifikante Werte ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben.

Bezogen auf die Selbstwirksamkeit zeigt sich für PISA 2022 im ersten Modell, dass die Nutzungsarten schulischer digitaler Medien sowie die Nutzungshäufigkeit von digitalen Medien in der Freizeit signifikante Prädiktoren für die Selbstwirksamkeit im Umgang mit digitalen Medien darstellen (Tabelle 9.13). Gemeinsam können die einbezogenen Faktoren 7 Prozent der Varianz der berichteten Selbstwirksamkeit aufklären.

Im zweiten Modell werden darüber hinaus individuelle und familiäre Hintergrundmerkmale der Schüler*innen mit einbezogen, von denen angenommen werden kann, dass sie einen Effekt auf die gefundenen Zusammenhänge haben können. Die Ergebnisse von Modell II zeigen, dass die in Modell I gefunden Zusammenhänge weitgehend konstant bleiben, wenn das Geschlecht, der Zuwanderungshintergrund, der höchste sozioökonomische berufliche Status (HISEI) und die Schulart mit einbezogen werden (Modell II). Außerdem wird deutlich, dass das Geschlecht, der höchste sozioökonomische berufliche Status und die Schulart zwar als signifikante Prädiktoren ausgewiesen werden, aber kaum zusätzlichen Einfluss auf das Ausmaß der erklärten Varianz haben. Jungen berichten signifikant mehr Selbstwirksamkeit im Umgang mit digitalen Medien als Mädchen. Zudem zeigen die Ergebnisse, dass ein höherer sozioökonomischer beruflicher Status auch mit einer höheren Selbstwirksamkeit im Umgang mit digitalen Medien einhergeht. Die Befunde weisen auch darauf hin, dass der Besuch eines Gymnasiums mit einer höheren Selbstwirksamkeit einhergeht. Der Zuwanderungshintergrund hingegen steht nicht in Zusammenhang mit der Selbstwirksamkeit.

Insgesamt legen die Befunde nahe, dass es in Hinblick auf die Selbstwirksamkeit im Umgang mit digitalen Medien, im Sinne der selbsteingeschätzten ICT-Kompetenz, in der Schule weniger auf den Zeitansatz der Nutzung von digitalen Medien ankommt als vielmehr darauf, was mit den digitalen Tools gemacht wird.

Tabelle 9.14: Regressionsmodelle zur Vorhersage der Motivation, mehr über digitale Medien lernen zu wollen

	Modell I		Modell II	
	β	(SE)	β	(SE)
Nutzungshäufigkeit digitaler Medien in der Schule	0.00	(0.02)	0.00	(0.02)
Nutzungsarten digitaler Medien in der Schule	0.07	(0.02)	0.05	(0.03)
Nutzungshäufigkeit digitaler Medien in der Freizeit	0.11	(0.02)	0.11	(0.02)
Nutzungsarten digitaler Medien in der Freizeit – Wochentag	0.07	(0.03)	0.09	(0.03)
Nutzungsarten digitaler Medien in der Freizeit – Wochenende	0.02	(0.03)	0.01	(0.03)
Geschlecht			0.10	(0.02)
Sozioökonomischer beruflicher Status			0.04	(0.02)
Zuwanderungshintergrund			-0.05	(0.02)
Schulart			-0.05	(0.02)
R^2	0.04		0.05	

Anmerkung: Statistisch signifikante Werte ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben.

Mit einem entsprechenden Vorgehen wurden auch die Hintergründe für die Motivation, mehr über digitale Medien lernen zu wollen, im Rahmen von Regressionsanalysen untersucht (Tabelle 9.14).

Hinsichtlich der Motivation, mehr über digitale Medien lernen zu wollen, zeigt sich, dass die Nutzungsarten in der Schule und in der Freizeit als auch die Nutzungshäufigkeit in der Freizeit signifikante Prädiktoren der untersuchten Lernmotivation darstellen. Insgesamt können die berücksichtigten Merkmale allerdings nur 4 Prozent der Varianz der Lernmotivation aufklären.

Dieses Ergebnis bleibt weitgehend konstant, wenn in Modell II individuelle und familiäre Hintergrundmerkmale einbezogen werden, die alle als signifikante Prädiktoren ausgewiesen werden, aber kaum zusätzliche Varianz aufklären. Somit geht es auch in Bezug auf die Lernmotivation weniger um den Zeitansatz der Nutzung von ICT-Ressourcen in der Schule als vielmehr darum, wie mit den digitalen Tools in der Schule gearbeitet wird. In der Freizeit verhält es sich etwas anders. Hier spielt sowohl die Nutzungshäufigkeit der digitalen Medien in der Freizeit, aber auch die Art und Weise der Beschäftigung (zumindest an Wochentagen) für eine höhere Lernmotivation bei den befragten Fünfzehnjährigen eine Rolle. Jungen berichten signifikant mehr Lernmotivation bezogen auf das Lernen über digitalen Medien als Mädchen. Zudem zeigen die Ergebnisse, dass ein höherer sozioökonomischer beruflicher Status auch mit einer höheren Lernmotivation einhergeht. Die Ergebnisse weisen zudem darauf hin, dass Schüler*innen mit Zuwanderungshintergrund signifikant weniger Lernmotivation aufweisen, mehr über digitale Medien erlernen zu wollen, als Schüler*innen ohne Zuwanderungshintergrund. Zudem zeigt sich, ähnlich wie auch im Hinblick auf die Selbstwirksamkeit im Umgang mit digitalen Medien, dass Schüler*innen an Gymnasien signifikant häufiger angeben, mehr über digitale Medien erlernen zu wollen als Schüler*innen an nicht gymnasialen Schularten.

Insgesamt legen die Befunde auch hier nahe, dass es in Hinblick auf die Motivation, mehr über digitale Medien lernen zu wollen, in der Schule weniger auf den Zeiteinsatz der Nutzung von digitalen Medien ankommt als vielmehr darauf, was mit den digitalen Tools gemacht wird.

9.4 Zusammenfassung und Diskussion

Das vorliegende Kapitel beschäftigt sich mit digitalisierungsbezogenen Lerngelegenheiten und Aktivitäten in Schule und Freizeit. Die Ergebnisse zeigen, dass grundsätzlich materielle ICT-Ressourcen sowohl Schüler*innen und Lehrkräften an den Schulen in Deutschland als auch den Schüler*innen im Haushalt zur Verfügung stehen. Seit PISA 2018 ist vor allem der sprunghafte Anstieg von tragbaren Tablets und E-Readern an den Schulen zu verzeichnen. Insgesamt sind Schulen in Deutschland somit auf dem Weg, hinsichtlich ihrer quantitativen materiellen ICT-Ressourcen international anschlussfähig zu werden. Demgegenüber verfügen die Schüler*innen in Deutschland flächendeckend und weitgehend unabhängig vom sozioökonomischen beruflichen Status über ICT-Ressourcen, wenn auch in unterschiedlicher Qualität. Insgesamt liegen sie damit im OECD-Durchschnitt. Allerdings berichten knapp 10 Prozent der Schüler*innen in Deutschland an nicht gymnasialen Schularten, kein adäquates digitales Gerät im Haushalt für schulisches Lernen zur Verfügung zu haben. Lern-Software und Apps stehen den Schüler*innen in Deutschland in ihrem häuslichen Umfeld signifikant seltener zur Verfügung als im OECD-Durchschnitt. Vergleicht man dieses Ergebnis mit der ICIL-Studie 2018 (Eickelmann et al., 2019b), so zeigt sich in PISA 2022 ein deutlich positiveres Bild für Deutschland besonders hinsichtlich der materiellen ICT-Ressourcen an den Schulen. Während hier im Mittel noch ein Schüler*innen-Desktop-Computer-Verhältnis von etwa 14:1 und ein Schüler*innen-Tablet-Geräte-Verhältnis von sogar 41:1 berichtet wurde, so stehen nach den Ergebnissen des vorliegenden Kapitels im Mittel jedem zweiten Lernenden ein Computer (PC oder Laptop) oder ein Tablet beziehungsweise E-Reader zur Verfügung. Insgesamt lässt sich festhalten, dass Finanzierungsmaßnahmen an den Schulen zur Verbesserung der digitalen Ausstattung, wie der DigitalPakt Schule (BMBF, 2023), ihre Wirkung zeigen, was sicherlich nicht zuletzt auch mit dem Digitalisierungsbedarf aufgrund der Corona-Pandemie einherging.

Während die quantitative materielle ICT-Ausstattung zwar eine notwendige Prämisse darstellt, bedeutet dies noch nicht, dass digitale Medien im schulischen Unterricht auch intensiv genutzt oder besonders lernförderlich eingesetzt werden. Die Befunde von PISA 2022 zeigen, dass die Lehrkräfte in Deutschland angeben, digitale Tools in ihrem Unterricht und bei den Hausaufgaben signifikant seltener einzusetzen als im OECD-Durchschnitt. Die weiteren Ergebnisse der Analysen weisen auf mögliche Ursachen für den mangelnden Einsatz hin: Zwar gab die überwiegende Mehrheit der Schulleitungen in Deutschland an, dass die Lehrkräfte an ihren Schulen sowohl über die technischen und pädagogischen Kompetenzen als auch über Anreize zur Integration digitaler Medien in

den Unterricht verfügen, sie berichten aber gleichzeitig, dass die Lehrkräfte an ihren Schulen nicht genügend freie zeitliche Kapazitäten für die notwendige Unterrichtsvorbereitung zur Integration digitaler Medien haben und die Schule nicht in ausreichendem Maße über qualifiziertes Personal für den technischen Support verfügt. So sind wichtige Rahmenbedingungen für die Entwicklung eines effektiven Einsatzes digitaler Medien im Unterrichtsalltag nicht in ausreichender Weise vorhanden. Zudem ist zu beachten, dass die Einschätzung der Schulleitungen hinsichtlich der Kompetenzen der Lehrkräfte für den Einsatz digitaler Geräte von den, in anderen Befragungen wahrgenommen, Fortbildungsbedarfen bei Lehrkräften (z. B. Monitor Lehrerbildung, 2021) abweicht.

Dieses Bild wird komplementiert durch die Angaben der Schüler*innen in Deutschland, die darlegen, dass sowohl die Häufigkeit der Nutzung von digitalen Medien in der Schule als auch die Nutzungsarten international nicht anschlussfähig sind. So werden beispielsweise zentrale Funktionen von digitalen Medien für effektives Lernen, zum Beispiel Möglichkeiten für kooperatives Lernen oder zur Überwachung des eigenen Lernfortschritts, nur sehr eingeschränkt ausgeschöpft. Folglich entsprechen die Ergebnisse hinsichtlich der Nutzung von digitalen Medien im Unterricht noch weitgehend den Ergebnissen von ICILS 2018 (vgl. z. B. Schaumburg et al., 2019), und es sind – trotz der Corona-Pandemie und dem damit unvermeidbaren Einsatz digitaler Medien – in der Zusammenschau keine sprunghaften Anstiege in der Nutzung lernförderlicher Einsatzoptionen digitaler Medien im Unterricht zu verzeichnen. Entsprechend liegt die in PISA 2022 ermittelte Nutzungsart und -vielfalt digitaler Medien, die zum Beispiel eine tiefere kognitive Verarbeitung des Lerninhalts anregen und dadurch einen Beitrag für den Lernerfolg der Schüler*innen leisten kann (Scheiter, 2021), unter dem OECD-Durchschnitt.

Zusammengefasst deuten die Ergebnisse aus PISA 2022 darauf hin, dass zwar die notwendigen materiellen ICT-Ressourcen verfügbar sind, um digitale Medien lernförderlich in den täglichen Unterricht zu integrieren, aber die fehlenden personellen Rahmenbedingungen der notwendigen Weiterentwicklung von Unterricht im Wege stehen, sodass es hierfür entsprechender Fördermaßnahmen bedarf.

Demgegenüber haben digitale Medien einen hohen Stellenwert in der Freizeit der Schüler*innen. Sowohl die Schüler*innen in Deutschland als auch die Schüler*innen im internationalen Vergleich geben an, digitale Medien häufig im Alltag (zwischen einer Stunde und mehreren Stunden am Tag) sowohl unter der Woche als auch an Wochenenden zu verwenden. In ihrer Freizeit nutzen die Fünfzehnjährigen die digitalen Medien für lernbezogene, aber insbesondere auch für kommunikations- und unterhaltungsbezogene Aktivitäten.

Betrachtet man begünstigende Faktoren für die Entwicklung der ICT-Literacy der Schüler*innen, so zeigt sich, dass die Schüler*innen in Deutschland ihre Selbstwirksamkeit im Umgang mit digitalen Medien im Vergleich zum OECD-Durchschnitt bedeutsam niedriger und ihre Lernmotivation bezogen auf digitale Medien signifikant höher einschätzen. Ein Großteil der Schüler*innen in Deutschland möchte etwas über die digitalen Medien lernen, auch weil es für ihre berufliche Zukunft nützlich sein könnte. Die

Analysen zeigen, dass ein positiver Zusammenhang zwischen der Nutzungsart von digitalen Medien in der Schule sowie der Nutzungshäufigkeit in der Freizeit und der diesbezüglichen Selbstwirksamkeit und Lernmotivation besteht. Damit kommt der Weiterentwicklung der Nutzungsart von digitalen Medien im Unterricht für die Förderung von Faktoren, denen eine begünstigende Wirkung auf die Entwicklung der ICT-Literacy der Schüler*innen zugesprochen wird, Bedeutung zu.

Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse für PISA 2022, dass Deutschland in Bezug auf materielle ICT-Ressourcen Fortschritte gemacht hat, aber weitere Anstrengungen erforderlich sind, um die effektive Integration digitaler Medien im Unterricht zu verwirklichen. Gleichzeitig unterstreichen die Ergebnisse die zunehmende Bedeutung digitaler Medien in der Freizeit der Schüler*innen. Allerdings besteht die Notwendigkeit, digitale Medien noch stärker und vielfältiger in den Unterricht zu integrieren, um zum einen ihre lernförderliche Wirkung für fachliche und mediale Kompetenzen (Scheiter, 2021) voll auszuschöpfen und zum anderen der Tatsache Rechnung zu tragen, dass sie einen wesentlichen Bestandteil des Alltags und der künftigen Ausbildungs- und Arbeitswelt sowie der Lebenswelt der Schüler*innen ausmachen werden.

Literatur

- BMBF. (2023). *DigitalPakt Schule*. https://www.digitalpaktschule.de/files/Fortschrittsbericht_DigitalPakt_Schule_2022-2023.pdf
- BMFSFJ. (2005). *Bericht über die Lebenssituation junger Menschen und die Leistungen der Kinder -und Jugendhilfe in Deutschland*. <https://www.bmfsfj.de/resource/blob/112224/7376e6055bbcaf822ec30fc6ff72b287/12-kinder-und-jugendbericht-data.pdf>
- De Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), 305–308. <https://doi.org/10.1126/science.1230579>
- Di Pietro, G., Biagi, F., Dinis Mota Da Costa, P., Karpinski, Z., & Mazza, J. (2020). *The likely impact of COVID-19 on education: Reflections based on the existing literature and recent international datasets*. EUR 30275 EN, Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/126686>
- Eickelmann, B., Bos, W., & Labusch, A. (2019a). Die Studie ICILS 2018 im Überblick – Zentrale Ergebnisse und mögliche Entwicklungsperspektiven. In B. Eickelmann, W. Bos, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, M. Senkbeil & J. Vahrenhold (Hrsg.), *ICILS 2018 #Deutschland: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking* (S. 7–31). Waxmann.
- Eickelmann, B., Gerick, J., Labusch, A., & Venemann, M. (2019b). Schulische Voraussetzungen als Lern- und Lehrbedingungen in den ICILS-2018 Teilnehmerländern. In B. Eickelmann, W. Bos, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, M. Senkbeil & J. Vahrenhold (Hrsg.), *ICILS 2018 #Deutschland: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking* (S. 137–171). Waxmann.

- Gerick, J., Eickelmann, B., & Bos, W. (2017). School-level predictors for the use of ICT in schools and students' CIL in international comparison. *Large-Scale Assessments in Education*, 5(1), 5. <https://doi.org/10.1186/s40536-017-0037-7>
- González-Betancor, S. M., López-Pug, A. L., & Cardenal, M. E. (2021). Digital inequality at home. The school as compensatory agent. *Computers & Education*, 168, 104195. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104195>
- Hatlevik, O. E., Throndsen, I., Loi, M., & Gudmundsdottir, G. B. (2018). Students' ICT self-efficacy and computer and information literacy: Determinants and relationships. *Computers & Education*, 118, 107–119. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.11.011>
- Helmke, A. (2014). *Unterrichtsqualität und Lehrprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts* (5. Überarb. Aufl.). Klett-Kallmeyer.
- Herring, M. C., Koehler, M. J., & Mishra, P. (Hrsg.). (2016). *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for educators*. Taylor and Francis. <https://doi.org/10.4324/9781315771328>
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, 153, 103897. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897>
- Hofer, S., Holzberger, D., Heine, J.-H., Reinhold, F., Schiepe-Tiska, A., Weis, M., & Reiss, K. (2019). Schulische Lerngelegenheiten zur Sprach- und Leseförderung im Kontext der Digitalisierung. In K. Reiss, M. Weis, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2018 Grundbildung im internationalen Vergleich* (S. 111–128). Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830991007>
- Kastorff, T., Sailer, M., & Stegmann, K. (2023). Typology of adolescents' technology use before and during the COVID-19 pandemic: A Latent Profile Analysis. *International Journal of Educational Research*, 117, 102136. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2023.102136>
- Kirschner, P. A., & Bruyckere, P. (2017). The myths of the digital native and the multitasker. *Teaching and Teacher Education*, 67, 135–142. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.06.001>
- KMK. (2017). *Bildung in der digitalen Welt: Strategie der Kultusministerkonferenz*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 08.12.2016 in der Fassung vom 07.12.2017. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2018/Strategie_Bildung_in_der_digitalen_Welt_idF_vom_07.12.2017.pdf
- KMK. (2021). *Lehren und Lernen in der digitalen Welt: Die ergänzende Empfehlung zur Strategie „Bildung in der digitalen Welt“*. Beschluss der Kulturministerkonferenz vom 09.12.2021. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_12_09-Lehren-und-Lernen-Digi.pdf
- Lachner, A., Scheiter, K., & Stürmer, K. (2020). Digitalisierung und Lernen mit digitalen Medien als Gegenstand der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. In C. Cramer, J. König, M. Rothland & S. Blömeke (Hrsg.), *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (S. 67–75). Klinkhardt. <https://doi.org/10.35468/hblb2020-007>
- Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (mpfs). (2022). *JIM-Studie 2022. Jugend, Information, Medien. Basisuntersuchung zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger*. Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest.
- Monitor Lehrerbildung. (2021). *Lehrkräfte vom ersten Semester an für die digitale Welt qualifizieren*. https://www.monitor-lehrerbildung.de/export/sites/default/.content/Downloads/Monitor-Lehrerbildung_Digitale-Welt_Policy_Brief-2021.pdf
- Moser, S., Lewalter, D., Saalbach, H., Köller, O., & Walper, S. (2021). Corona-Krise als Herausforderung für das Bildungswesen. Perspektiven aus Sicht der Bildungswissenschaften.

- Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 68, 267–270. <http://dx.doi.org/10.2378/peu2021.art21d>
- OECD. (2023). PISA 2022 ICT framework. In OECD (Hrsg.), *PISA 2022 assessment and analytical framework* (S. 238–285). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/dfe0bf9c-en>
- Petko, D., Cantieni, A., & Prasse, D. (2017). Perceived quality of educational technology matters. *Journal of Educational Computing Research*, 54(8), 1070–1091. <https://doi.org/10.1177/0735633116649373>
- Rauschenbach, T. (2016). Informelles Lernen Bilanz und Perspektiven. In M. Haring, M. D. Witte & T. Burger (Hrsg.), *Handbuch informelles Lernen. Interdisziplinäre und internationale Perspektiven* (S. 803–817). Beltz Juventa.
- Sailer, M., Murböck, J., & Fischer, F. (2021). Digital learning in schools: What does it take beyond digital technology? *Teaching and Teacher Education*, 103, 103346. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103346>
- Schaumburg, H., Gerick, J., Eickelmann, B., & Labusch, A. (2019). Nutzung digitaler Medien aus der Perspektive der Schülerinnen und Schüler im internationalen Vergleich. In B. Eickelmann, W. Bos, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, M. Senkbeil & J. Vahrenhold (Hrsg.), *ICILS 2018 #Deutschland: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking* (S. 241–270). Waxmann. <https://doi.org/10.25656/01:18166>
- Scheiter, K. (2021). Lernen und Lehren mit digitalen Medien: Eine Standortbestimmung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 24, 1039–1060. <https://doi.org/10.1007/s11618-021-01047-y>
- Schroeder, N. L., Nesbit, J. C., Anguiano, C. J., & Adesope, O. O. (2018). Studying and constructing concept maps: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 30, 431–455. <https://doi.org/10.1007/s10648-017-9403-9>
- Senkbeil, M., Drossel, K., Eickelmann, B., & Vennemann, M. (2019). Soziale Herkunft und computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich. B. Eickelmann, W. Bos, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, M. Senkbeil & J. Vahrenhold (Hrsg.), *ICILS 2018 #Deutschland: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking* (S. 301–333). Waxmann.
- SWK. (2022). *Digitalisierung im Bildungssystem: Handlungsempfehlungen von der Kita bis zur Hochschule*. Gutachten der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK). <http://dx.doi.org/10.25656/01:25273>
- Van Dijk, J. (2020). *The digital divide*. Cambridge, Medford: Polity. <https://doi.org/10.1515/commun-2020-0026>
- Van Lancker, W., & Zachary, P. (2020). COVID-19, school closures, and child poverty: A social crisis in the making. *The Lancet Public Health*, 5(5), e235. [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(20\)30084-0](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(20)30084-0)
- Wittwer, J., & Senkbeil, M. (2008). Is students' computer use at home related to their mathematical performance at school? *Computers & Education*, 50(4), 1558–1571. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2007.03.001>
- Wößmann, L., Freundl, V., Grewenig, E., Lergetporer, P., Werner, K., & Zierow, L. (2021). *Bildung erneut im Lockdown: Wie verbrachten Schulkinder die Schulschließungen Anfang 2021?* <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/250766/1/ifo-sd-2021-05-p36-52.pdf>

10 Lehren und Lernen unter Pandemiebedingungen

Doris Lewalter, Maren Müller, Frank Goldhammer,
Jennifer Diedrich & Olaf Köller

Schulen in Deutschland waren auf einen digitalgestützten Distanzunterricht im Vergleich zum OECD-Durchschnitt nur unzureichend vorbereitet, ergriffen aber schnell Maßnahmen, um die notwendige Infrastruktur und Lernmaterialien für die Schüler*innen bereitzustellen. Sie haben den Distanzunterricht in geringerem Umfang mit digitalen Medien und in größerem Umfang mit versendeten Materialien durchgeführt, als das im OECD-Durchschnitt der Fall war. Zwar stand weit über der Hälfte der Schüler*innen in Deutschland ein Laptop/PC für den Distanzunterricht zur Verfügung, allerdings hat auch knapp ein Viertel mit dem Smartphone am Distanzunterricht teilgenommen. Aus Sicht der Schulleitungen stellten der Kontakt zu den Schüler*innen und die mangelnde Erfahrung der Lehrkräfte mit Distanzunterricht die größten Beschränkungen bei dessen Durchführung dar. Für die Schüler*innen waren die eigene Lernmotivation und das Verstehen der gestellten Aufgaben während der Schulschließungen die vergleichsweise größten Probleme. Die Jugendlichen in Deutschland wurden weniger von ihren Familien beim Lernen unterstützt, als dies im OECD-Durchschnitt der Fall war. Die angebotenen Fördermaßnahmen wurden vor allem von Lernenden der niedrigeren Kompetenzstufen genutzt, dennoch wurden viele Schüler*innen mit Förderbedarf nicht erreicht. Insgesamt weisen die Befunde darauf hin, dass insbesondere Schüler*innen an nicht gymnasialen Schulen im Vergleich zu Gymnasiast*innen vor größeren Herausforderungen standen. Mit Blick auf die Zukunft sehen sich Schulleitungen in Deutschland auf künftigen Distanzunterricht gut vorbereitet und auch eine Mehrheit der Schüler*innen gibt sich zuversichtlich, künftig mit vergleichbaren Herausforderungen umgehen zu können.

10.1 Hintergrund

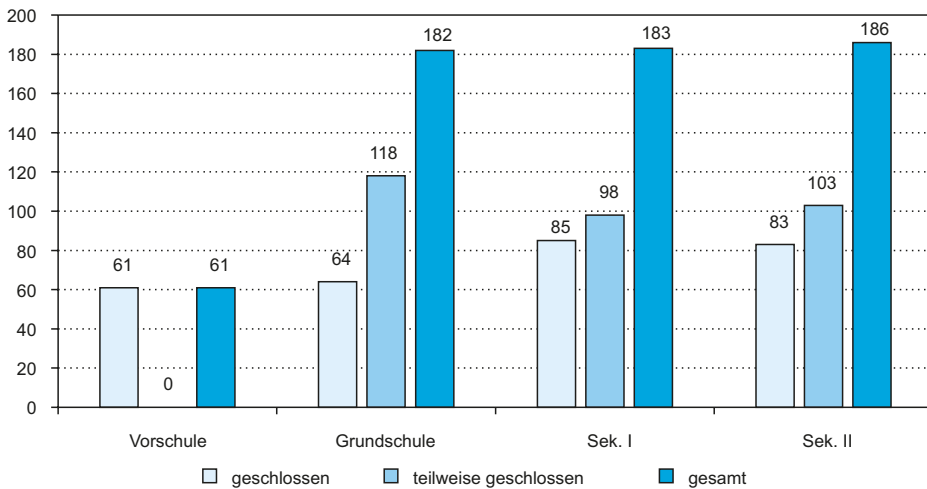
10.1.1 Schulschließungen in der Pandemie

Die Zeit zwischen der letzten und der aktuellen PISA-Runde in 2022 war für alle teilnehmenden Staaten, deren Bildungssysteme, Schüler*innen und Eltern in weiten Teilen durch die Pandemie und die Maßnahmen zur Pandemieeindämmung geprägt. Die Corona-Pandemie hat die Bildungssysteme weltweit vor nie dagewesene Herausforde-

rungen gestellt. Zur Eindämmung der Pandemie reagierten die meisten Staaten mit der zeitweisen vollständigen Schließung von Bildungseinrichtungen von der Kindertagesstätte bis in die Erwachsenenbildung (vgl. im Überblick OECD, 2021). Auch in Deutschland waren erstmalig im Frühjahr 2020 sowohl Kindertagesstätten als auch Schulen für einige Monate teilweise oder vollständig geschlossen. Je nach Infektionslage und länderspezifischen Regelungen kam es in den 16 Bundesländern zwischen Dezember 2020 und Juni 2021 erneut zu einer vollständigen oder teilweisen Schließung der Einrichtungen. Bei teilweiser Schließung wurde Wechselunterricht mit reduzierten Schüler*innenzahlen erteilt (Autor:innengruppe Bildungsberichterstattung, 2022).

