

Eickelmann, Birgit; Vahrenhold, Jan; Labusch, Amelie Der Kompetenzbereich "Computational Thinking". Erste Ergebnisse des Zusatzmoduls für Deutschland im internationalen Vergleich

Eickelmann, Birgit [Hrsg.]; Bos, Wilfried [Hrsg.]; Gerick, Julia [Hrsg.]; Goldhammer, Frank [Hrsg.]; Schaumburg, Heike [Hrsg.]; Schwippert, Knut [Hrsg.]; Senkbeil, Martin [Hrsg.]; Vahrenhold, Jan [Hrsg.]: ICILS 2018 #Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking. Münster ; New York : Waxmann 2019, S. 367-398



Quellenangabe/ Reference:

Eickelmann, Birgit; Vahrenhold, Jan; Labusch, Amelie: Der Kompetenzbereich "Computational Thinking". Erste Ergebnisse des Zusatzmoduls für Deutschland im internationalen Vergleich - In: Eickelmann, Birgit [Hrsg.]; Bos, Wilfried [Hrsg.]; Gerick, Julia [Hrsg.]; Goldhammer, Frank [Hrsg.]; Schaumburg, Heike [Hrsg.]; Schwippert, Knut [Hrsg.]; Senkbeil, Martin [Hrsg.]; Vahrenhold, Jan [Hrsg.]: ICILS 2018 #Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking. Münster ; New York : Waxmann 2019, S. 367-398 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-183309 - DOI: 10.25656/01:18330

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-183309>

<https://doi.org/10.25656/01:18330>

in Kooperation mit / in cooperation with:



WAXMANN
www.waxmann.com

<http://www.waxmann.com>

Nutzungsbedingungen

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

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

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

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

Computer- und informations-
bezogene Kompetenzen
von Schülerinnen und
Schülern im zweiten
internationalen Vergleich und
Kompetenzen im Bereich
Computational Thinking

WAXMANN

ICILS 2018

Birgit Eickelmann
Wilfried Bos
Julia Gerick
Frank Goldhammer
Heike Schaumburg
Knut Schwippert
Martin Senkbeil
Jan Vahrenhold
(Hrsg.)

#Deutschland



Birgit Eickelmann, Wilfried Bos, Julia Gerick,
Frank Goldhammer, Heike Schaumburg, Knut Schwippert,
Martin Senkbeil, Jan Vahrenhold (Hrsg.)

ICILS 2018

#Deutschland

Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von
Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen
Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking



Waxmann 2019

Münster · New York

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 978-3-8309-4000-5

E-Book-ISBN 978-3-8309-9000-0

© Waxmann Verlag GmbH, 2019
Steinfurter Straße 555, 48159 Münster
www.waxmann.com
info@waxmann.com

Umschlaggestaltung: Inna Ponomareva, Münster
Satz: Stoddart Satz- und Layoutservice, Münster

Creative-Commons-Lizenz Namensnennung – Nicht-kommerziell
Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International
(CC BY-NC-SA 4.0)



Inhalt

Kapitel I Die Studie ICILS 2018 im Überblick – Zentrale Ergebnisse und mögliche Entwicklungsperspektiven	7
<i>Birgit Eickelmann, Wilfried Bos und Amelie Labusch</i>	
Kapitel II Anlage, Forschungsdesign und Durchführung der Studie ICILS 2018	33
<i>Birgit Eickelmann, Wilfried Bos, Julia Gerick, Frank Goldhammer, Heike Schaumburg, Knut Schwippert, Martin Senkbeil und Jan Vahrenhold</i>	
Kapitel III Das Konstrukt der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen und das Konstrukt der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ in ICILS 2018	79
<i>Martin Senkbeil, Birgit Eickelmann, Jan Vahrenhold, Frank Goldhammer, Julia Gerick und Amelie Labusch</i>	
Kapitel IV Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 8. Jahrgangsstufe in Deutschland im zweiten internationalen Vergleich	113
<i>Birgit Eickelmann, Wilfried Bos, Julia Gerick und Amelie Labusch</i>	
Kapitel V Schulische Voraussetzungen als Lern- und Lehrbedingungen in den ICILS-2018-Teilnehmerländern	137
<i>Birgit Eickelmann, Julia Gerick, Amelie Labusch und Mario Vennemann</i>	
Kapitel VI Schulische Prozesse als Lern- und Lehrbedingungen in den ICILS-2018-Teilnehmerländern	173
<i>Julia Gerick, Birgit Eickelmann und Amelie Labusch</i>	