Auf der Systemebene betrachtet ergibt sich folgendes Bild (Abbildung 10.1) hinsichtlich der Tage in den Schuljahren 2019/20 und 2020/21, an denen nach OECD-Berechnungen¹ die Schulen und Kindertagesstätten mit Vorschulen in Deutschland vollständig oder teilweise geschlossen waren. Teilweise geschlossen bedeutet, dass ausgewählte Jahrgangsstufen in Präsenz unterrichtet wurden (beispielsweise die Prüfungsjahrgänge am Ende der Sekundarstufen I und II oder die Übergangsklassen an den Grundschulen), während die übrigen Jahrgangsstufen in Distanz oder in Wechselmodellen unterrichtet wurden.

Abbildung 10.1: Anzahl der Schultage, an denen Kindertagesstätten und Schulen in den Schuljahren 2019/20 und 2020/21 in Deutschland teilweise oder vollständig geschlossen waren (Quelle: OECD, 2021, S. 40f.; Datenquelle: OECD/UIS/UNESCO/UNICEF/WB Special Survey on COVID, 20 May 2021)



¹ Umfrage von UNESCO, UNICEF, Weltbank und OECD bei nationalen Bildungsministerien auf der Systemebene.

Es zeigte sich, dass bei den kompletten Schließungen der Sekundarbereich stärker als der Elementar- und Primarbereich betroffen war. Mit Blick auf die in PISA 2022 untersuchten Fünfzehnjährigen ist die Sekundarstufe I von besonderem Interesse. Die große Mehrzahl dieser Schüler*innen besuchte im Schuljahr 2019/20 die 7. oder 8. Jahrgangsstufe, im Schuljahr 2020/21 die 8. oder 9. Jahrgangsstufe. Es handelt sich dabei um Jahrgangsstufen, in denen bei teilweisen Schließungen primär in Distanz oder Wechselmodellen unterrichtet wurde. Dementsprechend dürften viele der Fünfzehnjährigen, die in Deutschland an PISA 2022 teilgenommen haben, fast 200 Tage in Distanz unterrichtet worden sein. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Anzahl der vollständigen und teilweisen Schulschließungen zwischen den Bundesländern und aufgrund von Quarantäneregelungen sogar zwischen Landkreisen oder einzelnen Schulen und Klassen variierte. Mit einem Mittelwert von 183 Tagen liegt Deutschland deutlich über dem OECD-Durchschnitt (135 Schultage mit teilweisen oder vollständigen Schließungen), wobei die Varianz sehr groß ist: Während Schwedens Schulen überhaupt nicht geschlossen waren, blieben die Schulen in Mexiko über 200 Tage und in Kolumbien an 291 Tagen teilweise oder vollständig geschlossen (OECD, 2021, S. 40f.).

10.1.2 Auswirkungen und Maßnahmen

Die Nachwirkungen der beiden Lockdowns für das Lernen von Kindern und Jugendlichen sind im Schulbereich relativ gut dokumentiert. Dies gilt sowohl für Leistungsrückstände als auch für die psychischen Folgen der Lockdowns. Über die zahlreichen internationalen und nationalen Studien hinweg ergibt sich folgendes Bild (vgl. im Überblick u. a. Betthäuser et al., 2023; Di Pietro, 2023; Di Pietro et al., 2020, Reiß et al., 2023; Werner & Woessmann, 2023):

Das Lernen in Distanz hat bei den Kindern und Jugendlichen in Deutschland nach Auskunft der Eltern zu einer deutlichen Reduktion der täglichen Lern- und Arbeitszeit von im Mittel 7,5 Stunden vor der Corona-Pandemie zu 3,7 Stunden im ersten Lockdown und 4,6 Stunden im zweiten Lockdown sowie zu einer geringeren Effektivität der Lernzeit geführt (Werner & Woessmann, 2023). Studien haben zudem gezeigt, dass die Kinder und Jugendlichen im ersten Lockdown deutlich schlechter zu erreichen waren als im zweiten Lockdown (Werner & Woessmann, 2023). Die Fortschritte der Digitalisierung im Schulbereich nach dem ersten Lockdown haben in diesem Punkt zu einer erheblichen Verbesserung geführt.

Hinsichtlich der schulischen Leistungen ergibt die Forschungslage ein differenziertes Bild. Es sind vor allem eher leistungsschwache Kinder und Jugendliche und solche mit Defiziten in der Selbstregulation, die Probleme beim Distanzlernen hatten (Lockl et al., 2021). Zudem sind Kinder und Jugendliche aus sozioökonomisch schwachen Elternhäusern stärker von Lerneinbußen betroffen (Betthäuser et al., 2023; Di Pietro, 2023). Die Befunde eines systematischen Reviews zu den Leistungseinbußen von Schüler*innen auf der Basis von 42 Studien aus 15 Staaten (Betthäuser et al., 2023) legen nahe,

dass die Einbußen in den Kompetenzzuwächsen im Mittel bei $d = -0.14$ liegen. Auf der PISA-Metrik entspräche dies grob geschätzt einem Leistungsverlust von 14 Punkten. Die Verluste sind dabei in Mathematik größer als im Lesen ($d = -0.18$ vs. $d = -0.09$), was wiederum bestätigt, dass mathematische Kompetenz im Vergleich zur Lesekompetenz weniger in Alltagssituationen als im Schulunterricht erworben wird. Reiche Staaten ($d = -0.12$) weisen geringere Einbußen auf als ärmere ($d = -0.37$), nicht zuletzt, weil in den reicheren Staaten die Schulen nicht so lange geschlossen waren wie in den meisten ärmeren Staaten. Keine wesentlichen Unterschiede zeigten sich dagegen bei den Schulstufen (Primarstufe vs. Sekundarstufen). Die Befunde der einbezogenen Studien, die nach den Schulschließungen Leistungsdaten erhoben hatten, deuten außerdem darauf hin, dass die in der Pandemie diagnostizierten Leistungsdefizite ein Jahr nach Öffnung der Schulen immer noch bestanden (Betthäuser et al., 2023). Diese Befunde stehen in Einklang mit Studien, die die langfristigen Folgen von Schulschließungen untersuchen und darauf hindeuten, dass die Leistungsrückstände der betroffenen Schüler*innen im Laufe der Zeit weiter zunehmen, weil sie aufgrund der Lernlücken seltener in der Lage sind, anschlussfähig zu lernen und sich die Effekte so kumulieren (Kaffenberger, 2021).

Die für Deutschland vorliegenden Daten zu den Leistungen der Schüler*innen zeichnen ein auf Bundeslandebene uneinheitliches Bild. Während Schult et al. (2021) für Baden-Württemberg bei den Fünftklässler*innen analog zu den internationalen Studien Lernrückstände nachweisen konnten, finden Depping et al. (2021) für Hamburg keine entsprechenden Befunde (s. im Überblick auch Zierer, 2021).

Demgegenüber weisen für die Fächer Deutsch und Mathematik auch die aktuellen Befunde der beiden IQB-Bildungstrends für die Primarschule 2021 (Stanat et al., 2022) und Sekundarschule 2022 (Stanat et al., 2023) sowie die Befunde von IGLU 2021 (McElvany et al., 2023) auf deutliche Rückgänge in den erreichten Kompetenzen der Schüler*innen am Ende der 4. und am Ende der 9. Jahrgangsstufe in Deutschland hin. Am Ende der 4. Jahrgangsstufe sind die Leistungen der Schüler*innen im Vergleich zu früheren Kohorten sowohl im Lesen als auch in den mathematischen Kompetenzen um gut 20 Punkte gesunken. Am Ende der 9. Klasse zeigen sich vergleichbare Unterschiede von 25 Punkten in der Lesekompetenz zwischen den Erhebungen von 2015 und 2022 (Stanat et al., 2023). Betrachtet man jedoch die Entwicklung der letzten Jahre vor der Pandemie, so deutet diese darauf hin, dass der Trend sinkender Leistungen schon präpandemisch begonnen hatte und entsprechende Differenzen nicht zwingend ausschließlich auf die Herausforderungen der Jahre 2020 und 2021 zurückzuführen sind.

Verbunden mit den teilweisen und völligen Schulschließungen kam es im Rahmen der Maßnahmen zur Pandemieeindämmung auch zu Kontaktbeschränkungen im privaten Umfeld, die das Familienleben und Freizeitverhalten der Kinder und Jugendlichen stark beeinflussten und zu einer Verlagerung auf digitale Medien und das Internet führten (Walper, et al., 2021). Entsprechend lag von Beginn der Pandemie an – neben der Erfassung der Lernrückstände – ein weiterer Fokus der (Bildungs-)Forschung auf möglichen psychosozialen Beeinträchtigungen und psychosomatischen Beschwerden bei Kindern und Jugendlichen als Folgen der Maßnahmen zur Eindämmung der Pan-

demie. Übereinstimmend zeigen Studien, dass bereits im ersten Lockdown 2020 mit den pandemiebedingten Einschränkungen hinsichtlich sozialer Kontakte, Freizeitaktivitäten und Beschulung ein Anstieg der psychosomatischen Beschwerden und erlebten Belastungen bei Kindern und Jugendlichen einherging (Ravens-Sieberer et al., 2021; Reiß et al., 2023). So fühlten sich 71 Prozent der Kinder und Jugendlichen durch die Kontaktbeschränkungen belastet und 39 Prozent der Befragten berichteten von einer Verschlechterung des Verhältnisses zu Freund*innen. Im Vergleich zu präpandemischen Zeiten erlebten 65 Prozent der Kinder und Jugendlichen die Schule und das Lernen als anstrengender; psychosomatische Beschwerden wie Kopf- und Bauchschmerzen, Nervosität, Niedergeschlagenheit, Gereiztheit und Einschlafprobleme nahmen zu. Im zweiten Lockdown verschärfte sich die Situation für die meisten Kinder und Jugendlichen noch einmal: 45 Prozent der Schüler*innen erlebte die Schulsituation als noch anstrengender als im ersten Lockdown. Lediglich 10 Prozent erlebten sie als weniger anstrengend. Entsprechend nahm auch die Lebenszufriedenheit der Kinder und Jugendlichen signifikant ab und erreichte bis Herbst 2022 nicht mehr das Niveau von vor der Pandemie (Reiß et al., 2023). Darüber hinaus hatten beide Lockdowns negative Folgen für die Ernährung und die sportlichen Aktivitäten, die sich insbesondere im zweiten Lockdown stark verringerten (Joisten et al., 2022; Ravens-Sieberer et al., 2021; Schmidt et al., 2022). Besonders betroffen von den Beeinträchtigungen waren Kinder und Jugendliche, die aus ökonomisch und soziokulturell benachteiligten Familien kamen, die schon vor der Pandemie psychisch vorbelastet waren oder deren Eltern psychische Störungen aufwiesen (Betthäuser et al., 2023; Di Pietro, 2023).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Pandemie und die mit ihr verbundenen vollständigen oder teilweisen Schulschließungen negative Folgen für die schulischen Kompetenzen und die psychische Gesundheit der Kinder und Jugendlichen hatten. Weiterhin deuten die aktuellen Befunde darauf hin, dass die entstandenen Leistungslücken bisher nicht geschlossen werden konnten.

Ebenso wie für Kinder und Jugendliche stieg auch bei den Lehrkräften und Schulleitungen das Belastungserleben als Folge der Pandemie deutlich an, wie die Befunde einer umfangreichen Befragung von 2300 Lehrpersonen in Nordrhein-Westfalen im Oktober 2020 zeigen (Hansen et al., 2020, S. 3): Rund ein Drittel der Befragten machte sich Sorgen um die Lernfortschritte der Schüler*innen und insbesondere Lehrkräfte, aber auch Schulleitungen, berichteten von ausgeprägten Symptomen emotionaler Erschöpfung. Knapp ein Viertel der Schulleitungen nannten die Ausfälle von Kolleg*innen als Hauptgrund für die gestiegene Anstrengung. Fast 60 Prozent der Lehrkräfte beurteilten das Unterrichten als im Vergleich zum Vorjahr deutlich anstrengender. 23 Prozent der befragten Lehrkräfte führten das in erster Linie auf die zusätzliche Belastung durch das Anhalten der Schüler*innen zur Umsetzung der Corona-Schutzmaßnahmen zurück.

Um den negativen Effekten der Pandemie in Deutschland zu begegnen, haben das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und das Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (BMFSFJ) mit dem Aktionsprogramm „Aufholen nach Corona für Kinder und Jugendliche“ insgesamt zwei Milliarden Euro für die

Jahre 2021 und 2022 bereitgestellt. Die Mittel sollten unter anderem genutzt werden, um die pandemiebedingten Lernrückstände mittels Diagnostik und darauf aufbauender gezielter Förderung auszugleichen (vgl. SWK, 2021). Die Zusammenstellung der in den 16 Ländern aufgelegten Programme durch Helbig und Kolleg*innen (2022) zeigt, dass die mit dem Programm verbundenen potenziellen Ausgestaltungsspielräume in sehr unterschiedlicher Weise genutzt wurden. Es wurde zwar eine Vielzahl von Angeboten realisiert, deren Effektivität für eine flächendeckende Reduktion der Einbußen jedoch nach Einschätzung der Autor*innen zumindest in Teilen fraglich erscheint, unter anderem da eine bedarfsorientierte Ressourcenzuweisung, um die am stärksten betroffenen Schüler*innen zu erreichen, nur in Teilen umgesetzt wurde (Helbig et al., 2022).

10.2 Zielsetzung und Fragestellungen

Um einen Einblick in das Lehren und Lernen in Zeiten der Pandemie zu erhalten, wurde in PISA 2022 die Befragung der Schulleitungen und der Schüler*innen von internationaler Seite entsprechend erweitert. Über das Global-Crisis-Modul (Bertling et al., 2020) hinaus wurden beide Kontextfragebögen um nationale Ergänzungen erweitert, die relevante Fragestellungen für die Bildungspolitik in Deutschland ansprechen, wie beispielsweise die Nutzung der Förderangebote durch die Schüler*innen.

Anhand dieser Daten besteht die Möglichkeit, neben einem nationalen auch ein umfassendes, international vergleichendes Bild zu wesentlichen Merkmalen des Lehrens und Lernens während der Pandemie aus Sicht der Schulleitungen und Schüler*innen zu erhalten. Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse geben einen Einblick in die schulischen Ausgangsbedingungen zu Beginn der Pandemie (Abschnitt 10.3) und die Gesamteinschätzung zum Lehren und Lernen unter Pandemiebedingungen aus Sicht der Schulleitungen und Schüler*innen (Abschnitt 10.4) im internationalen Vergleich. Herkunftsbedingte Ungleichheiten während der Corona-Pandemie werden in Abschnitt 10.5 dargestellt. Anschließend werden Einschätzungen zu kompensatorischen schulischen Angeboten und deren Nutzung in Deutschland thematisiert (Abschnitt 10.6). Der Zusammenhang individueller und schulischer Kontextmerkmale mit den Kompetenzen der Schüler*innen wird in Abschnitt 10.7 behandelt, bevor abschließend in Abschnitt 10.8. der Fokus darauf liegt, inwiefern sich Schulleitungen und Schüler*innen auf künftige Einschränkungen des schulischen Lernens vorbereitet fühlen. In Abschnitt 10.9 erfolgt eine abschließende Zusammenfassung und Diskussion der Befunde.

Die nachfolgende Darstellung der Befunde zu Rahmenbedingungen und Merkmalen der schulischen Lehr-Lern-Situation während der Pandemie basiert überwiegend auf Angaben der Schulleitungen. Bezogen auf das Lernen und das Erleben während der Pandemie werden die Antworten der Schüler*innen berichtet.

Zu beachten ist, dass diese Fragebögen freiwillig zu beantworten waren und daher nicht von allen angesprochenen Personen vollständig bearbeitet wurden. In der Folge basieren die in diesem Kapitel vorgestellten Befunde zum Teil auf reduzierten Stichpro-

ben und müssen mit Vorsicht interpretiert werden. Dies ist nicht nur für die befragten Schulleitungen – insbesondere bei den freiwilligen Zusatzfragebögen für die Stichprobe in Deutschland – und Schüler*innen in Deutschland der Fall, sondern ebenso für eine Vielzahl der an PISA teilnehmenden Staaten, die zum Vergleich herangezogen werden (OECD, 2023). Dennoch liefern die nachfolgenden Analysen einen vergleichenden Einblick in den Umgang mit den pandemiebedingten Einschränkungen in den Schulen und deren Zusammenhang mit den Leistungen der Schüler*innen.

10.3 Schulische Ausgangsbedingungen

Im ersten Schritt werden relevante Ausgangsbedingungen des schulischen Lehrens und Lernens unter Distanzbedingungen aus Sicht der Schulleitungen betrachtet, die sich insbesondere auf die Bereitstellung und kompetente Nutzung von Videokommunikations- und digitalen Lehr-Lern-Programmen sowie Materialien für den Distanzunterricht beziehen. Die abgefragten Aspekte sind in Tabelle 10.2 aufgeführt. Sie wurden zu einem Gesamtindex zusammengefasst, für den gilt, dass höhere (positive) Werte auf vergleichsweise günstige Ausgangsbedingungen in den Schulen hinweisen, während negative Werte auf ungünstige Ausgangsbedingungen hinweisen. Es zeigt sich, dass Deutschland ebenso wie zum Beispiel Frankreich, Belgien und Korea im Vergleich zum OECD-Durchschnitt signifikant weniger gut vorbereitet war, während Österreich und die Schweiz im OECD-Durchschnitt liegen (Tabelle 10.1). Ausgesprochen gut und signifikant besser als der OECD-Durchschnitt vorbereitet waren unter anderem Neuseeland, Island, Estland, Schweden und Finnland.

Betrachtet man die Angaben der Schulleitungen in Deutschland zu Maßnahmen, die als Reaktion auf die Eindämmungsmaßnahmen der Corona-Pandemie, wie unter anderem der Distanzunterricht, erfolgten, so zeigt sich, dass die überwiegende Mehrheit der Schulleitungen (jeweils ca. 85 %) Schulungen für Lehrkräfte und Schüler*innen hinsichtlich der Nutzung von Videokommunikationsprogrammen durchgeführt, digitale Materialien für den Distanzunterricht vorbereitet und dafür gesorgt hat, dass den Schüler*innen – und zu einem geringeren Anteil (76 %) auch den Lehrkräften – digitale Geräte für den Distanzunterricht zur Verfügung standen (Tabelle 10.2). Diese Werte unterscheiden sich nicht signifikant vom OECD-Durchschnitt. Zudem wurden an etwa Dreiviertel der Schulen digitale Materialien zur Online-Bewertung des Lernverhaltens der Schüler*innen ausgearbeitet, was signifikant über dem OECD-Durchschnitt (71 %) liegt. Nur ein geringer Anteil von Schulleitungen (unter 5 %) hat die genannten Maßnahmen vor oder während der Pandemie nicht ergriffen, was sich überwiegend nicht vom OECD-Durchschnitt unterscheidet. Gut 60 Prozent der Schulleitungen und damit signifikant mehr als der OECD-Durchschnitt (54 %) haben gedruckte Materialien für den Distanzunterricht vorbereitet. Demgegenüber wurden im OECD-Durchschnitt signifikant häufiger die Lehrpläne angepasst sowie Pläne für den Übergang vom Präsenz- zum Distanz-

Tabelle 10.1: Ausgangsbedingungen des schulischen Lehrens unter Distanzbedingungen

OECD-Staaten	<i>M</i>	(<i>SE</i>)	<i>SD</i>
Neuseeland	0.62	(0.10)	1.10
Island	0.60	(0.01)	0.94
Estland	0.58	(0.05)	0.94
Schweden	0.43	(0.09)	0.87
Irland	0.43	(0.09)	1.13
Australien	0.43	(0.05)	1.00
Finnland	0.33	(0.08)	0.96
Niederlande	0.26	(0.09)	0.86
Tschechien	0.24	(0.05)	0.94
Ungarn	0.19	(0.06)	0.83
Israel	0.16	(0.09)	1.22
Österreich	0.14	(0.07)	0.99
Vereinigte Staaten	0.14	(0.09)	1.08
Spanien	0.09	(0.06)	1.13
Polen	0.06	(0.10)	1.22
Mexiko	0.05	(0.10)	1.24
Schweiz	0.05	(0.06)	0.85
OECD-Durchschnitt	0.03	(0.01)	0.94
Slowakei	-0.01	(0.07)	1.03
Türkei	-0.02	(0.09)	1.24
Kanada	-0.04	(0.05)	0.96
Slowenien	-0.05	(0.01)	0.74
Vereinigtes Königreich	-0.05	(0.07)	0.84
Italien	-0.10	(0.07)	0.97
Portugal	-0.14	(0.06)	0.90
Lettland	-0.17	(0.05)	0.81
Litauen	-0.18	(0.05)	0.94
Belgien	-0.20	(0.06)	0.86
Kolumbien	-0.24	(0.09)	0.93
Costa Rica	-0.29	(0.09)	0.97
Frankreich	-0.29	(0.06)	0.76
Deutschland	-0.30	(0.06)	0.78
Chile	-0.31	(0.06)	0.81
Griechenland	-0.36	(0.07)	0.99
Japan	-0.44	(0.04)	0.62
Korea	-0.59	(0.06)	0.59

Anmerkung: Statistisch signifikante Unterschiede zum OECD-Durchschnitt ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben. Die Gesamtskala ist am Mittelwert der OECD z-standardisiert ($M = 0$, $SD = 1$). Aufgrund fehlender Daten innerhalb der OECD-Staaten können leichte Abweichungen zur Normierung auftreten.

Tabelle 10.2: Schulische Maßnahmen als Reaktion auf die Maßnahmen zur Eindämmung der Corona-Pandemie

	Prozentualer Anteil von Schüler*innen, deren Schulleitung die folgenden Angaben machen						OECD-Durchschnitt	
	Ja, als Standardverfahren vor der Corona-Pandemie			Ja, als Reaktion auf die Corona-Pandemie			Nein	
	Deutschland	OECD-Durchschnitt	% (SE)	Deutschland	OECD-Durchschnitt	% (SE)	Deutschland	OECD-Durchschnitt
Hat Ihre Schule folgende Maßnahmen ergriffen, um sich auf den Distanzunterricht vorzubereiten?	% (SE)	% (SE)	% (SE)	% (SE)	% (SE)	% (SE)	% (SE)	% (SE)
Schulung der Lehrkräfte hinsichtlich der Nutzung von Videokommunikationsprogrammen (z. B. Zoom™, Skype™, Google® Meet™, Microsoft® Teams) für den Distanzunterricht	12.05 (2.39)	18.34 (0.46)	84.00 (2.86)	77.15 (0.51)	3.95 (1.49)	4.51 (0.26)		
Schulung der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der Nutzung von Videokommunikationsprogrammen (z. B. Zoom™, Skype™, Google® Meet™, Microsoft® Teams) für den Distanzunterricht	9.93 (2.19)	14.33 (0.43)	85.19 (2.44)	76.29 (0.54)	4.87 (1.57)	9.38 (0.37)		
Vorbereitung von digitalem Material für den Distanzunterricht (z. B. Reorganisation vorhandener Medien, Entwicklung neuer Medien)	11.29 (2.51)	22.50 (0.51)	84.33 (2.90)	70.96 (0.56)	4.37 (1.53)	6.54 (0.32)		
Vorbereitung von gedrucktem Material für den Distanzunterricht (z. B. Reorganisation vorhandener Ressourcen, Entwicklung neuer Ressourcen)	10.52 (2.22)	18.31 (0.49)	61.21 (3.78)	53.54 (0.64)	28.27 (3.66)	28.15 (0.55)		
Anpassung von Lehrplänen für den Distanzunterricht (z. B. Änderung der Kursanforderungen, Abfolge der Lektionen, Richtlinien für die Benotung)	3.17 (1.26)	8.77 (0.35)	69.39 (3.42)	74.66 (0.52)	27.44 (3.47)	16.57 (0.43)		
Vorbereitung von digitalem Material für die Online-Bewertung des Lernverhaltens der Schülerinnen und Schüler (z. B. Quiz, Tests)	6.98 (1.92)	20.20 (0.51)	74.85 (3.18)	71.27 (0.58)	18.17 (2.98)	8.53 (0.34)		
Zusammenstellung von Lehrmaterial für Eltern oder erwachsene Bezugspersonen zum Unterstützen ihres Kindes beim Lernen außerhalb der Schule	4.52 (1.40)	11.60 (0.40)	36.25 (3.64)	47.12 (0.62)	59.23 (3.66)	41.28 (0.59)		
Gewährleistung, dass die Schülerinnen und Schüler Zugang zu digitalen Geräten für den Distanzunterricht haben	10.52 (2.55)	19.14 (0.48)	84.92 (3.01)	73.31 (0.54)	4.56 (1.56)	7.55 (0.33)		
Gewährleistung, dass die Lehrkräfte Zugang zu digitalen Medien für den Distanzunterricht haben	18.98 (3.02)	30.55 (0.54)	76.15 (3.20)	64.53 (0.57)	4.88 (1.87)	4.92 (0.28)		
Ausarbeitung eines Plans für Schülerinnen, Schüler und Lehrkräfte für den Übergang vom Präsenzunterricht zum Distanzunterricht	5.96 (1.85)	8.22 (0.34)	72.03 (3.80)	76.38 (0.51)	22.01 (3.53)	15.40 (0.42)		

Anmerkung: Statistisch signifikante Unterschiede zwischen dem OECD-Durchschnitt und Deutschland ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben.

unterricht ausgearbeitet als in Deutschland. Die drei letztgenannten Aktivitäten wurden von knapp 20 bis 30 Prozent der Schulleitungen zu keiner Zeit verfolgt.

10.4 Rückblick auf das Lehren und Lernen unter Pandemiebedingungen

Umfang der Schulschließungen

Wenn im Folgenden die Ausgestaltung des Lehrens und Lernens im Zeitraum des Distanzunterrichts betrachtet wird, dann handelt es sich um den Zeitraum, für den die Schulleitungen angeben, dass ihre Schule für die Mehrheit der Schüler*innen geschlossen war. Hierbei ist zu beachten, dass sich diese Einschätzung auf die Gesamtheit der Schüler*innen einer Schule bezieht und nicht nur auf jene Klassenstufen, in welchen die an PISA 2022 teilnehmenden Fünfzehnjährigen unterrichtet wurden. Sowohl die international berichteten Daten (OECD, 2021) als auch die Angaben der Schulleitungen in Deutschland weisen hier eine sehr große Bandbreite auf.

Die Bandbreite zur Anzahl der Tage, an denen ihre Schule für die Mehrheit der Schüler*innen geschlossen war ($M = 91.83$, $SD = 57.8$; Tabelle 10.1web), kann in Deutschland unter anderem mit dem sehr unterschiedlichen Infektionsgeschehen und den in Teilen unterschiedlichen Regelungen für den Distanzunterricht aufgrund des föderalen Bildungssystems erklärt werden. Insgesamt steht dieser Wert jedoch weitgehend in Einklang mit den eingangs berichteten Angaben zu kompletten Schulschließungen auf Systemebene (85 Tage). Bei den Angaben der Schulleitungen zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Gymnasien und nicht gymnasialen Schularten².

Um einen Eindruck vom Umfang der Schulschließungen und des Distanzunterrichts für die an PISA 2022 teilnehmenden Schüler*innen zu erhalten, werden in Tabelle 10.3 deren Angaben berichtet. Diese beziehen sich auf die Gesamtheit der Tage, an denen in der Schule wegen der Corona-Pandemie kein Unterricht stattfand. Von den Schüler*innen in der PISA-2022-Stichprobe wird die Kategorie drei bis sechs Monate am häufigsten genannt. Schüler*innen an nicht gymnasialen Schularten berichten kürzere Schulschließungen als Gymnasiast*innen. Inwieweit ein Zusammenhang zwischen dem berichteten Umfang der Schulschließungen und den Kompetenzen in den drei Domänen besteht, wird in Abschnitt 10.7 berichtet.

2 Nicht gymnasiale Schularten setzen sich zusammen aus Hauptschulen (oder ähnlichen Schularten), Integrierten Gesamtschulen, Realschulen (oder ähnlichen Schularten) und Schulen mit mehreren Bildungsgängen. Zur genaueren Aufschlüsselung siehe Mang et al., 2023.

Tabelle 10.3: Angaben der Schüler*innen zum Umfang der Schulschließungen

Denke an die letzten drei Jahre. Fand in deinem Schulgebäude kein regulärer Unterricht für länger als eine Woche wegen der Coronakrise statt?	Deutschland		Nicht gymnasiale Schularten		Gymnasien	
	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)
Bis zu 1 Monat	10.34	(0.64)	12.95	(0.93)	3.53	(0.43)
Ja, länger als 1 Monat und bis 3 Monate	18.32	(0.74)	20.58	(0.93)	15.28	(1.05)
Ja, länger als 3 Monate und bis zu 6 Monate	38.54	(0.76)	36.67	(1.01)	42.49	(1.18)
Ja, länger als 6 Monate und bis zu 12 Monate	23.36	(0.80)	20.46	(1.01)	28.33	(1.15)
Ja, länger als 12 Monate	9.44	(0.50)	9.34	(0.63)	10.37	(0.83)

Anmerkung: Statistisch signifikante Unterschiede zwischen nicht gymnasialen Schularten und Gymnasien ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben.

Schulische Organisation des Distanzunterrichts

Die Bewerkstelligung und Ausgestaltung des Distanzunterrichts ohne nennenswerte Vorlaufzeit stellten die Schulleitungen weltweit vor mehr oder weniger große Herausforderungen. Im ersten Schritt wird daher beschrieben, in welcher Form und mit welchen Mitteln der Distanzunterricht realisiert wurde.

Bezogen auf die Organisation des Distanzunterrichts während der Schulschließungen wurden die Schulleitungen gebeten anzugeben, in welchem Umfang der Unterricht an ihrer Schule mithilfe digitaler Geräte oder versendeten Materialien erfolgte. Folgende Antwortkategorien wurden vorgegeben: keine Unterrichtsstunde, weniger als die Hälfte der Unterrichtsstunden, etwa die Hälfte der Unterrichtsstunden, mehr als die Hälfte der Unterrichtsstunden, alle oder fast alle Unterrichtsstunden. Dabei zeigte sich bei einer gemeinsamen Betrachtung der beiden oberen Antwortkategorien, dass nach Einschätzung der Schulleitungen in Deutschland im Vergleich zum OECD-Durchschnitt signifikant seltener „über die Hälfte der Unterrichtsstunden“ mithilfe digitaler Geräte erfolgte (72 % vs. 87 %) und signifikant häufiger versendete Materialien (34 % vs. 22 %) in „über die Hälfte der Unterrichtsstunden“ eingesetzt wurden (Tabelle 10.2web). Im Vergleich dazu fällt der Unterrichtsumfang mit digitalen Geräten in der Schweiz (81 %) und Österreich (86 %) deutlich höher aus. Einen fast vollständigen Unterricht mit digitalen Medien (mehr als 98 %) berichten Schulleitungen in Griechenland, Italien, Lettland, Litauen und der Türkei. In ähnlichem Umfang mit versendeten Materialien gearbeitet haben die Schulen in der Schweiz (33 %), weitaus seltener geschah dies in Österreich (13 %). Der Zusammenhang des von Schulleitungen berichteten Umfangs an digitalem Echtzeitunterricht beziehungsweise Remote-Lernangeboten und der Leistung der Schüler*innen in den drei Domänen wird in Abschnitt 10.7 behandelt.

Teilnahme am Unterricht in Deutschland nach Schulart

Bei Betrachtung der Gestaltung und Nutzung des Distanzunterrichts in Deutschland im internationalen Vergleich ist es aufschlussreich zu klären, welche Anteile an Schüler*innen in einer typischen Woche am Distanzunterricht teilgenommen haben, als wegen der Coronapandemie in Schulgebäude kein Unterricht stattfand (Tabelle 10.4). Hier berichten 70 Prozent der Schulleitungen eine Teilnahmequote der Schüler*innen von über 80 Prozent, wobei sich der Wert nicht signifikant vom OECD-Durchschnitt (64 %) unterscheidet. Differenziert nach Schulart zeigt sich, dass die Schüler*innen an nicht gymnasialen Schulen aus Sicht der Schulleitungen deutlich schlechter erreicht werden konnten.

Tabelle 10.4: Teilnahmequote der Schüler*innen am Distanzunterricht in einer typischen Woche

Als im Schulgebäude wegen der Coronakrise kein Unterricht für Schülerinnen und Schüler stattfand, etwa wie viel Prozent der Schülerinnen und Schüler haben in einer typischen Woche am Distanzunterricht teilgenommen?	Anteil der Schüler*innen, deren Schulleitungen die folgenden Angaben gemacht haben							
	Deutschland		OECD-Durchschnitt		Nicht gymnasiale Schularten		Gymnasien	
	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)
< 20%	—	—	1.51	(0.14)	—	—	—	—
21–40%	3.18	(0.98)	3.40	(0.23)	4.26	(1.77)	—	—
41–60%	3.47	(1.42)	6.69	(0.33)	4.05	(2.04)	1.80	(1.72)
61%–80%	22.89	(3.34)	24.35	(0.54)	28.00	(4.49)	11.17	(4.11)
> 80%	70.46	(3.37)	64.04	(0.55)	63.69	(4.67)	87.02	(4.38)

Anmerkung: Statistisch signifikante Unterschiede zwischen Deutschland und dem OECD-Durchschnitt bzw. zwischen nicht gymnasialen Schularten und Gymnasien ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben.

Schulische Ressourcen für den Distanzunterricht und deren Nutzung

Für die Durchführung des Unterrichts mussten die Schulen zur Unterstützung der Schüler*innen Lernmaterialien bereitstellen (Tabelle 10.5). Hier zeigt sich nach Angaben der Schulleitungen, dass Schulen in Deutschland im Vergleich zum OECD-Durchschnitt signifikant häufiger gedruckte Lehrbücher zur Verfügung stehen (90 % vs. 81 %), dass sie dafür jedoch signifikant seltener die Möglichkeit hatten, mit digitalen Lehrbüchern zu arbeiten (85 % vs. 92 %). Keine Unterschiede zwischen Deutschland und dem OECD-Durchschnitt zeigen sich für die Möglichkeit, digitalen Echtzeitunterricht mithilfe von Videokommunikationsprogrammen sowie Unterrichtsaufzeichnungen oder andere digitale Materialien der Lehrkraft sowie entsprechende Materialien von Dritten anzubieten. In der Schweiz und in Österreich liegen die Werte für digitale Schulbücher dagegen über dem OECD-Durchschnitt. In Staaten wie Finnland, Lettland, Neuseeland, Litauen, Slowenien, Irland und Polen berichten die Schulleitungen aller Schüler*innen über die Möglichkeit, über Echtzeitunterricht durch die Lehrkraft mit Videokommunikationsprogrammen zu verfügen.

Tabelle 10.5: Schulische Ressourcen für den Distanzunterricht

	Anteil von Schüler*innen, deren Schulleitung den folgenden Aussagen zustimmte									
	Meine Schule verfügt über die folgenden Dinge ...									
	Gedruckte Lehrbücher, Arbeitshefte oder Arbeitsblätter		Digitale Lehrbücher, Arbeitshefte oder Arbeitsblätter		Echtzeitunterricht durch eine Lehrkraft meiner Schule mithilfe eines Videokommunikationsprogramms (z. B. Zoom™, Skype™, Google® Meet™, Microsoft® Teams)		Unterrichtsaufzeichnungen oder anderes digitales Material von Lehrkräften meiner Schule		Unterrichtsaufzeichnungen oder anderes digitales Material von Dritten außerhalb meiner Schule	
OECD-Staaten	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)
Finnland	98.39	(1.00)	94.28	(2.20)	100.00	(0.00)	78.61	(3.25)	51.72	(4.03)
Japan	96.29	(1.52)	43.62	(3.91)	79.09	(3.02)	84.62	(2.59)	58.93	(3.94)
Chile	95.92	(1.07)	96.17	(2.05)	98.49	(0.94)	93.63	(2.04)	41.63	(4.24)
Türkei	94.03	(1.69)	94.67	(1.70)	99.31	(0.69)	92.61	(2.01)	83.81	(2.81)
Lettland	93.28	(1.62)	99.53	(0.44)	100.00	(0.00)	85.91	(2.27)	95.23	(1.75)
Neuseeland	92.88	(2.41)	99.36	(0.63)	100.00	(0.00)	96.06	(1.27)	68.23	(3.81)
Niederlande	92.01	(2.75)	94.43	(2.26)	97.61	(1.64)	84.15	(3.26)	55.23	(5.45)
Costa Rica	91.82	(2.26)	93.42	(2.61)	94.46	(2.00)	80.52	(4.13)	47.17	(4.57)
Ungarn	91.79	(2.19)	90.72	(1.90)	99.60	(0.26)	75.50	(3.20)	69.12	(3.66)
Estland	90.26	(1.07)	100.00	(0.00)	99.73	(0.28)	79.38	(2.10)	88.25	(1.82)
Deutschland	89.74	(2.19)	84.87	(2.66)	96.51	(1.18)	78.24	(3.05)	55.75	(3.94)
Litauen	88.82	(2.19)	95.10	(1.69)	99.99	(0.02)	76.39	(2.99)	88.87	(2.51)
Belgien	87.85	(2.40)	93.84	(2.37)	98.67	(0.79)	91.18	(2.23)	57.01	(3.83)
Kolumbien	87.83	(2.05)	85.09	(2.98)	81.13	(3.08)	84.00	(2.60)	49.49	(3.80)
Israel	87.28	(2.82)	85.35	(2.94)	90.00	(2.34)	88.71	(2.42)	81.04	(3.06)
Österreich	86.82	(1.84)	97.70	(0.83)	98.59	(0.45)	85.45	(2.42)	52.58	(3.42)
Slowakei	85.75	(2.67)	87.49	(2.35)	96.17	(1.03)	73.33	(3.22)	57.05	(3.14)
Kanada	85.45	(1.59)	97.51	(0.49)	97.92	(0.54)	90.39	(1.54)	63.38	(2.33)
Tschechien	83.66	(2.22)	95.40	(1.13)	99.57	(0.24)	82.52	(2.21)	86.17	(1.89)
Portugal	81.88	(2.88)	97.24	(1.32)	99.07	(0.90)	70.70	(3.17)	67.38	(3.28)
OECD-Durchschnitt	81.07	(0.46)	92.30	(0.33)	95.98	(0.22)	82.66	(0.45)	63.19	(0.61)
Korea	79.98	(4.58)	83.71	(3.69)	93.23	(3.43)	95.76	(1.95)	83.13	(3.92)
Vereinigte Staaten	79.85	(4.04)	96.17	(1.81)	97.83	(1.46)	94.09	(2.73)	62.71	(5.13)
Slowenien	79.39	(0.58)	95.37	(0.26)	100.00	(0.00)	91.87	(0.26)	83.59	(0.24)
Vereinigtes Königreich	77.00	(3.55)	95.77	(2.03)	97.71	(0.85)	97.38	(1.60)	85.86	(2.90)
Australien	76.97	(1.82)	98.87	(0.50)	95.91	(0.74)	93.85	(1.11)	66.37	(2.27)
Schweden	76.17	(4.39)	98.87	(1.16)	96.00	(2.23)	46.42	(5.72)	42.82	(5.64)
Island	75.42	(0.22)	84.09	(0.20)	63.91	(0.30)	51.74	(0.38)	33.80	(0.29)
Irland	74.74	(3.61)	95.13	(1.85)	100.00	(0.00)	94.29	(2.02)	55.05	(4.59)
Griechenland	73.71	(3.44)	97.14	(1.28)	99.47	(0.40)	53.51	(3.72)	47.80	(4.04)
Schweiz	72.62	(3.71)	93.39	(1.90)	97.62	(1.04)	89.35	(2.38)	58.46	(4.19)
Mexiko	71.27	(3.39)	94.06	(1.68)	95.47	(1.24)	88.41	(1.86)	57.67	(3.40)
Spanien	64.67	(2.30)	96.88	(0.90)	98.31	(0.69)	91.02	(1.39)	62.12	(2.84)
Frankreich	59.76	(4.13)	91.63	(2.12)	97.86	(0.84)	81.09	(3.04)	42.20	(4.16)
Polen	38.95	(3.39)	92.02	(2.09)	100.00	(0.00)	58.63	(4.09)	63.21	(3.97)
Italien	35.10	(3.90)	91.44	(2.23)	99.90	(0.04)	93.84	(2.14)	48.70	(3.69)

Vergleicht man die Schularten hinsichtlich der zur Verfügung stehenden Ressourcen, so werden gedruckte Lehrbücher sowie zusätzliche Ressourcen für Schüler*innen mit besonderem Förderbedarf oder mit nicht deutscher Herkunftssprache signifikant häufiger an nicht gymnasialen Schularten berichtet (Tabelle 10.3web).

Die Verfügbarkeit dieser Ressourcen sagt jedoch noch nichts über deren tatsächliche Nutzung durch die Schüler*innen während des Distanzunterrichts aus. Der Echtzeitunterricht ist mit einem Mittelwert von 2.94, der einer Nutzung von etwa ein- bis zweimal pro Woche entspricht, die am häufigsten genutzte Ressource (Tabelle 10.6). Es folgen gedruckte ($M = 2.57$) und digitale ($M = 2.38$) Lehrbücher. Dies entspricht auch der von den Schulleitungen berichteten Verfügbarkeit dieser Ressource. Unterrichtsaufzeichnungen und digitale Materialien der Lehrkraft wurden in Deutschland ($M = 2.26$) von den Schüler*innen nur einige Male, und alle anderen Ressourcen kaum genutzt. Insgesamt zeigen sich keine Unterschiede zwischen den Ergebnissen für Deutschland und dem OECD-Durchschnitt.

Tabelle 10.6: Nutzungshäufigkeit der schulischen Ressourcen für den Distanzunterricht aus Sicht der Schüler*innen

Als in deinem Schulgebäude wegen der Coronakrise kein Unterricht stattfand, wie häufig hast du folgende Lernressourcen genutzt?	Deutschland			OECD-Durchschnitt			Nicht gymnasiale Schularten			Gymnasien		
	M	(SE)	SD	M	(SE)	SD	M	(SE)	SD	M	(SE)	SD
	Gedruckte Lehrbücher, Arbeitshefte oder Arbeitsblätter	2.57	(0.02)	1.05	2.55	(0.00)	1.02	2.46	(0.03)	1.07	2.71	(0.04)
Digitale Lehrbücher, Arbeitshefte oder Arbeitsblätter	2.38	(0.02)	1.06	2.63	(0.00)	1.02	2.27	(0.03)	1.06	2.52	(0.03)	1.06
Echtzeitunterricht von einer Lehrkraft meiner Schule über ein Videokommunikationsprogramm (z. B. Zoom™, Skype™, Google® Meet™, Microsoft® Teams)	2.94	(0.03)	1.08	3.08	(0.00)	1.02	2.74	(0.04)	1.12	3.19	(0.05)	0.98
Echtzeitunterricht einer privaten Nachhilfe über ein Videokommunikationsprogramm (z. B. Zoom™, Skype™, Google® Meet™, Microsoft® Teams)	1.75	(0.03)	1.06	2.35	(0.00)	1.20	1.82	(0.03)	1.07	1.65	(0.04)	1.03
Unterrichtsaufzeichnungen oder andere digitale Materialien von Lehrkräften meiner Schule	2.26	(0.02)	1.06	2.35	(0.00)	1.04	2.18	(0.03)	1.06	2.34	(0.04)	1.04
Unterrichtsaufzeichnungen oder andere digitale Materialien aus anderen Quellen (z. B. Khan Academy®, Coursera®)	1.76	(0.02)	0.95	2.09	(0.00)	1.02	1.76	(0.03)	0.94	1.76	(0.03)	0.95
Unterricht, der über Fernsehen oder Radio übertragen wird	1.30	(0.02)	0.71	1.57	(0.00)	0.90	1.40	(0.02)	0.80	1.17	(0.02)	0.54

Anmerkung: Statistisch signifikante Unterschiede zwischen Deutschland und dem OECD-Durchschnitt bzw. zwischen nicht gymnasialen Schularten und Gymnasien ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben. Die Mittelwerte basieren auf den Antwortmöglichkeiten „nie“ (1), „ein paar Mal“ (2), „etwa ein bis zwei Mal pro Woche“ (3) bis „jeden Tag oder fast jeden Tag“ (4).

Die vier am meisten genutzten Ressourcen wurden signifikant häufiger von Gymnasiast*innen verwendet als von Schüler*innen an nicht gymnasialen Schularten. Insgesamt fällt auf, dass keine der erfragten Ressourcen während des Distanzunterrichts sowohl in Deutschland als auch im OECD-Durchschnitt zum (fast) täglichen Lernrepertoire der Schüler*innen gehörte. In Abschnitt 10.7 wird der Zusammenhang der Nutzung des digitalen Echtzeitunterrichts beziehungsweise der für den Distanzunterricht bereitgestellten Lernmaterialien mit den Kompetenzen der Schüler*innen in den drei Domänen behandelt.

Schulische Unterstützung während des Distanzunterrichts

Das Lernen im Distanzunterricht war zumindest für die Schüler*innen in Deutschland, aber auch in vielen anderen Staaten, ebenso wie für die Lehrkräfte, eine neue Erfahrung. Neben der grundlegenden Gestaltung des Distanzunterrichts und der Bereitstellung von Lernmaterialien war daher auch die schulische Begleitung des Lernens zu Hause von Bedeutung. Hier kam dem sozialen Kontakt eine besondere Bedeutung zu (Bond et al., 2021). In PISA 2022 wurde Unterstützung durch schulische Akteur*innen über Verhaltensweisen wie zum Beispiel den Versand von Lernmaterialien operationalisiert. Insgesamt erlebten sich die Schüler*innen in Deutschland von schulischen Akteur*innen im Mittel ähnlich gut unterstützt wie der OECD-Durchschnitt (Tabelle 10.7). Deutlich besser unterstützt fühlten sich die Schüler*innen in Finnland, Irland und Lettland, während jene in Japan, Island und Frankreich dies in deutlich geringerem Maße als der OECD-Durchschnitt empfanden. Hier ist zu beachten, dass für Japan auf Systemebene keine Schulschließungen berichtet wurden.

Die Schüler*innen in Deutschland erhielten etwa ein- bis zweimal pro Woche verschiedene Lernmaterialien, bekamen aber nur einige Male, und damit signifikant seltener als der OECD-Durchschnitt, Tipps zum eigenständigen Lernen (Tabelle 10.4web). Ebenso wurde im OECD-Durchschnitt häufiger als in Deutschland bei den Schüler*innen nachgefragt, wie es ihnen geht. Vergleiche zwischen den Schularten in Deutschland weisen ebenfalls auf signifikante Unterschiede hin: An Gymnasien wurden häufiger Lernmaterialien und Aufgaben versendet, während der Erhalt von Lerntipps oder das Erkundigen nach dem eigenen Befinden in signifikant höherem Maße von Schüler*innen an nicht gymnasialen Schulen berichtet wird. Hier ist zu beachten, dass sich diese Unterschiede vermutlich in erster Linie durch die unterschiedliche Zusammensetzung sowie unterschiedliche Bedarfe der Schüler*innen dieser Schularten erklären lassen.

Tabelle 10.7: Schulische Unterstützung während des Distanzunterrichts aus Sicht der Schüler*innen im internationalen Vergleich

OECD-Staaten	M	(SE)	SD
Finnland	0.43	(0.02)	0.98
Irland	0.42	(0.02)	0.95
Lettland	0.33	(0.02)	0.99
Portugal	0.27	(0.02)	1.00
Ungarn	0.24	(0.02)	0.82
Litauen	0.24	(0.02)	0.89
Neuseeland	0.18	(0.02)	1.05
Vereinigte Staaten	0.16	(0.03)	0.89
Vereinigtes Königreich	0.14	(0.02)	0.92
Australien	0.12	(0.01)	0.86
Kanada	0.10	(0.01)	1.05
Kolumbien	0.09	(0.02)	0.96
Spanien	0.06	(0.01)	0.81
Slowakei	0.06	(0.02)	0.92
Mexiko	0.05	(0.02)	0.99
Estland	0.03	(0.01)	1.11
Deutschland	0.01	(0.02)	1.20
OECD-Durchschnitt	-0.01	(0.00)	0.98
Schweden	-0.01	(0.02)	0.97
Costa Rica	-0.02	(0.02)	1.11
Italien	-0.04	(0.01)	1.09
Polen	-0.07	(0.02)	0.91
Österreich	-0.09	(0.02)	0.92
Slowenien	-0.10	(0.02)	0.91
Israel	-0.11	(0.02)	0.98
Chile	-0.12	(0.02)	0.97
Tschechien	-0.13	(0.02)	0.97
Türkei	-0.13	(0.02)	0.89
Niederlande	-0.13	(0.02)	1.07
Schweiz	-0.16	(0.02)	0.97
Korea	-0.23	(0.03)	0.89
Griechenland	-0.26	(0.02)	1.00
Belgien	-0.29	(0.02)	1.02
Frankreich	-0.31	(0.02)	1.01
Island	-0.39	(0.02)	1.04
Japan	-0.55	(0.03)	1.01

Anmerkung: Statistisch signifikante Unterschiede zum OECD-Durchschnitt ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben. Die Gesamtskala ist am Mittelwert der OECD z-standardisiert ($M = 0$, $SD = 1$). Aufgrund fehlender Daten innerhalb der OECD-Staaten können leichte Abweichungen zur Normierung auftreten.

Häusliche Ausstattung und Unterstützung während des Distanzunterrichts

Neben den schulischen Akteur*innen waren während des Distanzunterrichts auch die Eltern in besonderem Maße gefordert, für ihre Kinder geeignete Rahmenbedingungen zum Lernen zu Hause zur Verfügung zu stellen. Betrachtet man die häusliche digitale Ausstattung der Jugendlichen in Deutschland, so zeigen sich einige Unterschiede zum OECD-Durchschnitt (Tabelle 10.8). Es geben 65 Prozent der Schüler*innen in Deutschland an, vorwiegend einen Laptop, PC oder Tablet genutzt zu haben, 23 Prozent verwendeten ein Smartphone für ihre Schularbeit. Weitere 7 Prozent geben an, ein digitales Gerät genutzt zu haben, welches auch von anderen Familienmitgliedern verwendet wird, und 3 Prozent hatten vorwiegend ein Leihgerät der Schule im Einsatz. Lediglich 1 Prozent der Schüler*innen stand kein digitales Gerät für die Schularbeit zur Verfügung. Damit liegt der Wert für die Nutzung eines eigenen Laptops, PC oder Tablets signifikant über dem OECD-Durchschnitt (55 %). Für die gemeinsame Nutzung eines Gerätes mit Familienmitgliedern unterscheidet sich der Wert nicht signifikant vom OECD-Durchschnitt und die Werte für die anderen Antwortoptionen liegen signifikant unterhalb des OECD-Durchschnitts. Betrachtet man die Art der verwendeten Geräte in Abhängigkeit von der Schulart, so zeigt sich, dass an Gymnasien mit 78 Prozent signifikant häufiger Laptops, ein PC oder Tablets genutzt wurden als an nicht gymnasialen Schularten (56 %), während dort signifikant mehr Smartphones (31 % vs. 13 % an Gymnasien) und Leihgeräte (5 % vs. 2 %) zum Einsatz kamen. Somit stand zwar fast allen Schüler*innen ein digitales Gerät zur Verfügung, um am Distanzunterricht teilzunehmen, doch sind die Geräte von Schüler*innen an Gymnasien häufig deutlich besser geeignet, dem Distanzunterricht effektiv folgen zu können. Der Zusammenhang zwischen der berichteten Verfügbarkeit eines Laptops, PC oder Tablets für das schulische Lernen im Distanzunterricht und der Leistung der Schüler*innen in den drei Domänen wird in Abschnitt 10.7 dargestellt.

Tabelle 10.8: Häusliche digitale Ausstattung nach Angaben der Schüler*innen

Als in deinem Schulgebäude wegen der Coronakrise kein Unterricht stattfand, welches der folgenden digitalen Geräte hast du am häufigsten für deine Schularbeit genutzt?	Deutschland		OECD-Durchschnitt		Nicht gymnasiale Schularten		Gymnasium	
	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)
Meinen eigenen Laptop, PC oder mein eigenes Tablet	65.20	(0.95)	54.81	(0.17)	55.75	(1.37)	78.05	(1.26)
Mein eigenes Smartphone	23.37	(0.82)	29.23	(0.15)	30.52	(1.24)	13.42	(0.91)
Ein digitales Gerät, das auch von anderen Familienmitgliedern genutzt wurde	6.73	(0.42)	6.83	(0.08)	7.16	(0.54)	6.44	(0.71)
Ein digitales Gerät, das mir meine Schule gegeben oder ausgeliehen hat	3.63	(0.39)	7.21	(0.10)	4.95	(0.61)	1.89	(0.52)
Ich hatte kein digitales Gerät für meine Schularbeit	1.07	(0.17)	1.92	(0.04)	1.62	(0.27)	0.19	(0.11)

Anmerkung: Statistisch signifikante Unterschiede zwischen Deutschland und dem OECD-Durchschnitt bzw. zwischen nicht gymnasialen Schularten und Gymnasien ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben.

Neben der Bereitstellung geeigneter Rahmenbedingungen waren Eltern in deutlich höherem Maße als Ansprechpartner*in für schulische Belange gefragt (Berger et al., 2021; Werner & Woessmann, 2023). Entsprechend wurden von den Schüler*innen in PISA 2022 verschiedene Aspekte (s. Tabelle 10.10) der von ihnen erfahrenen familiären Unterstützung während der Schulschließungen erfragt. Die Aspekte wurden wiederum zu einem Gesamtindex zusammengefasst. Höhere (positive) Werte weisen auf eine stärkere familiäre Unterstützung hin. Ein Vergleich der Gesamteinschätzung der familiären Unterstützung während dieser Zeit ergibt, dass die Schüler*innen in Deutschland im Vergleich zum OECD-Durchschnitt ($M = 0.01$) ein signifikant geringeres Maß ($M = -0.10$) an Unterstützung durch ihre Familie wahrgenommen haben (Tabelle 10.9). Ähnlich niedrige Unterstützungswerte finden sich auch in Schweden ($M = -0.08$) oder Österreich ($M = -0.14$), während die Angaben der Schüler*innen in der Türkei ($M = 0.19$), Spanien ($M = 0.08$) oder Frankreich ($M = 0.07$) signifikant über dem OECD-Durchschnitt liegen. Auch für die familiäre Unterstützung wird der Zusammenhang mit der Leistung der Schüler*innen in den drei Domänen in Abschnitt 10.7 behandelt.