Kapitel VII Nutzung digitaler Medien und Prädiktoren aus der Perspektive der Lehrerinnen und Lehrer im internationalen Vergleich	205
<i>Kerstin Drossel, Birgit Eickelmann, Heike Schaumburg und Amelie Labusch</i>	
Kapitel VIII Nutzung digitaler Medien aus der Perspektive der Schülerinnen und Schüler im internationalen Vergleich	241
<i>Heike Schaumburg, Julia Gerick, Birgit Eickelmann und Amelie Labusch</i>	
Kapitel IX Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Mädchen und Jungen im zweiten internationalen Vergleich	271
<i>Julia Gerick, Corinna Massek, Birgit Eickelmann und Amelie Labusch</i>	
Kapitel X Soziale Herkunft und computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich	301
<i>Martin Senkbeil, Kerstin Drossel, Birgit Eickelmann und Mario Vennemann</i>	
Kapitel XI Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern mit und ohne Migrationshintergrund im zweiten internationalen Vergleich	335
<i>Mario Vennemann, Knut Schwippert, Birgit Eickelmann und Corinna Massek</i>	
Kapitel XII Der Kompetenzbereich ‚Computational Thinking‘: erste Ergebnisse des Zusatzmoduls für Deutschland im internationalen Vergleich	367
<i>Birgit Eickelmann, Jan Vahrenhold und Amelie Labusch</i>	
Anhang	399
Abbildungsverzeichnis	402
Tabellenverzeichnis	406

Kapitel XII

Der Kompetenzbereich ‚Computational Thinking‘: erste Ergebnisse des Zusatzmoduls für Deutschland im internationalen Vergleich

Birgit Eickelmann, Jan Vahrenhold und Amelie Labusch

1. Einleitung

Erstmalig wird im Rahmen der IEA-Studie ICILS 2018 ein internationales Zusatzmodul zur Untersuchung des vergleichsweise neuen Kompetenzbereiches ‚Computational Thinking‘ ergänzt. Im internationalen Vergleich werden die Kompetenzen von Achtklässlerinnen und Achtklässlern auf der Grundlage der repräsentativen Schülerstichprobe von ICILS 2018 mittels eigens für den Bereich entwickelter computerbasierter Schülertests untersucht und Rahmenbedingungen des Erwerbes dieser Kompetenzen über Ergänzungen der ICILS-2018-Fragebögen (vgl. Kapitel II in diesem Band) erfasst. Da es sich um eine optionale Ergänzung zur Studie handelt, nimmt nur ein Teil der ICILS-2018-Teilnehmerländer an dem Zusatzmodul teil, darunter Deutschland.

Im Rahmen des Zusatzmoduls der Studie ICILS 2018 wurde von einer internationalen Expertinnen- und Expertengruppe ein theoretisches Messkonstrukt für den Kompetenzbereich ‚Computational Thinking‘ entwickelt, das bereits vorliegende Ansätze und Konzepte zum Bereich ‚Computational Thinking‘ einbezieht, auswertet und so zusammenführt. Das theoretische Konstrukt bildete dabei auch die Grundlage für die Entwicklung der im Rahmen von ICILS 2018 eingesetzten computerbasierten Testmodule (Fraillon, Ainley, Schulz, Duckworth & Friedman, 2019).