Schüler*innen in Deutschland haben nach eigenen Angaben weniger Hilfe bei schulischen Aufgaben, beim Aufstellen eines Lernplans, beim Finden zusätzlicher Materialien oder bei der Erarbeitung neuer Themen von Familienmitgliedern erhalten, als das im OECD-Durchschnitt der Fall war (Tabelle 10.10). Gleiches gilt für kontrollierende Aktivitäten wie die Frage nach dem, was gerade gelernt wird, oder die Kontrolle, ob schulische Aufgaben erledigt wurden. Unterscheidet man zwischen den Schularten, so fallen die Werte für Schüler*innen an Gymnasien für fast alle Aktivitäten signifikant höher aus als für jene an nicht gymnasialen Schulen. Bei der Einordnung der Befunde ist zu beachten, dass Studien zu elterlicher Unterstützung bei Hausaufgaben und beim Lernen aufgezeigt haben, dass ein höheres Maß an elterlicher Unterstützung für die Schüler*innen nicht automatisch von Vorteil ist (Patall et al., 2008). Allerdings stellte der Distanzunterricht eine Sondersituation dar, die nicht mit den Rahmenbedingungen der bisherigen Forschung gleichzusetzen ist. Inwieweit ein Zusammenhang zwischen der familiären Unterstützung und den Kompetenzen der Schüler*innen in Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften besteht, wird in Abschnitt 10.7 analysiert.

Tabelle 10.9: Familiäre Unterstützung während der Schulschließungen aus Sicht der Schüler*innen im internationalen Vergleich

OECD-Staaten	<i>M</i>	(<i>SE</i>)	<i>SD</i>
Ungarn	0.46	(0.02)	0.94
Kolumbien	0.29	(0.02)	0.98
Island	0.27	(0.03)	1.04
Chile	0.22	(0.03)	0.98
Portugal	0.19	(0.02)	1.02
Türkei	0.19	(0.02)	1.05
Mexiko	0.14	(0.02)	1.01
Slowakei	0.13	(0.02)	0.97
Griechenland	0.13	(0.02)	1.00
Costa Rica	0.11	(0.02)	0.94
Lettland	0.11	(0.02)	0.91
Litauen	0.08	(0.02)	0.98
Spanien	0.08	(0.01)	0.94
Frankreich	0.07	(0.02)	1.06
Israel	0.06	(0.02)	0.94
Finnland	0.04	(0.02)	1.03
OECD-Durchschnitt	0.01	(0.00)	0.98
Australien	-0.02	(0.01)	0.99
Schweiz	-0.02	(0.02)	0.94
Vereinigtes Königreich	-0.03	(0.02)	1.02
Vereinigte Staaten	-0.04	(0.02)	1.01
Neuseeland	-0.04	(0.02)	0.96
Italien	-0.05	(0.02)	0.93
Kanada	-0.05	(0.01)	1.01
Slowenien	-0.05	(0.01)	0.93
Irland	-0.06	(0.01)	0.94
Niederlande	-0.07	(0.02)	0.92
Schweden	-0.08	(0.02)	0.99
Deutschland	-0.10	(0.02)	0.95
Estland	-0.12	(0.01)	0.89
Österreich	-0.14	(0.02)	0.96
Polen	-0.15	(0.02)	1.00
Belgien	-0.15	(0.02)	0.98
Korea	-0.49	(0.03)	1.13
Japan	-0.63	(0.02)	1.00

Anmerkung: Statistisch signifikante Unterschiede zum OECD-Durchschnitt ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben. Die Gesamtskala ist am Mittelwert der OECD z-standardisiert ($M = 0$, $SD = 1$). Aufgrund fehlender Daten innerhalb der OECD-Staaten können leichte Abweichungen zur Normierung auftreten.

Tabelle 10.10: Familiäre Unterstützungsmaßnahmen während der Schulschließungen aus Sicht der Schüler*innen

Als in deinem Schulgebäude wegen der Coronakrise kein Unterricht stattfand, wie häufig hat jemand aus deiner Familie Folgendes gemacht?	Deutschland			OECD-Durchschnitt			Nicht gymnasiale Schularten			Gymnasium		
	M	(SE)	SD	M	(SE)	SD	M	(SE)	SD	M	(SE)	SD
Dir bei deinen schulischen Aufgaben geholfen	2.20	(0.02)	0.91	2.24	(0.00)	0.92	2.08	(0.02)	0.81	2.29	(0.03)	0.96
Dich gefragt, was du gerade lernst	2.51	(0.02)	1.01	2.58	(0.00)	0.98	2.59	(0.03)	0.99	2.46	(0.03)	1.03
Dir geholfen, einen Lernplan aufzustellen	1.63	(0.02)	0.91	1.90	(0.00)	0.98	1.47	(0.03)	0.81	1.76	(0.03)	0.97
Dir geholfen, online auf Lehrmaterial zuzugreifen	1.98	(0.02)	0.99	2.11	(0.00)	1.00	1.81	(0.04)	0.91	2.12	(0.03)	1.02
Überprüft, ob du deine schulischen Aufgaben erledigst	2.30	(0.03)	1.07	2.41	(0.00)	1.02	2.17	(0.04)	1.06	2.41	(0.04)	1.08
Dir neue Inhalte erklärt	2.04	(0.02)	0.95	2.03	(0.00)	0.97	1.93	(0.03)	0.87	2.12	(0.03)	1.01
Dir geholfen, zusätzliches Lernmaterial zu finden	1.90	(0.02)	0.98	2.06	(0.00)	0.99	1.72	(0.03)	0.86	2.04	(0.03)	1.04
Dir neue Themen beigebracht, die nicht zu deinen schulischen Aufgaben gehören	1.91	(0.02)	0.98	1.97	(0.00)	0.98	1.82	(0.03)	0.89	1.99	(0.03)	1.04

Anmerkung: Statistisch signifikante Unterschiede zwischen Deutschland und dem OECD-Durchschnitt bzw. nicht gymnasialen Schularten und Gymnasien ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben. Die Mittelwerte basieren auf den Antwortmöglichkeiten „nie“ (1), „ein paar Mal“ (2), „etwa ein bis zwei Mal pro Woche“ (3) bis „jeden Tag oder fast jeden Tag“ (4).

Einschränkungen und Probleme bei der Durchführung und Nutzung des Distanzunterrichts

Mögliche Einschränkungen bei der Umsetzung von Distanzunterricht aus Sicht der Schulleitungen wurden zu einem Gesamtindex zusammengefasst, für den gilt, dass höhere (positive) Werte auf vergleichsweise umfangreichere Einschränkungen in den Schulen hinweisen, während negative Werte auf geringere Einschränkungen hinweisen.

Insgesamt zeigt sich, dass die Schulleitungen in Deutschland die Einschränkungen hinsichtlich der Umsetzung von Distanzunterricht signifikant größer einschätzen ($M = 0.29$) als im OECD-Durchschnitt (Tabelle 10.11). Ähnliche Einschätzungen liegen in Portugal, Irland und im Vereinigten Königreich vor. Demgegenüber schätzen Schulleitungen in Österreich, der Schweiz und insbesondere in Island, Lettland, Finnland, Polen und Estland die Einschränkungen signifikant geringer als der OECD-Durchschnitt ein. In Abschnitt 10.7 wird der Zusammenhang der schulischen Einschränkungen bei der Umsetzung des Distanzunterrichts und den Kompetenzen der Schüler*innen analysiert.

Tabelle 10.11: Einschränkungen bei der Durchführung des Distanzunterrichts aus Sicht der Schulleitung im internationalen Vergleich

OECD-Staaten	<i>M</i>	(<i>SE</i>)	<i>SD</i>
Kolumbien	1.21	(0.09)	1.04
Costa Rica	1.09	(0.07)	0.96
Mexiko	0.64	(0.07)	0.93
Chile	0.51	(0.08)	0.96
Frankreich	0.47	(0.04)	0.67
Japan	0.38	(0.10)	1.25
Griechenland	0.35	(0.07)	0.89
Irland	0.31	(0.07)	0.76
Deutschland	0.29	(0.06)	0.80
Vereinigtes Königreich	0.28	(0.06)	0.75
Portugal	0.28	(0.06)	0.73
Israel	0.15	(0.09)	1.07
Vereinigte Staaten	0.14	(0.10)	1.12
Spanien	0.09	(0.04)	0.82
Litauen	0.02	(0.05)	0.81
Slowakei	0.00	(0.04)	0.78
OECD-Durchschnitt	0.00	(0.01)	0.83
Neuseeland	-0.01	(0.05)	0.67
Belgien	-0.01	(0.06)	0.85
Italien	-0.11	(0.05)	0.79
Australien	-0.18	(0.04)	0.83
Slowenien	-0.18	(0.01)	0.70
Türkei	-0.27	(0.05)	0.66
Kanada	-0.27	(0.04)	0.83
Ungarn	-0.28	(0.06)	0.79
Schweiz	-0.29	(0.06)	0.87
Österreich	-0.30	(0.05)	0.86
Tschechien	-0.36	(0.03)	0.62
Niederlande	-0.44	(0.09)	0.79
Estland	-0.53	(0.04)	0.82
Polen	-0.56	(0.05)	0.72
Finnland	-0.61	(0.07)	0.76
Lettland	-0.69	(0.04)	0.63
Island	-1.02	(0.01)	0.90

Anmerkung: Statistisch signifikante Unterschiede zum OECD-Durchschnitt ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben. Die Gesamtskala ist am Mittelwert der OECD z-standardisiert ($M = 0$, $SD = 1$). Aufgrund fehlender Daten innerhalb der OECD-Staaten können leichte Abweichungen zur Normierung auftreten.

Der schwierige Kontakt zu den Schüler*innen ($M = 2.8$), die mangelnde Erfahrung der Lehrkräfte mit Distanzunterricht ($M = 2.9$) und der fehlende Zugang von Schüler*innen zu digitalen Geräten und zum Internet (beides $M = 2.6$) wurden aus Schulleitungssicht bis zu einem gewissen Grad als Einschränkungen eingeschätzt (Tabelle 10.12). Nicht oder kaum als Einschränkung angesehen wurden beispielsweise fehlende Lern-Management-Systeme oder Lernplattformen ($M = 1.7$) sowie fehlende Unterrichtsmaterialien für den Distanzunterricht ($M = 1.9$). Unterschiede in den Einschätzungen zwischen den Schularten ergeben sich hinsichtlich des Kontakts zu den Schüler*innen, des Zugangs der Schüler*innen zu digitalen Geräten sowie zum Internet und fehlender Lernmanagementsysteme, die von Schulleitungen nicht gymnasialer Schulen als signifikant größere Einschränkung wahrgenommen wurden.

Tabelle 10.12: Einschränkungen bei der Durchführung des Distanzunterrichts aus Sicht der Schulleitung

Als im Schulgebäude wegen der Coronakrise kein Unterricht für Schülerinnen und Schüler stattfand, wie sehr waren die Möglichkeiten Ihrer Schule, Distanzunterricht anzubieten, aus folgenden Gründen eingeschränkt?	Deutschland			OECD-Durchschnitt			Nicht gymnasiale Schularten			Gymnasium		
	M	(SE)	SD	M	(SE)	SD	M	(SE)	SD	M	(SE)	SD
	Fehlender Zugang zu digitalen Geräten bei den Schülerinnen und Schülern.	2.59	(0.06)	0.74	2.26	(0.01)	0.79	2.70	(0.08)	0.74	2.34	(0.08)
Fehlender Zugang zu digitalen Geräten bei den Lehrkräften.	1.66	(0.06)	0.81	1.56	(0.01)	0.67	1.65	(0.08)	0.86	1.61	(0.08)	0.68
Fehlender Zugang zum Internet bei den Schülerinnen und Schülern.	2.57	(0.05)	0.66	2.33	(0.01)	0.73	2.66	(0.07)	0.62	2.33	(0.08)	0.61
Fehlender Zugang zum Internet bei den Lehrkräften.	1.58	(0.05)	0.78	1.56	(0.01)	0.63	1.52	(0.07)	0.79	1.65	(0.09)	0.75
Fehlende Lern-Management-Systeme oder Lernplattformen der Schule (z. B. Moodle®, Microsoft® OneNote™, Google® Classroom™).	1.72	(0.06)	0.92	1.51	(0.01)	0.70	1.83	(0.09)	0.99	1.48	(0.07)	0.65
Fehlendes Unterrichtsmaterial für den Distanzunterricht (z. B. Lehrbücher, Arbeitshefte, Arbeitsblätter, Anleitungsvideos).	1.86	(0.06)	0.76	1.77	(0.01)	0.79	1.89	(0.07)	0.75	1.79	(0.09)	0.74
Der Kontakt zu Schülerinnen und Schülern war schwierig, als im Schulgebäude kein Unterricht stattfand.	2.83	(0.06)	0.79	2.29	(0.01)	0.81	2.92	(0.07)	0.73	2.63	(0.11)	0.86
Mangel an Lehrkräften, die Distanzunterricht geben können.	1.85	(0.06)	0.78	1.50	(0.01)	0.67	1.81	(0.07)	0.76	1.83	(0.10)	0.77
Mangel an Erfahrung mit Distanzunterricht bei den Lehrkräften.	2.86	(0.06)	0.83	2.41	(0.01)	0.84	2.83	(0.08)	0.83	2.88	(0.12)	0.83

Anmerkung: Statistisch signifikante Unterschiede zwischen Deutschland und dem OECD-Durchschnitt bzw. nicht gymnasialen Schularten und Gymnasien ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben. Die Mittelwerte basieren auf den Antwortmöglichkeiten „überhaupt nicht“ (1), „kaum“ (2), „bis zu einem gewissen Grad“ (3) bis „sehr“ (4).

Das mit Abstand größte Problem aus Sicht der Schüler*innen war es national ($M = 2.7$) wie international ($M = 2.5$), sich selbst für schulische Aufgaben zu motivieren, gefolgt von Problemen, die schulischen Aufgaben zu verstehen (beides $M = 2.2$) (Tabelle 10.13). Schüler*innen in Deutschland hatten im Mittel etwas weniger als ein- bis zweimal pro Woche diese Probleme. Im Mittel gab es nur einige Male Probleme mit dem Zugang zu digitalen Geräten oder zum Internet sowie zum Schulmaterial oder damit, einen ruhigen Platz und Zeit zum Lernen zu finden, was dem OECD-Durchschnitt entspricht. Gymnasiast*innen berichten signifikant höhere Motivationsprobleme, liegen in den anderen Werten aber unter jenen der Schüler*innen an nicht gymnasialen Schularten. Ebenso wie auf der Schulebene wird auch der Zusammenhang der Probleme der Schüler*innen bei der Nutzung des Distanzunterrichts mit den Kompetenzen der Schüler*innen in den drei Domänen in Abschnitt 10.7 behandelt.

Tabelle 10.13: Probleme beim Erledigen der schulischen Aufgaben aus Sicht der Schüler*innen

Als in deinem Schulgebäude wegen der Coronakrise kein Unterricht stattfand, wie häufig hattest du folgende Probleme beim Erledigen der schulischen Aufgaben?	Deutschland			OECD-Durchschnitt			Nicht gymnasiale Schularten			Gymnasium		
	M	(SE)	SD	M	(SE)	SD	M	(SE)	SD	M	(SE)	SD
	Probleme mit dem Zugang zu einem digitalen Gerät, wenn ich eins brauchte.	1.66	(0.02)	0.80	1.75	(0.00)	0.82	1.74	(0.03)	0.85	1.55	(0.03)
Probleme mit dem Zugang zum Internet.	1.93	(0.02)	0.83	1.95	(0.00)	0.82	1.91	(0.03)	0.83	1.95	(0.03)	0.81
Probleme mit dem Zugang zu Schulmaterial (z. B. Papier, Stifte).	1.53	(0.02)	0.74	1.50	(0.00)	0.77	1.61	(0.02)	0.79	1.41	(0.02)	0.65
Probleme, einen ruhigen Platz zum Lernen zu finden.	1.50	(0.02)	0.82	1.74	(0.00)	0.90	1.57	(0.03)	0.86	1.40	(0.02)	0.73
Probleme, Zeit zum Lernen zu finden, da ich im Haushalt oder bei der Betreuung von Geschwistern/Angehörigen helfen musste.	1.63	(0.02)	0.86	1.69	(0.00)	0.87	1.67	(0.03)	0.88	1.56	(0.03)	0.83
Probleme mich zu motivieren, die schulischen Aufgaben zu machen.	2.71	(0.03)	1.05	2.52	(0.00)	1.05	2.62	(0.03)	1.09	2.83	(0.03)	0.99
Probleme, meine schulischen Aufgaben zu verstehen.	2.25	(0.02)	0.88	2.22	(0.00)	0.91	2.25	(0.03)	0.93	2.25	(0.03)	0.82
Probleme jemanden zu finden, der mir bei meinen schulischen Aufgaben helfen könnte.	1.86	(0.02)	0.97	1.89	(0.00)	0.96	1.93	(0.03)	1.02	1.77	(0.03)	0.90

Anmerkung: Statistisch signifikante Unterschiede zwischen Deutschland und dem OECD-Durchschnitt bzw. nicht gymnasialen Schularten und Gymnasien ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben. Die Mittelwerte basieren auf den Antwortmöglichkeiten „nie“ (1), „ein paar Mal“ (2), „etwa ein bis zwei Mal pro Woche“ (3) bis „jeden Tag oder fast jeden Tag“ (4).

Gefühle während der Zeit der Schulschließungen

Studien haben gezeigt, dass sich der Distanzunterricht und die damit verbundenen Problemlagen auch auf die Gefühlslage der Schüler*innen ausgewirkt haben (Rauschenberg et al., 2020; Ravens-Sieberer et al., 2021; Reiß et al., 2020; Walper et al., 2021). Entsprechend wurden die Schüler*innen in PISA 2022 gebeten, Angaben zu ihren Gefühlen während der Zeit der Schulschließungen zu machen (Tabelle 10.14). Nur 29 Prozent der Schüler*innen in Deutschland waren motiviert zu lernen. Dies entspricht ihren Angaben zu Problemen beim Lernen. Demgegenüber berichtet etwa die Hälfte der Schüler*innen, dass ihnen das eigenständige Lernen Spaß gemacht hat. Beide Werte liegen signifikant unter dem OECD-Durchschnitt. Auf der anderen Seite machten sich die Schüler*innen in Deutschland weniger Sorgen und fühlten sich weniger einsam, als dies im OECD-Durchschnitt der Fall war. Gymnasiast*innen berichten, mehr Spaß am selbständigen Lernen zu haben, als Schüler*innen an nicht gymnasialen Schulen, während sich die anderen Empfindungen der Schüler*innen nicht nach Schulart unterscheiden. Der Zusammenhang der Gefühle der Schüler*innen während der Zeit der Schulschließungen und ihren Kompetenzen wird in Abschnitt 10.7 analysiert.

Tabelle 10.14: Gefühle der Schüler*innen während der Zeit der Schulschließungen

Als in deinem Schulgebäude wegen der Coronakrise kein Unterricht stattfand, wie sehr stimmst du folgenden Aussagen zu oder nicht zu?	Deutschland		OECD-Durchschnitt		Nicht gymnasiale Schularten		Gymnasien	
	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)
Ich war motiviert, zu lernen.	29.00	(1.17)	38.49	(0.20)	29.86	(1.67)	27.88	(1.45)
Es hat mir Spaß gemacht, eigenständig zu lernen.	48.59	(1.23)	54.92	(0.20)	43.82	(1.71)	55.25	(1.75)
Ich habe mir Sorgen wegen der schulischen Aufgaben gemacht.	39.93	(1.12)	46.57	(0.20)	41.83	(1.58)	37.51	(1.80)
Ich habe mich einsam gefühlt.	31.58	(1.06)	38.26	(0.20)	31.17	(1.40)	32.70	(1.56)

Anmerkung: Statistisch signifikante Unterschiede zwischen Deutschland und dem OECD-Durchschnitt bzw. nicht gymnasialen Schularten und Gymnasien ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben. Die Werte basieren auf den Antwortmöglichkeiten „Stimme überhaupt nicht zu“ (1), „Stimme eher nicht zu“ (2), „Stimme eher zu“ (3), „Stimme völlig zu“ (4). Die dargestellten Ergebnisse sind die Anteile der Schüler*innen, die die Antwortmöglichkeiten „Stimme eher zu“ oder „Stimme völlig zu“ gewählt haben. Zur Berücksichtigung bei Betrachtung des Zusammenhangs mit den Kompetenzen wurden die Items zusätzlich skaliert (vgl. Online-Kapitel 12).

10.5 Herkunftsbezogene Ungleichheiten während der Corona-Pandemie

Zahlreiche Studien haben gezeigt, dass der sozioökonomische Hintergrund und die Herkunft der Schüler*innen deren Lernleistung aber auch deren Erleben während des Distanzunterrichts beeinflussten (Betthäuser et al., 2023; Engzell, et al., 2021; Ravens-Sieberer et al., 2021). Mithilfe der kategorialen EGP-Klassifikation lässt sich die soziale Herkunft Fünfzehnjähriger in Deutschland anhand von Berufsgruppen beschreiben

(vgl. Kapitel 7). Tabelle 10.15 zeigt, dass Schüler*innen, deren Eltern der oberen Dienstklasse angehören, eine überdurchschnittliche schulische Unterstützung erlebten, während Schüler*innen, deren Eltern den unteren EGP-Klassen (V–VI und VII) angehören, eine unterdurchschnittliche schulische Unterstützung und jene der EGP-Klasse VII zudem überdurchschnittliche Probleme beim Erledigen der schulischen Aufgaben im Distanzunterricht erfuhren. Die häusliche Ausstattung lag bei den oberen EGP-Klassen signifikant über und bei den unteren EGP-Klassen signifikant unter dem Durchschnitt. Die Gefühle beim Lernen zu Hause unterscheiden sich nur für Schüler*innen, deren Eltern der unteren Dienstklasse angehören, signifikant positiv vom Durchschnitt.

Tabelle 10.15: Individuelle Merkmale der Schüler*innen differenziert nach EGP-Klassen

EGP-Klassen	Wahrgenommene schulische Unterstützung		Probleme beim Erledigen der schulischen Aufgaben		Häusliche Ausstattungsmerkmale		Gefühle zum zu Hause Lernen	
	M	(SE)	M	(SE)	%	(SE)	M	(SE)
Obere Dienstklasse (I)	1.13	(0.04)	-1.48	(0.06)	46.4	(1.74)	0.05	(0.06)
Untere Dienstklasse (II)	1.04	(0.05)	-1.49	(0.07)	42.7	(1.89)	0.16	(0.06)
Routinedienstleistungen (III)	0.93	(0.06)	-1.37	(0.10)	38.9	(1.90)	0.01	(0.06)
Selbständige, einschl. Landwirt*innen (IV)	0.87	(0.12)	-1.19	(0.15)	39.3	(4.09)	-0.09	(0.12)
Facharbeiter*innen und leitende Arbeiter*innen (V–VI)	0.82	(0.06)	-1.37	(0.08)	35.0	(1.71)	0.00	(0.05)
Un- und angelernte Arbeiter*innen, Landarbeiter*innen (VII)	0.80	(0.06)	-1.14	(0.08)	30.6	(1.61)	-0.01	(0.06)
Gesamt	0.95	(0.03)	-1.37	(0.03)	38.8	(1.09)	0.04	(0.03)

Anmerkung: Signifikante Unterschiede ($p < .05$) in den Kennwerten für die EGP-Klassen zum Gesamtmittelwert sind **fett** gedruckt. Bei „Schulische Unterstützung“ und „Probleme beim Lernen im Distanzunterricht“ handelt es sich um am OECD-Mittelwert standardisierte Skalen. „Häusliche Ausstattungsmerkmale“ sind über die vorwiegende Nutzung eines eigenen PCs oder Laptops“ (s. Tabelle 10.10) operationalisiert. Bei „Gefühle zum Lernen zu Hause“ handelt es sich um mit WLE-Skalen basierend auf den Items in Tabelle 10.18 (zur Bildung der Skalen s. Online-Kapitel 12).

Ergänzend wird der Zuwanderungshintergrund der Schüler*innen in die Analyse einbezogen (Tabelle 10.16). Dieser steht lediglich mit häuslichen Ausstattungsmerkmalen in Zusammenhang, dies betrifft vor allem Schüler*innen der ersten Generation. Schüler*innen ohne Zuwanderungshintergrund können auf eine überdurchschnittliche Ausstattung zurückgreifen, während diese bei Schüler*innen mit Zuwanderungshintergrund unterdurchschnittlich ausfällt. In den weiteren Analysekatégorien ergeben sich dagegen keine Unterschiede im Zusammenhang mit dem Zuwanderungshintergrund.

Tabelle 10.16: Individuelle Merkmale der Schüler*innen differenziert nach dem Zuwanderungshintergrund

	Wahrgenommene schulische Unterstützung		Probleme beim Erledigen der schulischen Aufgaben		Häusliche Ausstattungsmerkmale		Gefühle zum zu Hause Lernen	
	<i>M</i>	<i>(SE)</i>	<i>M</i>	<i>(SE)</i>	<i>gültige %*</i>	<i>(SE)</i>	<i>M</i>	<i>(SE)</i>
Zuwanderungsstatus								
Ohne Zuwanderung	0.97	(0.03)	-1.43	(0.04)	49.3	(1.10)	0.04	(0.03)
Mit Zuwanderung	0.92	(0.04)	-1.27	(0.06)	35.3	(1.30)	0.04	(0.05)
Generationenstatus								
Ein Elternteil im Ausland geboren	1.01	(0.07)	-1.39	(0.07)	41.3	(2.05)	-0.02	(0.08)
Zweite Generation	0.90	(0.05)	-1.23	(0.08)	39.3	(1.63)	0.08	(0.06)
Erste Generation	0.78	(0.11)	-1.15	(0.14)	20.0	(2.23)	0.06	(0.15)
Gesamt	0.95	(0.03)	-1.37	(0.03)	38.8	(1.09)	0.04	(0.03)

Anmerkung: Signifikante Unterschiede ($p < .05$) in den Kennwerten für die EGP-Klassen zum Gesamtmittelwert sind **fett** gedruckt. Bei „Schulische Unterstützung“ und „Probleme beim Lernen im Distanzunterricht“ handelt es sich um am OECD-Mittelwert standardisierte Skalen. „Häusliche Ausstattungsmerkmale sind über die vorwiegende Nutzung eines eigenen PCs oder Laptops“ (s. Tabelle 10.10) operationalisiert. Bei „Gefühle zum Lernen zu Hause“ handelt es sich um mit WLE-Skalen basierend auf den Items in Tabelle 10.18 (zur Bildung der Skalen s. Online-Kapitel 12).

10.6 Förderung während und nach Corona

Nachdem die Maßnahmen zur Eindämmung des Coronavirus, wie unter anderem Schulschließungen und Distanzunterricht in Kraft traten, wurde schon bald von verschiedener Seite auf mögliche Folgen, wie Lernrückstände und die Zunahme psychosozialer Auffälligkeiten hingewiesen (Leopoldina, 2020). Erste Studien bestätigten diese Vermutungen (Ravens-Sieberer et al., 2021; Walper et al., 2021; Woessmann et al., 2020).

Entsprechend haben die Schulen, um den negativen Effekten des Lernens unter den in Abschnitt 10.4. geschilderten Rahmenbedingungen im Distanzunterricht zu begegnen, vielfältige kompensatorische Angebote bereitgestellt. Diese wurden zum Teil mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (BMFSFJ) über das Aktionsprogramm „Aufholen nach Corona für Kinder und Jugendliche“ in den Jahren 2021 und 2022 finanziert (KMK, 2022). Die Ständige Wissenschaftliche Kommission (SWK) hat in diesem Kontext darauf hingewiesen, dass für eine effektive Kompensation der Leistungseinbußen aufgrund der Schulschließungen eine anfängliche Diagnose unerlässlich ist, um eine gezielte Förderung derjenigen Schüler*innen zu ermöglichen, die die größten Bedarfe aufweisen (SWK, 2021).

Die nachfolgenden Befunde einer nationalen Ergänzungsbefragung zu PISA 2022 bei Schulleitungen geben einen Einblick, in welcher Form sowohl Diagnostik als auch Förderangebote an den in der PISA-2022-Studie beteiligten Schulen umgesetzt wurden und

in Teilen, inwieweit sie von den Schüler*innen der PISA-2022-Stichprobe genutzt wurden. Die Teilnahme an dieser Zusatzbefragung war freiwillig.³

Die Schulleitungen in Deutschland wurden gebeten anzugeben, ob und in welcher Form ihre Schule an entsprechenden Lernstandserhebungen teilgenommen hat, um mögliche Leistungseinbußen infolge von Schulschließungen zu erfassen. Die Befunde zeigen, dass eine Mehrzahl der Schulen anhand standardisierter Verfahren, wie beispielsweise VERA, erhoben hat, inwiefern Lernrückstände bei den Schüler*innen vorliegen. So haben 81 Prozent der Schulen in Mathematik und 75 Prozent der Schulen in Deutsch entweder vor den Sommerferien 2021 oder zu Beginn des Schuljahres 2021/22 mindestens ein standardisiertes Testverfahren zur Erhebung der Leistung der Schüler*innen verwendet (Tabelle 10.5web).

Neben der Diagnose aktueller Lernstände spielt das Angebot zur Unterstützung der Schüler*innen eine wichtige Rolle. Hierzu wurden die Schulleitungen befragt, welche zusätzlichen Fördermaßnahmen an ihrer Schule angeboten wurden oder werden, um pandemiebedingte Lernrückstände aufzuholen. Zudem wurde erfasst, ob das jeweilige Angebot mit den Lehrkräften abgestimmt war, da aus der Forschung bekannt ist, dass Zusatzangebote insbesondere dann Wirkung zeigen, wenn sie eng an den Unterricht angekoppelt sind (Nickow et al., 2020).

Wie in Tabelle 10.17 dargestellt, benennen unter anderem 92 Prozent der Schulleitungen individuelle Förderung im Unterricht, 84 Prozent Angebote zur beruflichen Orientierung sowie 77 Prozent die Vorbereitung auf Abschlussprüfungen und 71 Prozent Feedback zu Lernrückständen durch Lernstandsanalysen als die häufigsten Angebote. In etwa der Hälfte der Schulen wurde Lernen in Kleingruppen, Tutorenprogramme, (digitale) Nachhilfe beziehungsweise Nachhilfegutscheine sowie Angebote aus dem Bereich der Zukunftskompetenzen realisiert. Vor allem diejenigen Fördermaßnahmen, die in das schulische Lernen eingebunden waren, waren zu großen Teilen auch mit den Lehrkräften abgestimmt. In geringerer Zahl wurde eine solche Abstimmung auch bei Förderung durch Nachhilfe beziehungsweise Ausgabe der entsprechenden Bildungsgutscheine gegeben.

3 An der freiwilligen Zusatzbefragung der Schulleitungen haben 100 der insgesamt 260 Schulleitungen des aktuellen PISA-Zyklus teilgenommen. Die Befunde in diesem Abschnitt beziehen sich demnach lediglich auf einen Teil der Stichprobe und müssen entsprechend vorsichtig interpretiert werden. Die Angaben von Schulleitungen von Gymnasien und nicht gymnasialen Schularten haben in gleicher Verteilung wie in der Gesamtstichprobe Eingang in die Befragung gefunden.

Tabelle 10.17: Angaben der Schulleitungen zu zusätzlichen schulischen Förderangeboten

Wurden/ Werden die folgenden Fördermaßnahmen an Ihrer Schule angeboten? Bitte geben Sie auch an, ob Sie diese Fördermaßnahmen aus Mitteln des Corona-Aufholprogramms des Bundes finanzieren können/ konnten und, ob die Durchführung dieser Fördermaßnahmen mit den Lehrkräften abgestimmt wurde.	Anteil der Schüler*innen, deren Schulleitungen die folgenden Angaben gemacht haben					
	Ja		Durch Aufholprogramm finanziert		Mit Lehrkräften abgesprochen	
	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)
Tutorenprogramme	47.99	(5.81)	18.13	(3.97)	40.99	(5.72)
Lernen in Kleingruppen	48.93	(5.23)	24.35	(4.41)	31.34	(4.58)
(Digitale) Nachhilfe	48.93	(5.32)	25.87	(3.99)	22.28	(4.73)
Feedback zu Lernrückständen durch Lernstandanalysen	71.22	4.88	10.95	(3.51)	57.30	(5.08)
Individuelle Förderung im Regelunterricht	91.99	(2.07)	8.96	(2.92)	83.25	(3.57)
Ausgabe von Bildungsgutscheinen/ Nachhilfegutscheinen	49.03	(5.15)	43.70	(4.77)	13.96	(3.63)
Angebote zur Förderung der Gesundheit	41.46	(5.88)	12.97	(3.35)	30.31	(4.69)
Vorbereitung auf Abschlussprüfungen	77.15	(4.25)	16.66	(3.78)	68.80	(4.91)
Angebote zur Ermöglichung von Selbstwirksamkeitserfahrungen	24.67	(4.95)	6.75	(2.49)	18.23	(4.19)
Angebote aus den Bereichen berufliche Orientierung und individuelle Bildungsplanung	83.63	(3.81)	7.07	(3.19)	71.48	(4.44)
Angebote aus dem Bereich der Zukunftskompetenzen	50.87	(5.38)	4.51	(1.98)	41.39	(5.14)

Bei näherer inhaltlicher Betrachtung zeigt sich, dass die Schulen bei den Förderangeboten einen besonderen Fokus auf die Hauptfächer gelegt haben. So geben die Schulleitungen von knapp 60 Prozent der Schüler*innen an, mehrmals im Monat zusätzliche Angebote in Mathematik (60 %) und Deutsch (58 %) angeboten zu haben. Zusätzliche Fördermaßnahmen zu Fremdsprachen wurden für 50 Prozent der Schüler*innen mehrmals im Monat angeboten. In Sport (27 %) und naturwissenschaftlichen Fächern (12 %) wurden zusätzliche Angebote deutlich seltener bereit gestellt (Tabelle 10.6web).

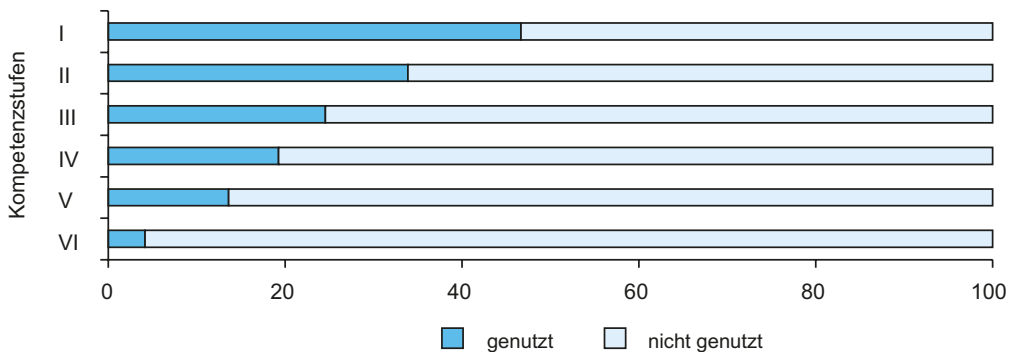
Die Darstellung der Angebote gibt einen Einblick, welche Fördermöglichkeiten an der Schule grundsätzlich bestanden. Demgegenüber ist jedoch auch zu betrachten, inwieweit diese Angebote von den Schüler*innen genutzt wurden. Hier zeigt sich, dass das nicht bei allen Förderangeboten gleichermaßen der Fall war. In der im Rahmen der Studie durchgeführten Zusatzbefragung machten rund 4000 Schüler*innen Angaben zur Nutzung der Fördermaßnahmen. Konkret beantworteten sie die Frage, ob und in welchem Maße sie in den vergangenen Jahren schulische (z. B. Lernen mit Tutor*innen), außerschulische (z. B. Nachhilfe) oder aber Ferienangebote in Anspruch genommen haben (Tabelle 10.7web). Betrachtet man den Anteil der Schüler*innen, die jeweils mindestens eines dieser Angebote nutzten, mit Blick auf die Domänen, so zeigt sich, dass Förderung in Mathematik am häufigsten zum Tragen kam und 29 Prozent der Schüler*innen mindestens einmal ein Angebot in Mathematik in Anspruch genommen haben. Dies steht auch im Einklang mit den Angaben der Fünfzehnjährigen zur Nutzung außerschulischer Lernangebote in der Hauptdomäne (s. für differenziertere Auf-

schlüsselung Kapitel 4, Abbildung 4.7). Angebote in Deutsch und den Naturwissenschaften wurden dagegen seltener wahrgenommen (Deutsch: 21 %, Naturwissenschaften: 18 %) (Tabelle 10.7web).

Die Passung zwischen Angebot und Nutzenden wird im Folgenden geprüft, indem untersucht wird, ob jene Schüler*innen an den Angeboten teilgenommen haben, bei denen aufgrund ihres Kompetenzniveaus ein höherer Bedarf vermutet werden kann. Hierzu wurden die Kompetenzstufen die Schüler*innen in der jeweiligen Domäne ermittelt, in der sie eine zusätzliche Förderung zum Aufholen pandemiebedingter Lernrückstände in Anspruch genommen haben (Abbildung 10.2–10.4).

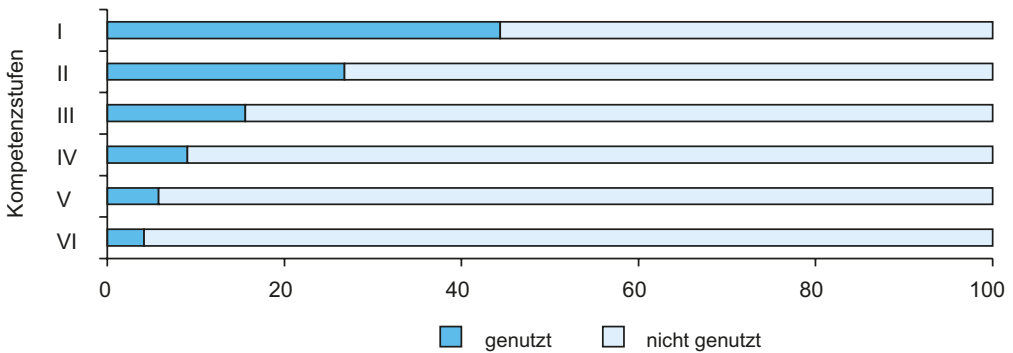
Für alle drei Domänen zeigt sich, dass der Anteil der Schüler*innen, die zusätzliche Förderung erhalten haben, größer ist, je niedriger die erreichten Kompetenzwerte sind. Das heißt, die zusätzlichen Fördermaßnahmen wurden mehrheitlich von leistungsschwächeren Schüler*innen genutzt, während leistungsstärkere Schüler*innen seltener davon Gebrauch machten. Da keine Daten zum Lernstand vor den ergriffenen Maßnahmen vorliegen, lässt sich anhand der Daten jedoch nicht darauf schließen, inwiefern die Fördermaßnahmen auf individueller Ebene zum Aufholen von Lernrückständen geeignet waren. Der Zusammenhang zwischen der Teilnahme an Förderangeboten und der Leistung der Schüler*innen in den drei Domänen wird in Abschnitt 10.7 behandelt.

Abbildung 10.2: Teilnahme an Fördermaßnahmen in Mathematik nach Kompetenzstufen



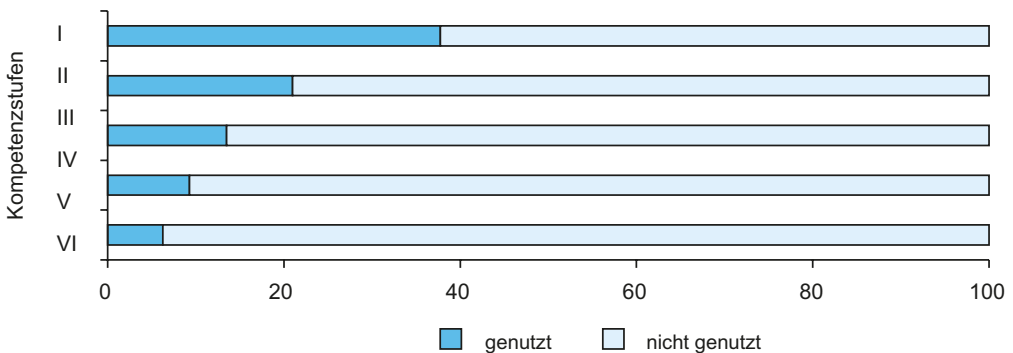
Anmerkung: Die unteren Kompetenzstufen wurden zu Kompetenzstufe I zusammengefügt.

Abbildung 10.3: Teilnahme an Fördermaßnahmen in Deutsch nach Kompetenzstufen



Anmerkung: Die unteren Kompetenzstufen wurden zu Kompetenzstufe I zusammengefügt.

Abbildung 10.4: Teilnahme an Fördermaßnahmen in Naturwissenschaften nach Kompetenzstufen



Anmerkung: Die unteren Kompetenzstufen wurden zu Kompetenzstufe I zusammengefügt.

Es bleibt anzumerken, dass selbst auf den niedrigsten drei Kompetenzstufen (Ic bis Ia, hier zusammengefasst) lediglich deutlich weniger als die Hälfte der Schüler*innen (Mathematik: 47%; Lesen: 44%; Naturwissenschaft: 38%) von den Fördermaßnahmen für die entsprechende Domäne Gebrauch gemacht haben. Auch wenn die Förderangebote mehrheitlich von Schüler*innen mit größeren Schwierigkeiten beim Lernen in Anspruch genommen wurden, wurde ein großer Teil der Schüler*innen auf den niedrigeren Kompetenzstufen davon nicht erreicht. Somit müssen künftige Anstrengungen und Maßnahmen auch mit Blick auf die Frage, wie Schüler*innen mit besonders hohem Förderbedarf einbezogen werden können, geplant und durchgeführt werden.

10.7 Kompetenzerwerb unter Pandemiebedingungen

Betrachtet man den Kompetenzerwerb unter Pandemiebedingungen, so ist es aufschlussreich, diesen sowohl in Zusammenhang mit individuellen Merkmalen auf der Ebene der Schüler*innen als auch in Bezug auf Merkmale auf der Ebene der Schule genauer zu beleuchten.

Zusammenhänge zwischen Schulschließungen und Differenzen in den Kompetenzen in PISA 2018 bis PISA 2022

Ein grundlegendes Merkmal des Kompetenzerwerbs unter Pandemiebedingungen auf Schulebene stellt der zeitliche Umfang der Schulschließungen dar. Daher wurde der Zusammenhang zwischen Dauer der Schulschließungen in Tagen und der Differenz der Kompetenzen zwischen 2018 und 2022 für 23 Staaten, für die Daten auf Systemebene zu Schulschließungen vorliegen, betrachtet. Dabei zeigt sich für keine der drei Domänen ein systematischer Zusammenhang zwischen der Dauer der Schulschließungen und der Leistungsdifferenz (Abbildung 10.1web).

Zusammenhänge zwischen corona-bezogenen Merkmalen auf Individual- und Schulebene und den Kompetenzen in Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften

Zahlreiche Studien haben gezeigt, dass die Folgen der Eindämmungsmaßnahmen der Corona-Pandemie, wie Lerneinbußen oder psychosoziale Auffälligkeiten, sowohl von Merkmalen der häuslichen und schulischen Lernsituation sowie individuellen und familiären Herkunftsmerkmalen als auch von schulischen Rahmenbedingungen des Lernens im Distanzunterricht beeinflusst werden (Betthäuser et al., 2023; Di Pietro, 2023; Reiß et al., 2023; Werner & Woessmann, 2023). Dementsprechend werden im Folgenden die Befunde aus Mehrebenen-Regressionsanalysen vorgestellt, die die Zusammenhänge zwischen diesen Merkmalen der Schüler*innen auf Individualebene sowie Merkmalen der Lernsituation auf Schulebene und den in PISA 2022 erreichten Kompetenzen in den drei Domänen Mathematik, Lesen und naturwissenschaftliche Kompetenz untersuchen (Tabelle 10.18 und 10.19). Im ersten Modell werden auf Individualebene folgende Merkmale als Prädiktoren aus Sicht der Schüler*innen in die Analyse einbezogen: Probleme beim Selbstlernen (Tabelle 10.13), wahrgenommene generelle schulische Unterstützung (Tabelle 10.7), Gefühle während des Lernens im Distanzunterricht (Tabelle 10.14), familiäre Unterstützung (Tabelle 10.9), die häusliche Ausstattung im Sinne der vorwiegenden Nutzung eines Laptops, PC oder Tablets für das Lernen im Distanzunterricht (Tabelle 10.8), das Ausmaß an genutztem digitalen Echtzeitunterricht (Tabelle 10.6), das Ausmaß an genutzten Remote-Angeboten zum Lernen (Tabelle 10.6), die Teilnahme an Förderangeboten in der entsprechenden Domäne (Ferienkurse, schulische oder außerschulische Angebote) (Tabelle 10.7web) und die Dauer der Schulschließungen nach Angaben der Schüler*innen (Tabelle 10.3). Darüber hinaus wurden auf Schulebene

Angaben der Schulleitungen bezüglich des zur Verfügung gestellten Anteils an digitalem Echtzeitunterricht und Remote-Angeboten (Tabelle 10.2web) und zum Ausmaß an Einschränkungen bei der Durchführung des Distanzunterrichts (Tabelle 10.11) einbezogen. In Modell II werden jeweils ergänzend zentrale individuelle sowie familiäre Merkmale der Schüler*innen als Kontrollvariablen in die Analyse einbezogen, die sich wiederholt als relevant für den Kompetenzerwerb erwiesen haben. Dabei handelt es sich um das Geschlecht der Schüler*innen, den sozioökonomischen beruflichen Status, erfasst durch den Highest International Socio-Economic Index of Occupational Status (HISEI) (vgl. Kapitel 7), sowie den Zuwanderungshintergrund der Schüler*innen (vgl. Tabelle 10.18 und 10.19). Mit dem Einbezug dieser Hintergrundvariablen kann geprüft werden, inwieweit die in Modell I ermittelten Zusammenhänge unabhängig von den individuellen Hintergrundmerkmalen bestehen bleiben. Die Analysen werden getrennt für nicht gymnasiale Schularten und Gymnasien durchgeführt, um die jeweilige Vorhersagekraft der einbezogenen Merkmale in Kontext der jeweiligen Schulart aufzeigen zu können.

Die Befunde für die nicht gymnasialen Schularten zeigen, dass weder die Gefühle der Schüler*innen während der Zeit der Schulschließungen noch der von ihnen berichtete Umfang ihrer Nutzung des digitalen Echtzeitunterrichts prädiktiv für die Leistungen in den drei Kompetenzbereichen waren (Tabelle 10.18). Alle anderen Prädiktoren auf Individualebene weisen mit einer Ausnahme eine signifikante Vorhersagekraft für die Kompetenzen der Schüler*innen auf. Probleme beim Selbstlernen sind – mit Ausnahme der Domäne Lesen – mit einer niedrigeren Kompetenz assoziiert, während die wahrgenommene schulische Unterstützung, ein eigener PC/Laptop und die Nutzung von Remote-Angeboten für alle Domänen mit einer höheren Kompetenz verbunden sind. Die Dauer der Schulschließung wird als positiver Prädiktor ausgewiesen, da der zeitliche Umfang der Schulschließungen zwischen den einbezogenen Schularten variiert und bei niedrigeren Bildungsgängen kürzer ausfällt als bei höheren. Die familiäre Unterstützung und die Nutzung von Förderangeboten werden in allen Analysen als signifikante Prädiktoren ausgewiesen. Sie weisen negative Regressionskoeffizienten auf, da sie häufiger bei Schüler*innen mit einem niedrigeren Kompetenzniveau anzutreffen sind (s. Abschnitt 10.5). Dieser Befund sagt somit nichts über die erzielte Förderwirkung aus, sondern weist darauf hin, dass insbesondere leistungsschwache Schüler*innen von ihren Familien unterstützt beziehungsweise durch die Förderangebote erreicht wurden. Auf Individualebene erklären die berichteten Faktoren 12 beziehungsweise 13 Prozent der Varianz der Kompetenz in der jeweiligen Domäne. Demgegenüber stellt auf Schulebene nur das Ausmaß an Einschränkungen bei der Durchführung des Distanzunterrichts einen signifikanten Prädiktor dar, der durchgängig mit einer geringeren Kompetenz der Schüler*innen assoziiert ist. Dementsprechend fällt der auf Schulebene berichtete Anteil an erklärter Varianz nicht signifikant aus. Berücksichtigt man in Modell II die genannten Kontrollvariablen, so werden diese durchgängig als signifikante Prädiktoren ausgewiesen, wobei ein höherer Status mit einer höheren Kompetenz und ein Zuwanderungshintergrund mit einer niedrigeren Kompetenz verbunden ist. Während in Mathematik und in den Naturwissenschaften Jungen eine höhere Kompetenz erzielten, sind es im

Tabelle 10.18: Zusammenhänge zwischen corona-bezogenen individuellen Merkmalen der Lernsituation der Schüler*innen sowie Merkmalen der schulischen Lernsituation und der erreichten Kompetenz in Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften an nicht gymnasialen Schularten

	Mathematik				Lesen				Naturwissenschaften			
	Modell 1		Modell 2		Modell 1		Modell 2		Modell 1		Modell 2	
	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	<i>M</i>
Achsenabschnitt	417.52	(19.59)	402.58	(18.02)	414.92	(23.52)	416.74	(22.13)	421.42	(24.92)	412.43	(22.25)
Individualebene												
Probleme beim Selbstlernen	-6.52	(2.35)	-4.98	(2.30)	-3.09	(2.69)	-2.77	(2.69)	-6.03	(2.92)	-4.56	(2.85)
Schulische Unterstützung	3.68	(2.79)	5.77	(2.74)	9.13	(3.33)	10.06	(3.22)	4.56	(2.93)	6.47	(2.90)
Gefühle während der Pandemie	1.48	(2.33)	0.00	(2.26)	-0.62	(2.48)	-0.55	(2.47)	-0.36	(2.91)	-1.60	(2.80)
Familiäre Unterstützung	-9.53	(2.29)	-11.75	(2.21)	-7.76	(2.66)	-9.46	(2.65)	-10.60	(2.92)	-12.94	(2.81)
Eigener PC/Laptop zum Lernen	12.68	(4.43)	8.89	(4.12)	11.92	(5.53)	11.01	(5.56)	12.48	(4.65)	9.28	(4.45)
Nutzung von Echtzeitunterricht	-0.19	(2.61)	0.03	(2.57)	1.69	(3.30)	2.41	(3.27)	0.05	(3.38)	0.53	(3.34)
Nutzung von Remote-Angeboten	6.46	(2.28)	6.48	(2.28)	9.21	(3.12)	7.79	(3.20)	7.24	(2.90)	6.78	(2.88)
Nutzung Förderangebote	-34.38	(4.72)	-32.91	(4.56)	-45.18	(5.96)	-41.55	(5.90)	-42.75	(5.35)	-41.50	(5.30)
Schulschließung	5.31	(1.59)	5.12	(1.47)	5.45	(2.30)	4.90	(2.29)	6.00	(2.02)	5.66	(1.96)
<i>Kontrollvariablen</i>												
Gender			19.62	(1.50)			-5.15	(4.02)			14.18	(4.15)
HISEI			0.51	(0.03)			0.42	(0.12)			0.52	(0.11)
Migration			-25.20	(3.30)			-30.38	(4.12)			-31.54	(3.69)
Schulebene												
Anteil digitaler Echtzeitunterricht	2.63	(4.01)	2.12	(3.52)	2.37	(4.63)	1.48	(3.91)	2.71	(4.57)	2.02	(3.86)
Anteil Remote-Angebote	-1.98	(2.92)	-3.04	(2.65)	-1.05	(3.39)	-1.62	(3.06)	0.35	(3.58)	-0.83	(3.15)
Einschränkungen bei Distanzunterricht	-3.81	(1.82)	-3.16	(1.68)	-4.89	(2.13)	-4.13	(1.91)	-4.80	(1.90)	-3.95	(1.70)
Varianzanteile												
R^2 Ebene der Schüler*innen	0.12	(0.02)	0.21	(0.02)	0.13	(0.02)	0.19	(0.02)	0.12	(0.02)	0.20	(0.02)
R^2 Ebene der Schule	0.10	(0.07)	0.11	(0.07)	0.10	(0.08)	0.10	(0.08)	0.09	(0.07)	0.09	(0.07)
<i>N</i>	6116											

Anmerkung: Unstandardisierte Regressionskoeffizienten (*b*), deren Standardfehler (*SE*). Aufgeklärte Varianz (Determinationskoeffizient R^2). Statistisch signifikante Werte ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben. Die Variable Gender ist binär kodiert (0 = weiblich, 1 = männlich). Die Variable Migration ist binär kodiert und hat den Wert 1, wenn mindestens ein Elternteil im Ausland geboren ist.

Lesen die Mädchen. Insgesamt geht die Berücksichtigung der Kontrollvariablen mit relativ geringfügigen Veränderungen der Regressionskoeffizienten der berichteten Prädiktoren und einem Anstieg der erklärten Varianz auf Individualebene auf 19 bis 21 Prozent einher. Auf Schulebene werden im Bereich Mathematik die Probleme bei der Durchführung des Distanzunterrichts nicht mehr als signifikanter Prädiktor ausgewiesen.