Computational Thinking wird hierbei aus der Perspektive von Aho (2012) als Gesamtheit von Denkprozessen betrachtet, die genutzt werden, Probleme sowie Verfahren zu deren Lösungen so zu modellieren, dass eine algorithmische Verarbeitung möglich wird. Die Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ betreffen somit kognitive Prozesse, die deutlich über die reine Anwendung von Hard- und Software hinausgehen. Computational Thinking fokussiert in diesem Verständnis auf Problemlösungsprozesse, die durch die Entwicklung und Anwendung von Algorithmen und damit verbundenen Prozessen der Modellierung und Formalisierung einer Umsetzung auf einem Computer bzw. digitalen System zugänglich gemacht werden können. Schülerinnen und Schüler entwickeln beim Erwerb von Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ Problemlösefähigkeiten, die unabhängig von einer

konkreten Programmiersprache bzw. Entwicklungsumgebung sind und sowohl fachspezifische als auch allgemeine Aspekte von Problemlösefähigkeit umfassen können.

Im Rahmen der Studie ICILS 2018 wird für den Bereich ‚Computational Thinking‘ zwischen Fähigkeiten zur Konzeptualisierung des Problems (Teilbereich I) sowie zur Operationalisierung der Lösung (Teilbereich II) unterschieden (vgl. Kapitel II und III in diesem Band).

Diese Beschreibung weist für den deutschen Kontext u.a. Bezüge zu dem Bereich 5.5 ‚Algorithmen erkennen und formulieren‘ der in der KMK-Strategie ‚Bildung in der digitalen Welt‘ (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK], 2016) beschriebenen Kompetenzen auf. In den deutschsprachigen Nachbarländern ist der Bereich ‚Computational Thinking‘ umfassender in entsprechenden Rahmenplänen verankert. Bereits im Jahr 2016 war Computational Thinking – nach Analysen für die Europäische Kommission – bereits in elf europäischen Bildungssystemen curricular verankert (Bocconi, Chiocciariello, Dettori, Ferrari & Engelhardt, 2016), wobei seither weitere Länder hinzugekommen sind. So finden sich affine Kompetenzbereiche u.a. im Schweizer Lehrplan D21 im Lernbereich ‚Medien und Informatik‘ und hier im Bereich der Algorithmen (Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz, 2014). Im österreichischen Kompetenzrahmen Digi.Komp zu digitalen Kompetenzen und zur informatische Grundbildung, der u.a. Kompetenzanforderungen für die Jahrgangsstufe 8 (digi.komp8) ausweist und der im April 2018 in den verbindlichen Lehrplan ‚Digitale Grundbildung‘ übergegangen ist, finden sich ebenfalls konkrete Bezüge (Brandhofer et al., 2019; Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung [BMBWF], 2018). Der Lehrplan zur ‚Digitale[n] Grundbildung‘ umfasst explizit den Bereich ‚Computational Thinking‘ und unterscheidet hier die Teilbereiche ‚Mit Algorithmen arbeiten‘ und ‚Kreative Nutzung von Programmiersprachen‘. Der zweite der vorgenannten österreichischen Teilbereiche umfasst für die ersten Jahrgänge der weiterführenden Schulen beispielsweise die Erstellung einfacher Programme oder Webanwendungen mit geeigneten Tools, um ein bestimmtes Problem zu lösen oder eine bestimmte Aufgabe zu erfüllen, sowie die Kenntnis unterschiedlicher Programmiersprachen und Produktionsabläufe.

In der Zusammenschau über die unterschiedlichen Ansätze in verschiedenen Ländern und Bildungssystemen, auch auf internationaler Ebene, können im Kern drei unterschiedliche Ansätze der curricularen Verankerung von ‚Computational Thinking‘ identifiziert werden (Eickelmann, 2019):

- 1) Computational Thinking als fächerübergreifender Kompetenzbereich
- 2) Computational Thinking als Teil des Informatikunterrichtes
- 3) Computational Thinking als eigenständiger Fach- bzw. Lernbereich