Die Vorhersagekraft der berücksichtigten Faktoren stellt sich in Teilen für Gymnasien etwas anders dar (Tabelle 10.19). Mit Ausnahme der Dauer der Schulschließung und den Gefühlen während des Lernens im Distanzunterricht stellen alle Prädiktoren auf Individualebene zumindest für einzelne Domänen signifikante Prädiktoren für die Kompetenzen der Schüler*innen dar. Probleme beim Selbstlernen sind, mit der Ausnahme der Domäne Lesen, mit einer niedrigeren Kompetenz assoziiert, während die wahrgenommene schulische Unterstützung mit Ausnahme der Naturwissenschaften, die vorwiegende Nutzung eines eigenen Laptops, PC oder Tablets sowie die Nutzung von Echtzeitunterricht und Remote-Angeboten für alle Domänen mit einer höheren Kompetenz verbunden sind. Die familiäre Unterstützung und die Nutzung von Förderangeboten werden durchgängig als signifikante Prädiktoren ausgewiesen. Sie weisen auch hier negative Regressionskoeffizienten auf, da sie häufiger bei Schüler*innen mit einem niedrigeren Kompetenzniveau anzutreffen sind (s. Abschnitt 10.5). Auch hier sagt dieser Befund nichts über die erzielte Förderwirkung aus, sondern weist darauf hin, dass insbesondere leistungsschwache Schüler*innen unterstützt beziehungsweise erreicht wurden. Auf Individualebene erklären die berichteten Faktoren zwischen 8 und 11 Prozent der Varianz der Kompetenz in der jeweiligen Domäne. Demgegenüber wird auf Schulebene keiner der drei Prädiktoren als signifikant ausgewiesen. Entsprechend kann auf Schulebene keine Varianz aufgeklärt werden.

Berücksichtigt man in Modell II die genannten Kontrollvariablen, so werden diese mit Ausnahme des Geschlechts in der Domäne Lesen durchgängig als signifikante Prädiktoren ausgewiesen, wobei ein höherer Status mit einer höheren Kompetenz und ein Zuwanderungshintergrund mit einer niedrigeren Kompetenz verbunden ist. In Mathematik und in den Naturwissenschaften erzielen Jungen eine höhere Kompetenz. Insgesamt geht die Berücksichtigung der Kontrollvariablen mit relativ geringfügigen Veränderungen der Regressionskoeffizienten der berichteten Prädiktoren und einem relativ geringen Anstieg der erklärten Varianz auf Individualebene auf 13 bis 19 Prozent einher.

Insgesamt fallen über beide Schulformen hinweg auf Individualebene die positiven Zusammenhänge der schulischen Unterstützung und der Verfügbarkeit eines PC/Laptops, sowie die relativ hohen Regressionskoeffizienten für die familiäre Unterstützung und die Nutzung von Förderprogrammen auf. Die erklärte Varianz fällt durchgängig relativ niedrig aus.

Tabelle 10.19: Zusammenhänge zwischen corona-bezogenen individuellen Merkmalen der Lernsituation der Schüler*innen sowie Merkmalen der schulischen Lernsituation und der erreichten Kompetenz in Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften an Gymnasien

	Mathematik				Lesen				Naturwissenschaften			
	Modell 1		Modell 2		Modell 1		Modell 2		Modell 1		Modell 2	
	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	(SE)	<i>b</i>	<i>M</i>
Achsenabschnitt	527.82	(23.16)	499.49	(21.50)	521.47	(28.30)	505.39	(28.11)	526.36	(26.25)	499.63	(25.17)
Individualebene												
Probleme beim Selbstlernen	-12.94	(2.87)	-8.25	(3.07)	-6.13	(3.84)	-4.33	(3.92)	-12.45	(3.94)	-7.71	(4.28)
Schulische Unterstützung	7.65	(3.66)	6.90	(3.52)	8.14	(4.68)	7.13	(4.55)	5.19	(4.87)	3.93	(4.78)
Gefühle während der Pandemie	1.66	(2.29)	1.68	(2.26)	2.13	(2.95)	2.51	(2.94)	2.31	(2.55)	2.69	(2.57)
Familiäre Unterstützung	-11.00	(2.60)	-14.98	(2.65)	-9.23	(2.85)	-10.94	(2.77)	-11.12	(3.29)	-14.54	(3.22)
Eigener PC/Laptop zum Lernen	14.39	(4.80)	8.51	(4.74)	6.31	(5.84)	3.63	(5.75)	15.99	(5.65)	10.00	(5.40)
Nutzung von Echtzeitunterricht	5.50	(2.32)	6.54	(2.14)	6.70	(2.64)	8.16	(2.61)	6.76	(2.68)	8.12	(2.62)
Nutzung von Remote-Angeboten	3.32	(2.30)	5.10	(2.30)	11.45	(2.93)	10.46	(2.85)	6.12	(3.08)	6.96	(3.05)
Nutzung Förderangebote	-27.24	(4.79)	-23.30	(5.14)	-36.62	(7.14)	-32.12	(6.99)	-21.38	(7.07)	-21.35	(6.91)
Schulschließung	1.20	(1.76)	0.69	(1.79)	2.53	(2.17)	2.37	(2.14)	2.53	(2.19)	2.03	(2.14)
<i>Kontrollvariablen</i>												
Gender			27.16	(3.84)			-2.18	(4.47)			17.72	(4.64)
HISEI			0.49	(0.10)			0.36	(0.13)			0.56	(0.11)
Migration			-21.67	(4.04)			-21.66	(4.61)			-30.21	(4.64)
Schulebene												
Anteil digitaler Echtzeitunterricht	-3.83	(4.27)	-4.60	(3.79)	-1.62	(4.92)	-1.80	(4.68)	-1.70	(5.02)	-2.38	(4.54)
Anteil Remote-Angebote	-0.58	(2.95)	-1.20	(2.72)	1.96	(4.24)	1.92	(4.11)	1.13	(3.56)	0.61	(3.24)
Einschränkungen bei Distanzunterricht	-1.60	(2.13)	-0.65	(1.84)	0.31	(2.97)	0.44	(2.76)	-0.67	(2.67)	0.04	(2.37)
Varianzanteile												
R^2 Ebene der Schüler*innen	0.11	(0.02)	0.19	(0.02)	0.10	(0.02)	0.13	(0.02)	0.08	(0.02)	0.15	(0.02)
R^2 Ebene der Schule	0.04	(0.07)	0.05	(0.07)	0.03	(0.08)	0.04	(0.08)	0.02	(0.06)	0.03	(0.06)
<i>N</i>	6116											

Anmerkung: Unstandardisierte Regressionskoeffizienten (*b*), deren Standardfehler (*SE*). Aufgeklärte Varianz (Determinationskoeffizient R^2). Statistisch signifikante Werte ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben. Die Variable Gender ist binär kodiert (0 = weiblich, 1 = männlich). Die Variable Migration ist binär kodiert und hat den Wert 1, wenn mindestens ein Elternteil im Ausland geboren ist.

10.8 Ausblick auf das Lernen in einem zukünftigen Distanzunterricht

Vorbereitet sein auf künftigen Distanzunterricht aus Sicht der Schulleitungen

Mit dem Distanzunterricht haben die Schulen neue Wege des Lehrens eingeschlagen, die digitale Ausstattung verbessert und vielfältige Erfahrungen mit Lehr-Lern-Prozessen in Distanz gesammelt. Entsprechend wurden die Schulleitungen gebeten einzuschätzen, wie gut sie ihre Schule auf einen zukünftigen Distanzunterricht vorbereitet sehen. Die Schulleitungen in Deutschland fühlen sich im Mittel gut vorbereitet ($M = 3.19$) und unterscheiden sich damit nicht vom OECD-Durchschnitt ($M = 3.15$) (Tabelle 10.20). Signifikant besser als der OECD-Durchschnitt vorbereitet sehen sich die Schulleitungen von 16 Staaten darunter Österreich, Irland, Schweden, Finnland, Italien und Polen. Demgegenüber sehen sich die Schulleitungen von elf Staaten, darunter Japan und Frankreich, signifikant schlechter vorbereitet als der OECD-Durchschnitt.

Trotz dieser insgesamt relativ positiven Einschätzung geben in Deutschland 6,54 Prozent der Schulleitungen an, dass ihre Schule nicht oder nur wenig auf einen künftigen Distanzunterricht vorbereitet ist (Tabelle 10.8web), wobei diese Einschätzung bei Schulleitungen an nicht gymnasialen Schularten (7,49 %) häufiger anzutreffen ist als an Gymnasien (3,57 %). Insgesamt liegt der Anteil von Schulleitungen, die diese Angaben machten, in Deutschland signifikant unter dem OECD-Durchschnitt von 13 Prozent.

*Vorbereitet sein auf künftigen Distanzunterricht aus Sicht der Schüler*innen*

Die entsprechende Frage, wie gut sie sich auf einen künftigen Distanzunterricht vorbereitet sehen, wird von den Schüler*innen in Deutschland mit einem Mittelwert von $M = 2.82$ positiver bewertet als im OECD-Durchschnitt ($M = 2.70$) (Tabelle 10.20). Allerdings fällt auf, dass dieser Mittelwert niedriger ausfällt als jener der Schulleitungen ($M = 3.19$). Unter anderem fühlen sich Schüler*innen in Österreich, Litauen, Slowenien und Italien besser vorbereitet, während sich Schüler*innen insbesondere in Japan, das keine Schulschließungen hatte, sowie im Vereinigten Königreich und in Griechenland nur wenig vorbereitet fühlen.

Trotz des relativ hohen Mittelwerts fühlen sich immerhin 30 Prozent der Schüler*innen in Deutschland nicht oder nur wenig auf einen künftigen Distanzunterricht vorbereitet (Tabelle 10.8web). Dieser Wert liegt unter dem OECD-Durchschnitt von knapp 36 Prozent. Im Vergleich zu Gymnasiast*innen fühlen sich signifikant mehr Schüler*innen an nicht gymnasialen Schularten nicht oder nur wenig vorbereitet (35 % vs. 24 %)

Neben dieser generellen Einschätzung wurden die Schüler*innen auch gefragt, wie zuversichtlich sie sind, verschiedene Lernaktivitäten ausführen zu können, wenn in Zukunft einmal kein Unterricht im Schulgebäude stattfinden sollte. Die generelle Einschätzung der Schüler*innen in Deutschland unterscheidet sich nicht signifikant vom OECD-Durchschnitt (Tabelle 10.9web). Signifikant zuversichtlicher sind die

Tabelle 10.20: Vorbereitet sein auf künftige Schulschließungen aus Sicht der Schulleitungen und Schüler*innen

OECD-Staaten	Angaben der Schulleitungen			Angaben der Schüler*innen		
	M	(SE)	SD	M	(SE)	SD
Österreich	3.47	(0.03)	0.55	2.98	(0.01)	0.79
Korea	3.43	(0.05)	0.55	2.56	(0.02)	0.84
Irland	3.41	(0.04)	0.54	2.69	(0.02)	0.84
Slowenien	3.39	(0.01)	0.52	2.76	(0.02)	0.84
Australien	3.39	(0.02)	0.57	2.78	(0.01)	0.83
Neuseeland	3.37	(0.03)	0.52	2.73	(0.01)	0.79
Vereinigtes Königreich	3.37	(0.04)	0.53	2.55	(0.01)	0.82
Schweden	3.37	(0.04)	0.58	2.77	(0.02)	0.86
Finnland	3.34	(0.04)	0.53	2.86	(0.01)	0.81
Italien	3.31	(0.04)	0.54	2.79	(0.01)	0.74
Kanada	3.31	(0.03)	0.56	2.68	(0.01)	0.87
Polen	3.29	(0.04)	0.54	2.71	(0.01)	0.85
Portugal	3.26	(0.04)	0.54	2.73	(0.01)	0.76
Litauen	3.24	(0.03)	0.62	2.82	(0.02)	0.85
Vereinigte Staaten	3.22	(0.06)	0.64	2.71	(0.02)	0.83
Türkei	3.21	(0.05)	0.75	2.26	(0.02)	0.98
Deutschland	3.19	(0.04)	0.53	2.82	(0.02)	0.81
Slowakei	3.19	(0.04)	0.57	2.67	(0.02)	0.91
Schweiz	3.17	(0.05)	0.63	2.90	(0.02)	0.78
Chile	3.15	(0.05)	0.70	2.54	(0.02)	0.90
OECD-Durchschnitt	3.15	(0.01)	0.60	2.70	(0.00)	0.83
Israel	3.14	(0.05)	0.66	2.55	(0.02)	0.98
Estland	3.14	(0.02)	0.47	2.95	(0.01)	0.78
Spanien	3.09	(0.03)	0.60	2.86	(0.01)	0.76
Niederlande	3.08	(0.04)	0.42	2.68	(0.01)	0.75
Lettland	3.00	(0.02)	0.49	2.75	(0.02)	0.84
Island	3.00	(0.01)	0.72	2.84	(0.02)	0.82
Mexiko	2.98	(0.05)	0.77	2.76	(0.02)	0.78
Belgien	2.97	(0.04)	0.52	2.67	(0.01)	0.80
Ungarn	2.92	(0.04)	0.57	2.91	(0.01)	0.75
Japan	2.87	(0.05)	0.75	2.19	(0.01)	0.78
Frankreich	2.86	(0.05)	0.57	2.68	(0.01)	0.85
Griechenland	2.86	(0.04)	0.70	2.50	(0.01)	0.88
Costa Rica	2.57	(0.06)	0.82	2.57	(0.01)	0.88
Kolumbien	2.41	(0.04)	0.75	2.70	(0.02)	0.82

Anmerkung: Statistisch signifikante Unterschiede zum OECD-Durchschnitt ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben.

Schüler*innen in Schweden, Österreich und der Schweiz. Weniger zuversichtlich sind jene aus Spanien, Frankreich, Estland und Italien.

Schüler*innen in Deutschland sind eher zuversichtlich, mit den notwendigen digitalen Medien und Programmen umgehen zu können, Lernmaterial online zu finden, selbständig ihr Lernen zu planen, ihre Aufgaben zu erledigen und sich darauf konzentrieren zu können. Etwas geringer fällt die Zustimmung lediglich hinsichtlich ihrer Motivation und der Bewertung des eigenen Lernfortschritts aus. Insgesamt liegen mit Ausnahme der beiden letztgenannten Aspekte alle Werte über dem OECD-Durchschnitt. Gymnasiast*innen sind mit Ausnahme der Lernmotivation in allen genannten Aspekten signifikant zuversichtlicher als Schüler*innen an nicht gymnasialen Schularten (Tabelle 10.21).

Tabelle 10.21: Angaben der Schüler*innen zur Zuversichtlichkeit in Bezug auf künftigen Distanzunterricht

Wie zuversichtlich bist du, dass du folgende Dinge kannst, wenn in Zukunft erneut kein Unterricht im Schulgebäude stattfinden wird?	Deutschland			OECD-Durchschnitt			Nicht gymnasiale Schularten			Gymnasium		
	M	(SE)	SD	M	(SE)	SD	M	(SE)	SD	M	(SE)	SD
Ein Lern-Management-System oder eine Lernplattform der Schule nutzen (z. B. Moodle®, Microsoft® OneNote™, Google® Classroom™)	2.99	(0.03)	1.02	2.93	(0.00)	0.91	2.75	(0.03)	1.04	3.31	(0.04)	0.88
Ein Videokommunikationsprogramm nutzen (z. B. Zoom™, Skype™, Google® Meet™, Microsoft® Teams)	3.15	(0.03)	0.95	3.01	(0.00)	0.88	2.93	(0.03)	1.00	3.45	(0.04)	0.78
Lernmaterial online selbst finden	3.04	(0.02)	0.90	2.89	(0.00)	0.84	2.85	(0.03)	0.92	3.31	(0.03)	0.77
Selbst planen, wann ich meine schulischen Aufgaben mache	2.98	(0.02)	0.91	2.82	(0.00)	0.84	2.85	(0.03)	0.92	3.15	(0.04)	0.85
Mich selbst zur Erledigung meiner schulischen Aufgaben motivieren	2.65	(0.03)	0.94	2.61	(0.00)	0.88	2.61	(0.04)	0.94	2.71	(0.04)	0.93
Mich ohne Ermahnungen auf meine schulischen Aufgaben konzentrieren	2.80	(0.02)	0.94	2.70	(0.00)	0.86	2.71	(0.03)	0.94	2.93	(0.03)	0.93
Selbstständig meine schulischen Aufgaben erledigen	2.99	(0.02)	0.88	2.84	(0.00)	0.83	2.91	(0.03)	0.90	3.08	(0.03)	0.84
Meine Lernfortschritte bewerten	2.63	(0.02)	0.89	2.74	(0.00)	0.84	2.55	(0.03)	0.92	2.73	(0.03)	0.85

Anmerkung: Statistisch signifikante Unterschiede zwischen Deutschland und dem OECD-Durchschnitt bzw. nicht gymnasialen Schularten und Gymnasien ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben.

10.9 Zusammenfassung und Diskussion

Die Schulschließungen und der damit verbundene Distanzunterricht haben Schulleitungen, Lehrkräfte, Schüler*innen und Eltern vor große Herausforderungen gestellt (u. a. Betthäuser et al., 2023; Stanat et al., 2023; Walper et al., 2021). Die Befunde zeigen, dass die Schulen in Deutschland auf einen digital gestützten Distanzunterricht nur unzureichend vorbereitet waren und deutlich weniger, als dies im OECD-Durchschnitt der Fall war. Sie zeigen aber auch, dass Maßnahmen wie die Schulung von Lehrkräften

und Schüler*innen im Umgang mit Videokommunikationssystemen oder die Erstellung von Materialien für den Distanzunterricht ergriffen wurden, um eine Infrastruktur und Lernmaterialien für die Schüler*innen bereitzustellen. Dieser Befund steht in Einklang mit Studienergebnissen, die zeigen, dass Schüler*innen im zweiten Lockdown deutlich besser erreicht werden konnten als im ersten (Werner & Woessmann, 2023).

Die retrospektiv abgefragten Angaben zum zeitlichen Umfang der Schulschließungen (im Mittel 91 Tage) liegen zwar nahe an den Angaben auf Systemebene (85 Tage; OECD, 2021), können aber nicht anhand von Dokumentationen der Länder validiert werden. Sie zeigen jedoch, dass die an der PISA-2022-Studie teilnehmenden Schüler*innen im Durchschnitt wahrscheinlich in Summe gut vier Monate komplett aus der Distanz unterrichtet wurden. Darüber hinaus wissen wir aus den Systemabfragen, dass die Schüler*innen zusätzlich in noch größerem zeitlichen Umfang (98 Tage) aufgrund der teilweisen Schließungen der Schulen im Wechselunterricht unterrichtet wurden. Damit kann man von etwa sieben Monaten Distanzunterricht ausgehen. 70 Prozent der Schulleitungen gaben an, dass während der vollständigen Schließung ihrer Schule über 80 Prozent der Schüler*innen erreicht werden konnten. Dieser Wert liegt signifikant über dem OECD-Durchschnitt.

Die vorliegenden Analysen geben einen Einblick, wie dieser Unterricht von Seiten der Schulleitungen organisiert wurde und welche Herausforderungen damit für die Schulen und die Schüler*innen verbunden waren. Insgesamt zeigt sich, dass an Schulen in Deutschland der Unterricht in geringerem Umfang mit digitalen Medien und größerem Umfang mit versendeten Materialien durchgeführt wurde als im OECD-Durchschnitt. Dieser Befund steht in Einklang mit dem von den Schulleitungen berichteten, fehlenden Zugang der Schüler*innen zu digitalen Geräten und Internetzugang sowie der mangelnden Erfahrung der Lehrkräfte mit Distanzunterricht, die neben dem Problem des schwierigen Kontakts zu den Schüler*innen die größten Einschränkungen bei der Durchführung des Distanzunterrichts darstellten. Entsprechend wurden digitale im Vergleich zu gedruckten Lehrbüchern seltener verwendet. Allerdings wurde aus Sicht der Schüler*innen der digitale Echtzeitunterricht mit im Mittel „ein- bis zweimal die Woche“ von ihnen am häufigsten genutzt, wobei auch hier Unterschiede zugunsten der Schüler*innen an Gymnasien bestehen. Das heißt, digitaler Echtzeitunterricht stellte für die überwiegende Mehrheit der Schüler*innen keine täglich genutzte Lernressource während des Distanzunterrichts dar. Doch gerade diese Form des Distanzunterrichts erlaubt es, den Kontakt zu den Schüler*innen zu halten, der für ihr Lernen und die Lernmotivation wichtig ist (Bond et al., 2021). Schulische Unterstützung haben die Schüler*innen in Deutschland in unterschiedlicher Form, aber in vergleichbarem Umfang wie die Schüler*innen im OECD-Durchschnitt erfahren. Während sie (häufiger als im OECD-Durchschnitt) ein- bis zweimal in der Woche Lernmaterial und Aufgaben geschickt bekamen, erhielten sie seltener Tipps zum eigenständigen Lernen und wurden seltener gefragt, wie es ihnen geht. Entsprechend wird von den Schüler*innen die eigene Motivation, schulische Aufgaben zu erledigen und diese zu verstehen, am häufigsten als Problem beim Lernen während des Distanzunterrichts genannt.

Neben der schulischen Ausstattung kam der häuslichen Ausstattung mit digitalen Medien, die von den Schüler*innen für die Teilnahme am Distanzunterricht verwendet werden konnten, eine zunehmende Bedeutung zu (Stanat et al., 2022). Die Schüler*innen in Deutschland haben im Mittel mit 65 Prozent signifikant häufiger vorwiegend einen eigenen Laptop, PC oder ein eigenes Tablet für den Distanzunterricht genutzt als die Schüler*innen im OECD-Durchschnitt. Allerdings zeigte sich auch, dass knapp ein Viertel der Schüler*innen in Deutschland vorwiegend mit dem Smartphone am Distanzunterricht teilnahmen. Damit wird deutlich, dass ein beachtlicher Anteil der Schüler*innen in Deutschland zwar grundsätzlich am digitalen Distanzunterricht teilnehmen konnte, aber nur mit sehr eingeschränkten medialen Möglichkeiten, von denen angenommen werden kann, dass sie das Lernen deutlich erschweren.

Neben der Bereitstellung geeigneter Rahmenbedingungen für das Lernen zu Hause waren Eltern und Familienmitglieder auch bei der Unterstützung des Lernprozesses der Schüler*innen gefragt (Werner & Woessmann, 2023). Die Angaben der Schüler*innen in Deutschland weisen darauf hin, dass sie im Mittel signifikant weniger von ihren Familien beim Lernen unterstützt wurden als die Jugendlichen im OECD-Durchschnitt. Inwieweit dies ein Defizit darstellt, kann nicht geklärt werden, da es mit den vorliegenden Daten nicht möglich ist, den Effekt der familiären Unterstützung auf die Lernleistung zu ermitteln.

Hinsichtlich der Zusammenhänge zwischen corona-bezogenen Merkmalen der Lernsituation auf Schulebene und den Kompetenzen der Jugendlichen konnte in PISA 2022 auf internationaler Ebene für alle drei Domänen kein Zusammenhang zwischen der Dauer der Schulschließung auf Systemebene und der Leistungsdifferenz zwischen den PISA-Runden 2018 und 2022 festgestellt werden.

Corona-bezogene Merkmale der Lernsituation wie die schulische Unterstützung beim Distanzlernen, die Nutzung von Remote-Lernangeboten (sowie digitaler Echtzeitunterricht für Gymnasiast*innen), die vorwiegende Nutzung eines Laptops, PC oder Tablets, die familiäre Unterstützung und die Nutzung von Förderprogrammen sowie Probleme beim Selbstlernen stehen schulartunabhängig in Zusammenhang mit den Kompetenzen der Schülerinnen. Zusammengenommen klären sie aber nur relativ wenig Varianz der Kompetenzen der Schüler*innen auf. Die individuellen Hintergrundmerkmale Geschlecht, sozioökonomischer beruflicher Status und Zuwanderungshintergrund leisten ebenfalls einen bedeutsamen Beitrag zur Varianzaufklärung der Kompetenzen und verändern die Regressionskoeffizienten der anderen Prädiktoren nur unwesentlich.

Schließlich weisen die Befunde aus PISA 2022 darauf hin, dass sich Schulleitungen auf künftigen Distanzunterricht gut und entsprechend des OECD-Durchschnitts vorbereitet fühlen. Demgegenüber fühlen sich die Schüler*innen in Deutschland weniger gut vorbereitet als die Schulleitungen, auch wenn ihre Angaben über dem entsprechenden OECD-Durchschnitt liegen.

Insgesamt belegen die Befunde aus PISA 2022 die großen Herausforderungen für Schüler*innen, Schulleitungen, Lehrkräfte und Eltern während der durch die Eindämmungsmaßnahmen stark beeinträchtigten Lehr-Lern-Situation im Distanzunterricht. Sie

zeigen auf, dass von schulischer Seite viele Maßnahmen unternommen wurden, um das selbstständige Lernen der Schüler*innen zu ermöglichen und zu unterstützen. Gleichzeitig wurde aber auch deutlich, dass insbesondere Schüler*innen an nicht gymnasialen Schularten teilweise vor großen Herausforderungen standen. Auch wenn die angebotenen Fördermaßnahmen vor allem von Lernenden der niedrigeren Kompetenzstufen genutzt wurden, so weisen die Befunde auch darauf hin, dass viele Schüler*innen mit Förderbedarf bisher nicht erreicht wurden.

Es ist ohne Frage naheliegend, die zwischen 2018 und 2022 deutlich gesunkenen Kompetenzen auf OECD-Ebene und in Deutschland auf die negativen Effekte der Schulschließungen zurückzuführen. Die hier berichteten Einschränkungen, die mit der Gestaltung der Lehr-Lern-Situationen auf Distanz verbunden waren, sowie deren – für Teile der Schüler*innen – eingeschränkte Nutzung haben sicherlich zur Ausprägung der berichteten Kompetenzen in Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften beigetragen. Auch die von Betthäuser et al. (2023) zusammengetragenen Ergebnisse sprechen dafür, dass die weltweiten Schulschließungen negative Effekte auf die Lernraten hatten, und zwar in Mathematik noch stärker als im Lesen. Allerdings ist für Deutschland zu beachten, dass die Leistungsminderung einer Tendenz folgt, die schon seit mehreren Zyklen beobachtbar war. Daher ist anzunehmen, dass es weitere Gründe für die gesunkenen Kompetenzen gibt.

Die Befunde bei Betthäuser et al. (2023) weisen weiterhin darauf hin, dass es zumindest bis zum Ende des Jahres 2022 nicht gelungen war, die pandemiebedingten Rückstände wieder aufzuholen, auch dies deckt sich mit den Befunden in Deutschland. Außerdem zeigen die Ergebnisse in PISA 2022, dass bisher nur ein Teil der leistungsschwachen Schüler*innen mit entsprechenden Förderangeboten erreicht wurde. Wenigstens zwei Fragen ergeben sich auf der Basis der gewonnenen Ergebnisse: (1) Wird es in Deutschland aber auch weltweit gelingen, die Rückstände, die in der Pandemie in den betroffenen Schülerkohorten entstanden sind, wieder aufzuholen? (2) Sind die Bildungssysteme gut auf etwaige zukünftige Pandemien und damit verbundene Schulschließungen besser vorbereitet? Schulleitungen in Deutschland fühlen sich gut vorbereitet, das zeigen die Ergebnisse der Fragebogenauswertung in PISA 2022. Unter anderem die nach anfänglichen Fortschritten als Reaktion auf die Corona-Pandemie wieder ins Stocken geratene Digitalisierung der Schulen (vgl. Kapitel 9) lässt allerdings befürchten, dass zukünftige Lockdowns ähnlich gravierende Folgen in deutschen Schulen haben könnten. Hier ist auch die Bildungspolitik aufgefordert, geeignete Anstrengungen zu unternehmen, um dem entgegenzuwirken.

Literatur

- Autor:innengruppe Bildungsberichterstattung. (2022). *Bildung in Deutschland 2022. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zum Bildungspotential*. <https://www.bildungsbericht.de/de/bildungsberichte-seit-2006/bildungsbericht-2022/pdf-dateien-2022/bildungsbericht-2022.pdf>
- Bethhäuser, B. A., Bach-Mortensen, A. M., & Engzell, P. (2023). A systematic review and meta-analysis of the evidence on learning during the COVID-19 pandemic. *Nature Human Behaviour*, 7(3), 375–385. <https://doi.org/10.1038/s41562-022-01506-4>
- Berger, F., Schreiner, C., Hagleitner, W., Jesacher-Rößler, L., Roßnagel, S., & Kraler, C. (2021). Predicting Coping With Self-Regulated Distance Learning in Times of COVID-19: Evidence From a Longitudinal Study. *Frontiers in Psychology*, 12:701255. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.701255>.
- Bertling, J., et al. (2020), “A tool to capture learning experiences during COVID-19: The PISA Global Crises Questionnaire Module”, OECD Education Working Papers, No. 232, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9988df4e-en>
- BMBF & BMFSFJ. (2021). *Präsentation zum Aktionsprogramm „Aufholen nach Corona“ für Kinder und Jugendliche 2021*.
- Bond, M., Bergdahl, N., Mendizabal-Espinosa, R., Kneale, D., Bolan, F., Hull, P., & Ramadani, F. (2021). *Global emergency remote education in secondary schools during the COVID-19 pandemic: A systematic review*. EPPI Centre, UCL Social Research Institute, University College London.
- Depping, D., Lucken, M., Musekamp, F., & Thonke, F. (2021). Kompetenzstande Hamburger Schüler*innen vor und während der Corona-Pandemie. *DDS – Die Deutsche Schule. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Bildungspolitik und pädagogische Praxis, Beiheft 17*, 51–80. <https://doi.org/10.31244/9783830993315.03>
- Di Pietro, G. (2023). The impact of Covid-19 on student achievement: Evidence from a recent meta-analysis. *Educational Research Review*, 100530. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2023.100530>
- Di Pietro, G., Biagi, F., Costa, P., Karpiński, Z., & Mazza, J. (2020). *The likely impact of COVID-19 on education: Reflections based on the existing literature and recent international datasets*. JRC Technical Report. <https://doi.org/10.2760/126686>
- Engzell, P., Frey, A., & Verhagen, M. D. (2021). Learning loss due to school closures during the COVID-19 pandemic. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(17), e2022376118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2022376118>
- Hansen, J., Klusmann, U., & Hanewinkel, R. (2020). *Stimmungsbild: Lehrgesundheit in der Corona-Pandemie*.
- Helbig, M., Edelstein, B., Fickermann, D., & Zink, C. (Hrsg.). (2022). *Aufholen nach Corona? Maßnahmen der Länder im Kontext des Aufholprogramms von Bund und Ländern. DSS – Die Deutsche Schule, Beiheft 19*. <https://doi.org/10.31244/9783830996033>
- Joisten, C., Wessely, S., & Noethig, W. (2022). Bewegung im Kindes- und Jugendalter in Zeiten der Covid-19-Pandemie. In A. Oommen-Halbach, S. Weyers & M. Griemert (Hrsg.), *Kinder und Jugendliche in der COVID-19-Pandemie. Perspektiven aus Praxis und Wissenschaft* (S. 91–99). Düsseldorf University Press. <https://doi.org/10.1515/9783110760361-009>

- Kaffenberger, M. (2021). Modelling the long-run learning impact of the Covid-19 learning shock: Actions to (more than) mitigate loss. *International Journal of Educational Development*, 81, 102326. <https://doi.org/10.1016/j.edudev.2020.102326>.
- KMK. (2022). *Maßnahmen zur Umsetzung des Aktionsprogramms „Aufholen nach Corona für Kinder und Jugendliche“ Zwischenbericht der Länder zum 31.03.2022*. https://www.kmk.org/fileadmin/pdf/PresseUndAktuelles/2022/2022_03_31-Zwischenbericht-Aufholen-nach-Corona.pdf
- Leopoldina. (2020). *Dritte Ad-Hoc-Stellungnahme: Coronavirus-Pandemie – Die Krise Nachhaltig Überwinden*. https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2020_04_13_Coronavirus-Pandemie-Die_Krise_nachhaltig_überwinden_final.pdf
- Lockl, K., Attig, M., Nusser, L., & Wolter, I. (2021). *Lernen im Lockdown: Welche Voraussetzungen helfen Schülerinnen und Schülern? Die Bedeutsamkeit der Lesekompetenz, des Interesses an Lerninhalten und der Anstrengungsbereitschaft für die Bewältigung des Lernens zuhause*. LfBi Leibniz Institute for Educational Trajectories <https://doi.org/10.5157/NEPS:BERICHT:CORONA:05:1.0>
- OECD. (2021). *The state of global education. 18 months into the pandemic*. OECD Publishing.
- OECD. (2023). *PISA results 2022: Volume I: The state of learning and equity in education*. OECD Publishing.
- Mang, J., Seidl, L., Schiepe-Tiska, A., Tupac-Yupanqui, A., Ziernwald, L., Doroganova, A., Weis, M., Diedrich, J., Heine, J.-H., González Rodríguez, E., & Reiss, K. (2023). *PISA 2018 Skalenhandbuch. Dokumentation der Erhebungsinstrumente (2. ergänzte Auflage)*. Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830919964>
- McElvany, N., Lorenz, R., Frey, A., Goldhammer, F., Schilcher, A., & Stubbe, T. C. (2023). *IGLU 2021. Lesekompetenz von Grundschulkindern im internationalen Vergleich und im Trend über 20 Jahre*. Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830997009>
- Nickow, A., Oreopoulos, P., & Quan, V. (2020). *The impressive effects of tutoring on preK-12 Learning: a systematic review and meta-analysis of the experimental evidence*. <https://doi.org/10.3386/w27476>
- Patall, E. A., Cooper, H., & Robinson, J. C. (2008). Parent Involvement in Homework: A Research Synthesis. *Review of Educational Research*, 78(4), 1039-1101. <https://doi.org/10.3102/0034654308325185>
- Rauschenberg, C., Schick, A., Goetzl, C., Röhr, S., Riedel-Heller, S., Koppe, G., Durstewitz, D., Krumm, S., & Reininghaus, U. (2020): Social isolation, mental health, and use of digital interventions in youth during the COVID-19 pandemic: a nationally representative survey. *European Psychiatry*, 64(1), E20. <https://doi.org/10.1192/j.eurpsy.2021.17>
- Ravens-Sieberer, U., Kaman, A., Otto, C., Adedeji, A., Napp, A.-K., Becker, M., Blanck-Stellmacher, U., Löffler, C., Schlack, R., Holling, H., Devine, J., Erhart, M., & Hurrelmann, K. (2021). Seelische Gesundheit und psychische Belastungen von Kindern und Jugendlichen in der ersten Welle der COVID-19- Pandemie – Ergebnisse der Copsy-Studie. *Bundesgesundheitsblatt*, 64, 1512–1521. <https://doi.org/10.1007/s00103-021-03291-3>
- Reiß, F., Napp, A.K., Erhart, M., Devine, J., Dadaczynski, K., Kaman, A., & Ravens-Sieberer, U. (2023). Perspektive Prävention: Psychische Gesundheit von Schülerinnen und Schülern in Deutschland. *Bundesgesundheitsblatt*, 66, 391–401. <https://doi.org/10.1007/s00103-023-03674-8>
- Schmidt, S., Burchartz, A., Kolb, S., Niessner, C., Oriwol, D., & Woll, A. (2022). Influence of socioeconomic variables on physical activity and screen time of children and adolescents

- during the COVID-19 lockdown in Germany: the MoMo study. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 52(3), 362. <https://doi.org/10.1007/s12662-021-00783-x>
- Schult, J., Mahler, N., Fauth, B., & Lindner, M. A. (2021). Did students learn less during the COVID-19 pandemic? Reading and mathematics competencies before and after the first pandemic wave. *School effectiveness and school Improvement*, 33(4), 544-563. <https://doi.org/10.1080/09243453.2022.2061014>
- Stanat, P., Schipolowski, S., Schneider, R., Sachse, K. A., Weirich, S., & Henschel, S. (Hrsg.). (2022). *IQB-Bildungstrend 2021: Kompetenzen in den Fächern Deutsch und Mathematik am Ende der 4. Jahrgangsstufe im dritten Ländervergleich*. Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830996064>
- Stanat, P., Schipolowski, S., Schneider, R., Weirich, S., Henschel, S., & Sachse, K. A. (Hrsg.). (2022). *IQB-Bildungstrend 2022: Sprachliche Kompetenzen am Ende der 9. Jahrgangsstufe im dritten Ländervergleich*. Waxmann.
- SWK (2021). *Pandemiebedingte Lernrückstände aufholen – Unterstützungsmaßnahmen fokussieren, verknüpfen und evaluieren*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/KMK/SWK/2021/2021_06_11-Pandemiebedingte-Lernruckstaende-aufholen.pdf
- Walper, S., Reim, J., Schunke, A., Berngruber, A., & Alt, P. (2021). *Die Situation Jugendlicher in der Corona-Krise*. Deutsches Jugendinstitut.
- Werner, K., & Woessmann, L. (2023). The legacy of COVID-19 in education. *Economic Policy*, eiad016. <https://doi.org/10.1093/epolic/eiad016>
- Woessmann, L., Freundl, V., Grewenig, E., Lergetporer, P., Werner, K., & Zierow, L. (2020). *Bildung in der Coronakrise: Wie haben die Schulkinder die Zeit der Schulschließungen verbracht, und welche Bildungsmaßnahmen befürworten die Deutschen?* <https://www.ifo.de/publikationen/2020/aufsatz-zeitschrift/bildung-der-coronakrise-wie-haben-die-schulkinder-die-zeit>
- Zierer, K. (2021). Effects of pandemic-related school closures on pupils' performance and learning in selected countries: A rapid review. *Education Sciences*, 11(6), 252. <https://doi.org/10.3390/educsci11060252>

11 Fazit PISA 2022

Doris Lewalter, Jennifer Diedrich, Frank Goldhammer,
Kristina Reiss & Olaf Köller

Die Schulzeit zwischen der letzten und der aktuellen PISA-Runde 2022 war für alle teilnehmenden Staaten, deren Bildungssysteme, Schulen, Lehrkräfte, Schüler*innen und Eltern durch die Pandemie und die Maßnahmen zu deren Eindämmung geprägt. Die Staaten haben in unterschiedlicher Weise auf die Pandemie reagiert. In den Jahren 2020 und 2021 kam es weltweit in vielen Staaten zeitweise zu einer völligen oder teilweisen Schließung aller Bildungseinrichtungen (vgl. Kapitel 10). Weitere Maßnahmen, wie Wechselunterricht mit reduzierter Klassengröße oder eine an die Pandemie angepasste Unterrichtsgestaltung, wurden in vielfältiger Weise und unterschiedlichem Ausmaß ergriffen. Viele empirische Befunde, die in den Jahren 2020 bis 2023 publiziert wurden, haben bereits auf die negativen Folgen für Kinder und Jugendliche hingewiesen. Mit PISA 2022 liegt nun erstmals eine international vergleichende Studie vor, die es erlaubt, auf der Basis national repräsentativer Stichproben für die basalen Kompetenzbereiche Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften die Leistungen der Schüler*innen am Ende ihrer Pflichtschulzeit unter diesen extremen externen Einflüssen zu beschreiben und zu vergleichen.

Die Analyse der Daten aus PISA 2022 zeigt für den OECD-Durchschnitt im Vergleich zu PISA 2018 substanzielle Leistungseinbußen für Mathematik und Lesen, aber nicht für die naturwissenschaftliche Kompetenz.¹ In Mathematik liegt diese Abnahme bei 15 Punkten ($M = 472$), im Lesen bei 11 Punkten ($M = 476$), für die naturwissenschaftliche Kompetenz sind es lediglich 2 Punkte ($M = 485$). Dabei werden deutliche Unterschiede zwischen den Staaten erkennbar. So gibt es Staaten, die sogar Leistungszuwächse verzeichnen konnten, wie Japan, das seine Schulen in der Pandemie offengehalten hat; oder die nur für eine Domäne Leistungsabfälle aufweisen, wie die Vereinigten Staaten oder Österreich. Es gibt aber auch Staaten, die von teilweise dramatischen Einschnitten in zwei oder allen drei Domänen betroffen sind. Dazu zählen Finnland, Island oder die Niederlande. Diese Heterogenität in Bezug auf die Domänen sowie innerhalb/

1 Die hier präsentierten Werte für den OECD-Durchschnitt entsprechen jenen, die in den jeweiligen Kapiteln für 2022 berechnet wurden. Wie z. B. in Kapitel 1 erläutert gingen in diesen Analysen in die Berechnung des OECD-Durchschnitts alle Staaten ein, welche in 2022 OECD-Mitglied waren und an der PISA-Studie teilgenommen hatten. Somit kamen im Vergleich zu den im Berichtsband 2018 als OECD-Mitglieder genannten Staaten Costa Rica und Kolumbien hinzu, während Luxemburg wegfiel. Aus diesem Grund weichen die hier berichteten Werte für den jeweiligen OECD-Durchschnitt von jenen aus der Berichterstattung zu PISA 2018 ab.

zwischen verschiedenen Staaten macht deutlich, dass man nicht allein von einem allgemeinen Corona-Effekt ausgehen kann.

Im internationalen Vergleich fallen die Leistungseinbußen der Schüler*innen in Deutschland in allen drei Domänen überdurchschnittlich hoch aus: In der Mathematik beträgt die Differenz 25 Punkte ($M = 475$), im Lesen 18 Punkte ($M = 480$), in den Naturwissenschaften 11 Punkte ($M = 492$). Dementsprechend liegen die Kompetenzen der Schüler*innen in Deutschland für Mathematik und Lesen nicht mehr über dem OECD-Durchschnitt wie in PISA 2018, sondern entsprechen diesem. Lediglich bei der naturwissenschaftlichen Kompetenz liegen die Leistungen der Schüler*innen in Deutschland weiterhin signifikant über dem OECD-Durchschnitt. Insgesamt ist zu beachten, dass diese Ergebnisse in Deutschland einen deskriptiven Abwärtstrend fortsetzen, der sich für Mathematik seit 2012, für Lesen seit 2015 und für die naturwissenschaftliche Kompetenz ebenfalls seit 2012 abzeichnet. Bemerkenswert ist dabei vor allem, dass die in PISA 2022 erreichten mittleren Kompetenzen in Mathematik unter denen des Jahres 2000 liegen, dem Jahr also, das rückblickend für den PISA-Schock steht.

Die Befunde passen durchaus zu den von Betthäuser et al. (2023) zusammengetragenen Ergebnissen und sprechen dafür, dass die weltweiten Schulschließungen negative Effekte auf das Lernen von Schüler*innen hatten, und zwar in Mathematik noch stärker als im Lesen. Der Rückgang gegenüber 2018 fällt in Deutschland in Mathematik genauso wie im Lesen allerdings deutlich stärker aus, als man es auf Grundlage der meta-analytischen Befunde erwarten würde. Neben dem Pandemieeffekt setzt sich demnach der schon länger beobachtbare Trend sinkender Kompetenzen der Schüler*innen in Deutschland fort.

Betrachtet man die leistungsschwachen (unter Kompetenzstufe II) und leistungsstarken (Kompetenzstufen V und VI) Schüler*innen in Deutschland, so werden spezifische Probleme des deutschen Bildungssystems ersichtlich. Für die Anteile an leistungsschwachen Schüler*innen zeigt sich in Mathematik in Vergleich zu 2018 ein Zuwachs um 8 Prozentpunkte auf 30 Prozent (OECD-Durchschnitt 2022: 31 %), für Lesen ein Zuwachs um 5 Prozentpunkte auf 26 Prozent (OECD-Durchschnitt 2022: 26 %) und für die naturwissenschaftliche Kompetenz um 3 Prozentpunkte auf 23 Prozent (OECD-Durchschnitt 2022: 25 %). Diese teilweise dramatischen Anstiege sind allesamt statistisch signifikant. Im nicht gymnasialen Bereich sind sie deutlich höher als die genannten Durchschnittswerte, der Anteil Leistungsschwacher steigt aber auch an den Gymnasien.

Demgegenüber wurde für alle drei Domänen eine Abnahme des Anteils leistungsstarker Schüler*innen ermittelt. In Mathematik ist ein Rückgang um 5 Prozentpunkte auf 9 Prozent (OECD-Durchschnitt 2022: 9 %), in Lesen um 3 Prozentpunkte auf 8 Prozent (OECD-Durchschnitt 2022: 7 %) und für die naturwissenschaftliche Kompetenz um 0,3 Prozentpunkte auf 10 Prozent (OECD-Durchschnitt 2022: 8 %) zu verzeichnen. Insgesamt zeichnet sich eine substantielle Reduktion der leistungsstarken Schüler*innen in Deutschland im Verlauf der letzten PISA-Runden ab.

Bei einer gemeinsamen Betrachtung der Gruppen der leistungsschwachen Schüler*innen in den einzelnen Domänen verschärft sich die Problemlage noch einmal deut-

lich. Lediglich 67 Prozent der Schüler*innen in Deutschland weisen in keiner der drei Domänen eine Leistungsschwäche auf. Demgegenüber haben 10 Prozent der Schüler*innen in einer Domäne (Mathematik, Lesen oder Naturwissenschaften) deutliche Kompetenzdefizite. Weitere 7 Prozent haben in zwei Domänen grundlegende Defizite. Hier macht die Kombination aus Mathematik und Lesen mit 3 Prozent den größten Anteil aus. Weitere 16 Prozent der Schüler*innen haben in allen drei Domänen massive Kompetenzdefizite. Der OECD-Durchschnitt liegt mit 14 Prozent der Schüler*innen niedriger. Damit hat etwa jede*r sechste Jugendliche in Deutschland ein umfassendes Kompetenzdefizit, das einen erfolgreichen Übergang in die berufliche Ausbildung erheblich in Frage stellt.

Demgegenüber zeigt eine gemeinsame Betrachtung der leistungsstarken Schüler*innen in den einzelnen Domänen, dass 85 Prozent der Jugendlichen in keiner Domäne zu den Leistungsstarken zählen. 7 Prozent der Schüler*innen haben in einer Domäne (Mathematik, Lesen oder Naturwissenschaften) besonders hohe Kompetenzen. Weitere 4 Prozent erreichen in zwei Domänen die höchsten Kompetenzstufen und ebenso 4 Prozent der Schüler*innen sind in allen drei Domänen leistungsstark. Der OECD-Durchschnitt liegt zwar mit 3 Prozent der Schüler*innen etwas niedriger, dennoch ist zu sehen, dass es in Deutschland nur in geringem Umfang gelingt, die Leistungsspitze der Schüler*innen adäquat zu fördern.

Die vertiefende Betrachtung der Hauptdomäne Mathematik ergibt weiterhin, dass die Schüler*innen in Deutschland in allen Teilbereichen mathematischer Kompetenz über vergleichbare Kompetenzausprägungen verfügen und Jungen nach wie vor bessere Leistungen als Mädchen zeigen. Schüler*innen in Deutschland nehmen weniger außerschulische Lernangebote – wie etwa Nachhilfe – wahr, berichten im Vergleich zum OECD-Durchschnitt weniger Freude, Interesse und instrumentelle Motivation für Mathematik und fühlen sich weniger durch die Lehrkraft unterstützt. Ein kreativer Umgang mit Mathematik sowie die Bearbeitung mathematischer Problemstellungen, die Herausforderungen des 21. Jahrhunderts betreffen und neben der fachlichen Ebene auch eine ganzheitliche Sicht ermöglichen, also mehrdimensionale Bildungsziele adressieren, kommen im aktuellen Mathematikunterricht deutlich zu kurz. Hier könnte ein Ansatzpunkt für die Förderung der mathematischen Kompetenz sowie der Lernmotivation der Schüler*innen liegen. Das vor kurzem gestartete QuaMath-Programm (Unterrichts- und Fortbildungsqualität in Mathematik entwickeln) der KMK, das gemeinsam vom Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) und dem Netzwerk Deutsches Zentrum für Lehrkräftebildung (DZLM) wissenschaftlich verantwortet wird, wird hier Impulse setzen müssen, um Schüler*innen aller Leistungsniveaus im Fach Mathematik besser zu fördern. In diesem Zusammenhang muss noch einmal darauf hingewiesen werden, dass Schüler*innen an Gymnasien in Deutschland seit dem Jahr 2012 insgesamt 43 Punkte in Mathematik verloren haben. Dies bedeutet, dass fünfzehnjährige Gymnasiast*innen im Jahr 2022 gegenüber denen von 2012 einen Leistungsrückstand von fast einer halben Standardabweichung aufweisen.

Bei der Betrachtung dieser Befunde muss der Einfluss der Corona-Pandemie berücksichtigt werden, die als ein Verstärker der bisher schon bestehenden Problematiken gewirkt hat, aber sicherlich nicht die alleinige Ursache der aktuellen Befunde ist. Deutschland war im internationalen Vergleich nicht gut auf die Pandemie vorbereitet, hat aber, was die Ausstattung mit digitalen Geräten angeht, schnell aufgeholt. Allerdings zeigen die Befunde auch, dass die Schulleitungen deutliche Probleme in der Umsetzung des Distanzunterrichts berichten und dass vielfältige Optionen einer lernförderlichen Nutzung digitaler Medien noch nicht flächendeckend Eingang in die Unterrichtsgestaltung an Schulen in Deutschland gefunden haben.

Bezieht man die Herkunft der Schüler*innen in die Analysen mit ein, so ist verglichen mit den Ergebnissen der anderen OECD-Staaten sowohl der Effekt des Zuwanderungshintergrundes als auch der sozioökonomischen Herkunft in Deutschland überdurchschnittlich stark ausgeprägt. Die mathematischen Kompetenzen der Schüler*innen hängen in hohem Maße mit dem sozioökonomischen beruflichen Status der Erziehungsberechtigten zusammen. Werden neben sozioökonomischen Faktoren zusätzlich Wohlstands- und Kulturgüter der Familien berücksichtigt (ESCS), liegt Deutschland für die Steigung des sozialen Gradienten im Durchschnitt der OECD-Staaten. Demnach scheint kulturelles Kapital auch in Familien mit niedrigem sozioökonomischen Hintergrund einen nennenswerten Effekt auf den Bildungserfolg zu haben. Diese Ressourcen könnten zugunsten einer gelungenen Integration besser ausgeschöpft werden. Im Vergleich zu früheren PISA-Erhebungen ist der Anteil der Schüler*innen mit Zuwanderungshintergrund weiter gestiegen und liegt nun bei 39 Prozent. Dieser verteilt sich auf alle Gruppen der Zuwanderung, das heißt auf Schüler*innen mit nur einem im Ausland geborenen Elternteil sowie auf Schüler*innen der ersten und zweiten Generation. Beim Vergleich mit der PISA-Erhebung 2012 fällt auf, dass in Mathematik der Kompetenzrückgang bei den Jugendlichen der ersten Generation (-63 Punkte) besonders hoch ausfällt. Viele dieser Jugendlichen sind seit dem Jahr 2015 nach Deutschland gekommen. Es ist dem System offensichtlich nicht gelungen, diese jungen Menschen hinreichend zu integrieren. Ihre mittleren Kompetenzen fallen so niedrig aus, dass soziale, gesellschaftliche und berufliche Teilhabe für sie ohne Förderung kaum gelingen dürfte. Ein zentrales Ergebnis ist in diesem Zusammenhang der Rückgang von Deutsch als zu Hause gesprochene Sprache bei Schüler*innen mit Zuwanderungshintergrund und hier vor allem bei den Jugendlichen der ersten Generation. Es zeigt sich, dass die geringen Leistungen der Jugendlichen mit Zuwanderungshintergrund mit der zu Hause gesprochenen Sprache in engem Zusammenhang stehen. Daraus ergibt sich die unmittelbare Forderung nach einer systematischen Sprachförderung der zugewanderten Gruppen in Deutschland, eine Forderung, die bereits nach den enttäuschenden Ergebnissen in PISA 2000 deutlich und empirisch gut belegt formuliert wurde, deren Umsetzung in den letzten Jahren aber offenbar nicht gelungen ist.

Um dieser Situation zu begegnen, bedarf es entschiedener gemeinsamer Anstrengungen von Bildungsforschung, Bildungspolitik, Bildungspraxis und Zivilgesellschaft, um flächendeckende Maßnahmen auf den Weg zu bringen, die eine Reduktion von

Ungleichheiten gezielt in den Fokus nehmen. Zum einen gilt es, die Förderung leistungsschwacher Schüler*innen zu intensivieren, etwa durch eine sozialindexbasierte Zuweisung von Ressourcen an die Schulen (was z. T. im Startchancen-Programm von Bund und Ländern vorgesehen ist). Möglichst alle Jugendlichen müssen am Ende ihrer Schulzeit über Kompetenzen verfügen, die sie für eine erfolgreiche Weiterführung ihrer schulischen Ausbildung und einen gelungenen Übergang in das Berufsleben benötigen. Genauso ist es notwendig, leistungsstarke Schüler*innen im Blick zu behalten und ihr Potenzial zu unterstützen. Der große Rückgang der mathematischen Kompetenzen an Gymnasien kann nicht akzeptiert werden. Die Befunde aus PISA 2022 weisen darauf hin, dass die bisherigen Fördermaßnahmen nicht ausreichend sind. Die größeren Defizite insbesondere in der mathematischen Kompetenz und beim Lesen dürfen nicht hingenommen werden. Sie müssen vielmehr unbedingter Anlass sein, das Bildungssystem gerechter und leistungsfähiger zu machen.

Literatur

Bethhäuser, B. A., Bach-Mortensen, A. M., & Engzell, P. (2023). A systematic review and meta-analysis of the evidence on learning during the COVID-19 pandemic. *Nature Human Behaviour*, 7(3), 375–385. <https://doi.org/10.1038/s41562-022-01506-4>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1:	PISA-2022-Rahmenkonzeption für Mathematik im Überblick. Aus OECD, 2023	32
Abbildung 2.2:	Aufgabeneinheit „Fliesen legen“. Beispiel 4 aus OECD, 2023	35
Abbildung 2.3:	Aufgabeneinheit „Ersparnis-Simulator“. Beispiel 7 aus OECD, 2023	36
Abbildung 2.4:	Aufgabeneinheit „Nutzung von Smartphones“. Beispiel 1 aus OECD, 2023	39
Abbildung 3.1:	Beispielaufgaben der Aufgabeneinheit „Dreiecksmuster“	61
Abbildung 3.2:	Mittelwerte, Streuungen und Perzentilbänder der Gesamtskala Mathematikkompetenz der OECD-Staaten.....	64
Abbildung 3.3:	Prozentuale Anteile von Schüler*innen auf Kompetenzstufe Ia, Ib, Ic oder darunter sowie auf Kompetenzstufe V oder VI für die Gesamtskala Mathematikkompetenz in den OECD-Staaten	67
Abbildung 3.4:	Mittelwerte der Mathematikkompetenz nach Geschlecht in den OECD-Staaten	69
Abbildung 3.5:	Vergleich von Deutschland mit dem OECD-Durchschnitt in den Mittelwerten, Streuungen und Perzentilbändern der einzelnen Inhaltsbereiche der Mathematikkompetenz.....	70
Abbildung 3.6:	Perzentilbänder für die Mathematikkompetenz für die Gesamtstichprobe und nach Schulart in Deutschland	72
Abbildung 3.7:	Prozentuale Anteile der Fünfzehnjährigen auf den Stufen der Mathematikkompetenz nach Schulart in Deutschland.....	73
Abbildung 3.8:	Prozentuale Anteile auf den Stufen der Mathematikkompetenz nach Geschlecht in Deutschland	74
Abbildung 3.9:	Veränderung der mittleren Mathematikkompetenz von 2000 bis 2022 in Deutschland.....	76
Abbildung 3.10:	Mittelwerte der Mathematikkompetenz in PISA 2018, 2012 und 2003 in den OECD-Staaten	77
Abbildung 3.11:	Entwicklung untere und obere Kompetenzstufen von in den Jahren 2003, 2012 und 2022.....	78
Abbildung 3.12:	Veränderung der unteren und oberen Mathematikkompetenz in den Jahren 2003, 2012, 2018 und 2022 in Deutschland	80
Abbildung 3.13:	Mittelwerte, Streuungen und Perzentilbänder der Gesamtskala Mathematikkompetenz bei PISA 2022, 2018, 2012 und 2003	80
Abbildung 4.1:	Modell mathematikbezogener Merkmale nach McLeod, 1992; Schukajlow et al., 2017 sowie Autor*innen dieses Kapitels	89
Abbildung 4.2:	Mathematikbezogene Ängstlichkeit im internationalen Vergleich	96
Abbildung 4.3:	Angaben der Schüler*innen hinsichtlich ihrer mathematikbezogenen positiven/negativen Affekte.....	97
Abbildung 4.4:	Mathematikbezogene Einstellungen im internationalen Vergleich.....	100
Abbildung 4.5:	Statisches Selbstbild der Schüler*innen bezüglich Intelligenz, Mathematik und Deutsch getrennt nach Geschlecht.....	102
Abbildung 4.6:	Anstrengung im Mathematikunterricht im internationalen Vergleich	103
Abbildung 4.7:	Teilnahme an mathematikbezogenen außerschulischen Lernangeboten differenziert nach Geschlecht, Gesamtdeutschland und OECD- Durchschnitt.....	103
Abbildung 4.8:	Veränderung der Schüler*innenmerkmale in Deutschland zwischen den Jahren 2003, 2012 und 2022.....	105
Abbildung 5.1:	Die Rahmenkonzeption der naturwissenschaftlichen Grundbildung in PISA 2022	115
Abbildung 5.2:	Aufgabeneinheit <i>Vogelzug</i> , Aufgabe 1	118
Abbildung 5.3:	Aufgabeneinheit <i>Vogelzug</i> , Aufgabe 2	119
Abbildung 5.4:	Aufgabeneinheit <i>Vogelzug</i> , Aufgabe 4	120

Abbildung 5.5:	Mittelwerte, Streuungen und Perzentilbänder der naturwissenschaftlichen Kompetenz der OECD-Staaten	124
Abbildung 5.6:	Prozentuale Anteile von Schüler*innen auf den Kompetenzstufen Ib–VI.....	126
Abbildung 5.7:	Mittelwerte naturwissenschaftlicher Kompetenz nach Geschlecht in den OECD-Staaten	128
Abbildung 5.8:	Perzentilbänder naturwissenschaftlicher Kompetenz in Deutschland für die Gesamtstichprobe und nach Schulart.....	129
Abbildung 5.9:	Mittelwerte der naturwissenschaftlichen Kompetenz in PISA 2012, 2018 und 2022 in den OECD-Staaten.....	131
Abbildung 5.10:	Veränderung der mittleren naturwissenschaftlichen Kompetenz von 2006 bis 2022 in Deutschland.....	132
Abbildung 6.1:	Zwei Aufgaben als Leseszenario aus der Aufgabeneinheit „Kuhmilch“ (Kompetenzstufe II unten und Kompetenzstufe IV oben)	144
Abbildung 6.2:	Mittelwerte, Streuungen und Perzentilgrenzen der Gesamtskala Lesekompetenz der OECD-Staaten	146
Abbildung 6.3:	Prozentuale Anteile von Jugendlichen auf Kompetenzstufe Ia, Ib, Ic oder darunter sowie auf Kompetenzstufe V oder VI für die Gesamtskala Lesekompetenz in den OECD-Staaten.....	148
Abbildung 6.4:	Mittelwerte der Lesekompetenz nach Geschlecht in den OECD-Staaten.....	149
Abbildung 6.5:	Trendentwicklung der Lesekompetenz für die OECD-Staaten und Deutschland basierend auf den Skalierungen und Transformationen der OECD-Vertragsnehmer.....	151
Abbildung 6.6:	Mittelwerte der Lesekompetenz in PISA 2012, 2018 und 2022 in den OECD-Staaten.....	152
Abbildung 6.7:	Vergleich der prozentualen Anteile von Jugendlichen unter Kompetenzstufe II und auf Kompetenzstufe V und darüber im 10-Jahres-Trend für die Gesamtskala Lesekompetenz in den OECD-Staaten	155
Abbildung 6.8:	Vergleich der prozentualen Anteile von Jugendlichen unter Kompetenzstufe II und in Kompetenzstufe V und darüber im Trend 2022–2018 für die Gesamtskala Lesekompetenz in den OECD-Staaten.....	156
Abbildung 6.9:	Mittelwerte und Perzentile der Lesekompetenz auf PISA-Kompetenzstufen für gymnasiale und nicht gymnasiale Schularten in Deutschland.....	157
Abbildung 6.10:	Lesekompetenz auf PISA-Kompetenzstufen für gymnasiale und nicht gymnasiale Schularten in Deutschland im Trend für 2012, 2018 und 2022.....	159
Abbildung 7.1:	Mittelwerte, Streuungen und Perzentilbänder des sozioökonomischen beruflichen Status (HISEI) der OECD-Staaten	173
Abbildung 7.2:	Mathematische Kompetenz und Varianzaufklärung (R^2) durch den sozioökonomischen und -kulturellen Status (ESCS) in den OECD-Staaten	177
Abbildung 7.3:	Mittelwerte und Streuungen der Lesekompetenz differenziert nach EGP-Klassen (Bezugsperson) bei PISA 2022, PISA 2018 und PISA 2000 in Deutschland.....	181
Abbildung 7.4:	Prozentuale Anteile auf den Stufen der mathematischen Kompetenz nach Zuwanderungsstatus in Deutschland	190
Abbildung 8.1:	Unterrichtsmerkmale im internationalen Vergleich.....	212
Abbildung 8.2:	Unterrichtsmerkmale am Gymnasium und an nicht gymnasialen Schularten.....	217
Abbildung 8.3:	Veränderung der Wahrnehmung des Mathematikunterrichts zwischen PISA 2012 und PISA 2022	218
Abbildung 8.4:	Profillinien der latenten Klassen für die Unterrichtswahrnehmung der Fünfzehnjährigen in Deutschland	221

Abbildung 8.5:	Vergleich der Unterrichtsmuster hinsichtlich mathematischer Kompetenz, Freude und Interesse sowie instrumenteller Motivation am Gymnasium.....	223
Abbildung 8.6:	Prozentuale Häufigkeiten der Aufgabenmerkmale	225
Abbildung 10.1:	Anzahl der Schultage, an denen Kindertagesstätten und Schulen in den Schuljahren 2019/20 und 2020/21 in Deutschland teilweise oder vollständig geschlossen waren (Quelle: OECD, 2021, S. 40f.; Datenquelle: OECD/UIS/UNESCO/UNICEF/WB Special Survey on COVID, 20 May 2021)	274
Abbildung 10.2:	Teilnahme an Fördermaßnahmen in Mathematik nach Kompetenzstufen	301
Abbildung 10.3:	Teilnahme an Fördermaßnahmen in Deutsch nach Kompetenzstufen	302
Abbildung 10.4:	Teilnahme an Fördermaßnahmen in Naturwissenschaften nach Kompetenzstufen	302

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1:	Anteil beziehungsweise Anzahl der Aufgaben nach Prozessen, Inhaltsbereichen und Kontexten an der maximal möglichen Punktezahl für Mathematik in PISA 2022	44
Tabelle 3.1:	Überblick über die Anforderungen der Stufen mathematischer Kompetenz in PISA 2022 (adaptiert nach OECD, 2023)	59
Tabelle 3.2:	Mittelwerte und Streuungen der Teilskalen der Mathematikkompetenz nach Schulart in Deutschland.....	74
Tabelle 4.1:	Übersicht der mathematikbezogenen Schüler*innenmerkmale	94
Tabelle 4.2:	Prozent der Zustimmung zu Einzelitems der mathematikbezogenen Ängstlichkeit	96
Tabelle 4.3:	Prozent der Schüler*innen, die in mehr als der Hälfte der Zeit mathematikbezogene positive/negative Affekte berichteten	98
Tabelle 4.4:	Prozent der Zustimmung zu Lieblingsfach, Leistungsmotiv und Selbstkonzept	99
Tabelle 4.5:	Prozent der Zustimmung zu Einzelitems der Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich mathematischer Kompetenzen im Kontext der Herausforderungen des 21. Jahrhunderts	101
Tabelle 4.6:	Veränderung der Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben in den Jahren 2003, 2012 und 2022.....	106
Tabelle 5.1:	Einordnung der Beispielaufgaben aus der Aufgabeneinheit <i>Vogelzug</i>	117
Tabelle 5.2:	Stufen naturwissenschaftlicher Kompetenz in PISA 2022	121
Tabelle 5.3:	Naturwissenschaftliche Kompetenz in Deutschland in PISA 2022, 2018, 2015 für die Gesamtstichprobe und getrennt nach Geschlecht und Schulart	133
Tabelle 5.4:	Kompetenzstufen I sowie V und VI in Deutschland in PISA 2022, 2018, 2015 für die Gesamtstichprobe und Schularten	134
Tabelle 7.1:	Zusammenhang zwischen der mathematischen Kompetenz und dem sozioökonomischen beruflichen Status in den OECD-Staaten (Prädiktorvariable: HISEI).....	175
Tabelle 7.2:	Zusammenhang zwischen der mathematischen Kompetenz und dem sozioökonomischen und -kulturellen Status in den OECD-Staaten (Prädiktorvariable: ESCS).....	176
Tabelle 7.3:	Merkmale der sozialen Herkunft und der Bildungswege differenziert nach EGP-Klassen	179
Tabelle 7.4:	Merkmale der sozialen Herkunft differenziert nach EGP-Klassen in den Gruppen der lesestarken (mindestens auf Kompetenzstufe V) und leseschwachen (unter Kompetenzstufe II) Schüler*innen	180
Tabelle 7.5:	Unterschiede im sozioökonomischen beruflichen Status der Eltern (HISEI) zwischen Jugendlichen mit und ohne Zuwanderungshintergrund in ausgewählten europäischen Staaten	182
Tabelle 7.6:	Mathematische Kompetenz und Zuwanderungshintergrund in ausgewählten europäischen Staaten	184
Tabelle 7.7:	Prozentuale Anteile der Fünfzehnjährigen mit Zuwanderungshintergrund in Deutschland.....	185
Tabelle 7.8:	Unterschiede in der zu Hause gesprochenen Sprache sowie in der sozialen Herkunft zwischen Jugendlichen mit und ohne Zuwanderungshintergrund	186
Tabelle 7.9:	Prozentuale Anteile fünfzehnjähriger Schüler*innen mit Zuwanderungshintergrund an Gymnasien und nicht gymnasialen Schularten	187
Tabelle 7.10:	Regressionsmodelle zu Zuwanderungshintergrund, sozialer Herkunft und mathematischer Kompetenz für PISA 2022 und PISA 2012.....	189
Tabelle 8.1:	Skalen der Unterrichtsmerkmale bei PISA 2022 mit Beispielimten.....	209

Tabelle 8.2:	Dimensionen zur Beschreibung des Unterrichtsangebots im Rahmen von PISA-Ceco	210
Tabelle 8.3:	Vergleich der Schüler*innen- und Lehrkräftewahrnehmung mathematischer Kompetenzen im Kontext der Herausforderungen des 21. Jahrhunderts.....	215
Tabelle 9.1:	Quantitative Ausstattung mit materiellen ICT-Ressourcen	240
Tabelle 9.2:	Qualität der Ausstattung mit materiellen und personellen ICT-Ressourcen in den Schulen	243
Tabelle 9.3:	Ausstattung mit materiellen ICT-Ressourcen im Haushalt	245
Tabelle 9.4:	Zusammenhang zwischen den materiellen ICT-Ressourcen im Haushalt und dem sozioökonomischen beruflichen Status der Eltern (HISEI)	246
Tabelle 9.5:	Einsatz digitaler Hilfsmittel im Unterricht	248
Tabelle 9.6:	Nutzungshäufigkeit digitaler Medien in der Schule.....	250
Tabelle 9.7:	Nutzungsarten schulischer digitaler Medien im Unterricht oder bei den Hausaufgaben	252
Tabelle 9.8:	Nutzungshäufigkeit digitaler Medien außerhalb der Schule.....	256
Tabelle 9.9:	Nutzungsarten von digitalen Medien in der Freizeit an einem normalen Wochentag.....	258
Tabelle 9.10:	Nutzungsarten von digitalen Medien in der Freizeit am Wochenende	259
Tabelle 9.11:	Selbstwirksamkeit im Umgang mit digitalen Medien	262
Tabelle 9.12:	Lernmotivation im Umgang mit digitalen Medien	264
Tabelle 9.13:	Regressionsmodelle zur Vorhersage der Selbstwirksamkeit im Umgang mit digitalen Medien	265
Tabelle 9.14:	Regressionsmodelle zur Vorhersage der Motivation, mehr über digitale Medien lernen zu wollen	266
Tabelle 10.1:	Ausgangsbedingungen des schulischen Lehrens unter Distanzbedingungen.....	280
Tabelle 10.2:	Schulische Maßnahmen als Reaktion auf die Maßnahmen zur Eindämmung der Corona-Pandemie	281
Tabelle 10.3:	Angaben der Schüler*innen zum Umfang der Schulschließungen.....	283
Tabelle 10.4:	Teilnahmequote der Schüler*innen am Distanzunterricht in einer typischen Woche	284
Tabelle 10.5:	Schulische Ressourcen für den Distanzunterricht	285
Tabelle 10.6:	Nutzungshäufigkeit der schulischen Ressourcen für den Distanzunterricht aus Sicht der Schüler*innen	286
Tabelle 10.7:	Schulische Unterstützung während des Distanzunterrichts aus Sicht der Schüler*innen im internationalen Vergleich	288
Tabelle 10.8:	Häusliche digitale Ausstattung nach Angaben der Schüler*innen.....	289
Tabelle 10.9:	Familiäre Unterstützung während der Schulschließungen aus Sicht der Schüler*innen im internationalen Vergleich	291
Tabelle 10.10:	Familiäre Unterstützungsmaßnahmen während der Schulschließungen aus Sicht der Schüler*innen	292
Tabelle 10.11:	Einschränkungen bei der Durchführung des Distanzunterrichts aus Sicht der Schulleitung im internationalen Vergleich	293
Tabelle 10.12:	Einschränkungen bei der Durchführung des Distanzunterrichts aus Sicht der Schulleitung	294
Tabelle 10.13:	Probleme beim Erledigen der schulischen Aufgaben aus Sicht der Schüler*innen	295
Tabelle 10.14:	Gefühle der Schüler*innen während der Zeit der Schulschließungen	296
Tabelle 10.15:	Individuelle Merkmale der Schüler*innen differenziert nach EGP-Klassen	297
Tabelle 10.16:	Individuelle Merkmale der Schüler*innen differenziert nach dem Zuwanderungshintergrund	298
Tabelle 10.17:	Angaben der Schulleitungen zu zusätzlichen schulischen Förderangeboten	300
Tabelle 10.18:	Zusammenhänge zwischen corona-bezogenen individuellen Merkmalen der Lernsituation der Schüler*innen sowie Merkmalen der schulischen Lernsituation und der erreichten Kompetenz in Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften an nicht gymnasialen Schularten	305

Tabelle 10.19: Zusammenhänge zwischen corona-bezogenen individuellen Merkmalen der Lernsituation der Schüler*innen sowie Merkmalen der schulischen Lernsituation und der erreichten Kompetenz in Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften an Gymnasien	307
Tabelle 10.20: Vorbereitet sein auf künftige Schulschließungen aus Sicht der Schulleitungen und Schüler*innen.....	309
Tabelle 10.21: Angaben der Schüler*innen zur Zuversichtlichkeit in Bezug auf künftigen Distanzunterricht	310

Die Autorinnen und Autoren dieses Berichtsbandes

Prof. Dr. Doris Lewalter (ZIB/TU München)
Prof. Dr. Frank Goldhammer (ZIB/DIPF Frankfurt)
Prof. Dr. Olaf Köller (ZIB/IPN Kiel)
Prof. (i.R.) Dr. Michael Becker-Mrotzek (Mercator-Institut, Universität zu Köln)
Prof. Dr. Carolin Hahnel (Ruhr-Universität Bochum, DIPF Frankfurt)
Prof. Dr. Aiso Heinze (IPN Kiel)
Prof. Dr. Doris Holzberger (ZIB/TU München)
Prof. Dr. Stefan Krauss (Universität Regensburg)
Prof. Dr. Katharina Müller (Leibniz Universität Hannover)
Prof. Dr. Knut Neumann (IPN Kiel)
Prof. Dr. Frank Reinhold (IMBF Freiburg/Pädagogische Hochschule Freiburg)
Prof. Dr. Kristina Reiss (ZIB/TU München)
Prof. Dr. Anja Schiepe-Tiska (Universität Koblenz)
Dr. Jennifer Diedrich (ZIB/TU München)
Dr. Jörg-Henrik Heine (ZIB/TU München)
Dr. Tamara Kastorff (ZIB/TU München)
Dr. Sabine Meinck (IEA Hamburg)
Dr. Stephanie Moser (TU München)
Dr. Silke Rönnebeck (IPN Kiel)
Dr. Anselm Strohmaier (TU München)
Dr. Lisa Ziernwald (ZIB/TU München)
Carola Bretsch (IEA Hamburg)
Jens Gomolka (IEA Hamburg)
Elisabeth González Rodríguez (ZIB/TU München)
Anna Heinle (Universität Koblenz/TU München)
Martina Heinle (ZIB/TU München)
Nina Hugk (IEA Hamburg)
Julia Mang (ZIB/TU München)
Maren Müller (ZIB/TU München)
Sabine Patzl (ZIB/TU München)
Sophie Seßler (ZIB/TU München)
Pia Todtenhöfer (ZIB/TU München)
Sabrina Wagner (IEA Hamburg)
Ana Tupac-Yupanqui (ZIB/TU München)

Das ZIB (Zentrum für internationale Vergleichsstudien) ist ein An-Institut der Technischen Universität München und ein gemeinnütziger Verein. Sein Hauptsitz hat das ZIB an der TUM School of Social Sciences and Technology (SOT). Weitere Standorte hat es am IPN in Kiel, dem DIPF in Frankfurt sowie dem IQB in Berlin. Der Zusammenschluss der drei Institutionen ermöglicht eine effiziente Bündelung von Kompetenz und Expertise im Bereich der Large-Scale-Assessments.

<https://www.zib.education/>

Die TUM School of Social Sciences and Technology (SOT) an der Technischen Universität München ist ein Zusammenschluss der Bereiche Bildung, Governance sowie Wissenschafts- und Technologiestudien. Die SOT widmet sich demnach nicht nur der Ausbildung von Lehrkräften und Forschenden, sondern verfolgt zudem in Forschung und Lehre einen interdisziplinären Ansatz der verschiedenen Forschungsbereiche. Seit der Erhebungsrunde 2012 liegt die nationale Projektleitung für PISA am ZIB Hauptsitz an der TUM SOT.

<https://www.sot.tum.de/sot/home/>

Das DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation in Frankfurt am Main unterstützt Forschung, Politik und Praxis im Bildungsbereich durch wissenschaftliche Infrastruktur und vielfältige Forschungstätigkeit. Als Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft verbindet das Institut erkenntnisorientierte Grundlagenforschung mit innovativen Entwicklungsarbeiten und Anwendungen zum Nutzen der Gesellschaft und ihrer Mitglieder. In PISA 2009 war das DIPF verantwortlich für das nationale Projektmanagement und in PISA 2015/2018 für die internationale Fragebogenentwicklung.

<https://www.dipf.de/de>

Das IPN (Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik) an der Universität Kiel hat zum Auftrag, durch seine Forschungen die Pädagogik der Naturwissenschaften und der Mathematik weiterzuentwickeln und zu fördern. Die interdisziplinären Arbeiten des IPN umfassen Grundlagenforschung in Fragen des Lehrens und Lernens. Das IPN hatte das nationale Projektmanagement für PISA 2003 und 2006 inne.

<https://www.leibniz-ipn.de/de/>

Das IQB (Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen) in Berlin unterstützt die Arbeiten der Länder in der Bundesrepublik Deutschland bei der kontinuierlichen Weiterentwicklung und Sicherung von Bildungserträgen im Schulsystem. Eine zentrale Grundlage dieser Arbeiten bilden die länderübergreifenden Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz, die definieren, welche Kompetenzen Schülerinnen und Schüler bis zu bestimmten Zeitpunkten in ihrer schulischen Laufbahn erwerben sollen. Das IQB überprüft regelmäßig, inwieweit diese Kompetenzziele in deutschen Schulen erreicht werden und unterstützt die Länder bei der Umsetzung der Bildungsstandards.

<https://www.iqb.hu-berlin.de/>

Das IMBF (Institut für Mathematische Bildung Freiburg) hat die Erforschung von Lehr-Lern-Prozessen im Bereich der Mathematik, die zeitgemäße, schulstufengerechte Ausbildung angehender Lehrkräfte sowie die schulstufengerechte praxisnahe Fortbildung von Lehrkräften zum Auftrag. Das IMBF verpflichtet sich der Übernahme von Herausgeber-schaften praxisrelevanter Zeitschriften sowie der Autorenschaft für Praxishandbücher zu allen Bereichen des Mathematikunterrichts und der intensiven Nachwuchsförderung im Rahmen von Forschungsprojekten und Promotionskollegs.

<https://www.ph-freiburg.de/mathe.html>

Die IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement) ist ein internationaler Zusammenschluss aus nationalen Forschungseinrichtungen sowie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern und führt diverse international vergleichende Schulleistungsstudien durch. Seit dem Jahr 2000 ist die IEA mit der Durchführung von PISA in Deutschland betraut.

<https://www.iea.nl/>

Das Institut für Erziehungswissenschaft (IEW) der Leibniz Universität Hannover ist in qualitativen und quantitativen Bereichen breit aufgestellt und widmet sich verschiedenen Forschungsanliegen. Dieses Spektrum in Forschung und Lehre schlägt sich in der Aufteilung in fünf Arbeitsbereiche nieder. Die lehramtsbezogenen Bachelor- und Masterstudiengänge sowie der Master Bildungswissenschaften werden in den erziehungswissenschaftlichen Modulen vom IEW betreut.

<https://www.iew.uni-hannover.de/>

Der Arbeitsbereich Unterrichtsforschung der Universität Koblenz untersucht in seinen erziehungswissenschaftlichen und pädagogisch-psychologischen Forschungsarbeiten qualitätsvollen Unterricht und schulische Rahmenbedingungen als Gelingfaktoren für das Erreichen mehrdimensionaler Bildungsziele und bezieht die jeweilige fachdidaktische Perspektive mit ein. Der Forschungsansatz zeichnet sich durch eine anwendungsorientierte, empirische Grundlagenforschung aus und zielt darauf ab, Erkenntnisse zu gewinnen, die sowohl regional relevant sind als auch internationalen Standards genügen.

Arbeitsbereich Unterrichtsforschung (Universität Koblenz)

Das RUL-Forschungskolleg ist an das Regensburger Universitätszentrum für Lehrerbildung (RUL) angegliedert. Es verfolgt das Ziel, Strukturen zur Förderung von Forschung zu Lehr- und Lernprozessen in domänenspezifischen sowie domänenübergreifenden Disziplinen zu schaffen. Ein weiterer Fokus liegt auf der Unterstützung des wissenschaftlichen Nachwuchses, insbesondere im Bereich der Fachdidaktiken sowie in allen Bereichen, in denen schulbezogene Forschung umgesetzt wird. Neben der Förderung von Aktivitäten im Bereich der Lehrkräfte-, Schul- und Unterrichtsforschung ist die Kernauf-

gabe des Forschungskollegs die inneruniversitäre, nationale sowie internationale Vernetzung von Forschenden und Forschungsprojekten.

<https://www.uni-regensburg.de/rul/das-rul/forschungskolleg/index.html>

Das Mercator-Institut will sprachliche Bildung verbessern. Um dieses Ziel zu erreichen, erforscht und entwickelt es Konzepte, Instrumente und Maßnahmen für sprachliche Bildung, bildet Pädagoginnen und Pädagogen aus und fort und bereitet Wissen über sprachliche Bildung gezielt für Akteurinnen und Akteure außerhalb der Wissenschaft auf. Das Engagement soll insbesondere Kindern und Jugendlichen aus benachteiligten Familien zugutekommen und zugleich helfen, soziale Ungleichheit abzubauen.

<https://www.mercator-institut-sprachfoerderung.de/de/>

Der Arbeitsbereich Psychologische Diagnostik der Fakultät für Psychologie an der Ruhr-Universität Bochum engagiert sich mit Forschungs- und Lehrbeiträgen im Bereich der digitalen Bildung und der technologiegestützten Kompetenzdiagnostik. Seine Aktivitäten verfolgen das Ziel, Technologien in der Bildung so einzusetzen, dass individuelle Lernprozesse sinnvoll unterstützt werden. Inhaltlich befasst sich der Arbeitsbereich vor allem mit Themen des Lesens und Lernens in digitalen Umgebungen, des Large-Scale-Assessments und der Modellierung und Interpretation prozessbezogener Verhaltensdaten.

Arbeitsbereich Psychologische Diagnostik (Ruhr-Universität Bochum).