In der Ausgestaltung des Ansatzes (2) in Frankreich, das wie Deutschland ebenfalls an dem ICILS-2018-Zusatzmodul zu Computational Thinking teilnimmt, wird dieser um eine Verankerung von Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ in den Fächern Technologie und Mathematik ergänzt (Ministère de l’Education nationale et de la Jeunesse, 2018). Dänemark erprobt seit dem Sommer 2018 in Modellschulen

die Integration von Computational Thinking (‚Computational tankegang‘) sowohl als eigenes Fach (Ansatz (3)) als auch im Rahmen eines fächerintegrativen Ansatzes (Ansatz (1)) (Undervisningsministeriet, 2018). Finnland, das ebenfalls am Zusatzmodul ‚Computational Thinking‘ im Rahmen von ICILS 2018 teilnimmt, hat seit 2014 im Fach Mathematik den Bereich ‚algorithmisches Denken‘ und damit einen Teilbereich von ‚Computational Thinking‘, wie er in ICILS 2018 theoretisch angelegt ist (siehe dazu ausführlich Kapitel III in diesem Band), verankert. Hier werden Kompetenzen ausgewiesen, die für die Jahrgangsstufen 7 bis 9, beispielsweise das Entdecken von Mustern, einfaches Programmieren, Problemlösen und das Verstehen von Algorithmen umfassen. Angemerkt sei an dieser Stelle, dass Schülerinnen und Schüler in Finnland, die an ICILS 2018 teilgenommen haben, jedoch noch nach dem älteren Lehrplan von 2004 unterrichtet wurden, der diese Kompetenzbereiche nicht anspricht.

Erst nach und nach entsteht so in theoretischen oder in konkreten curricularen Ansätzen ein De-facto-Konsens darüber, was unabhängig von der Form der curricularen Verankerung unter dem Begriff ‚Computational Thinking‘ gefasst wird und wie sich das Konzept dieser Kompetenzen nach den ersten Arbeiten von Papert (1980) und Wing (2006) weiterentwickelt hat (vgl. Kapitel III in diesem Band). Für die Gestaltung schulischer Förderung ergibt sich daher nach wie vor die Notwendigkeit, die Entwicklung allgemein akzeptierter Strategien zur Beschreibung und Erfassung der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ voranzubringen (Barr & Stephenson, 2011). Computational Thinking ist in den verschiedenen vorliegenden Ansätzen (Yadav, Sands, Good & Lishinki, 2018) längst nicht einheitlich konzeptualisiert (z.B. Curzon, Dorling, Ng, Selby & Woollard, 2014; Grover et al., 2017; Kong, 2016; Malyn-Smith et al., 2018). Zudem erschwerte die Dynamik des Kompetenzbereiches über Jahre eine theoretisch hinreichend ausgereifte Konzeptionierung von Computational Thinking, sodass dieser Kompetenzbereich einer Messung schwer zugänglich war (Grover & Pea, 2013). Diese Lücke schließt die IEA-Studie ICILS 2018, die von ACER (*Australian Council for Educational Research*) international geleitet wird, mit einem von ACER und den beteiligten Ländervertreterinnen und -vertretern inhaltlich ausgearbeiteten Konzept zu Computational Thinking (Fraillon, Ainley, Schulz, Duckworth, et al., 2019). Deutschland hat sich für eine Teilnahme an diesem Zusatzmodul entschieden und die ersten Ergebnisse für den Bereich ‚Computational Thinking‘ für Deutschland im internationalen Vergleich werden im vorliegenden Kapitel präsentiert.

In Abschnitt 2 des vorliegenden Kapitels wird zunächst der im Rahmen von ICILS 2018 gewählte Zugang erläutert (vgl. hierzu auch Kapitel III in diesem Band). In einem nächsten Schritt werden zentrale bereits vorliegende Forschungsbefunde zusammengetragen, die vor allem darauf hinweisen, dass die Forschungslage in vielen Bereichen – nicht zuletzt aufgrund der Uneinheitlichkeit von Konzepten sowie des Fehlens von Studien mit direkten Testungen und größeren Stichproben – lückenhaft ist (Abschnitt 2.4). In Abschnitt 5 werden schließlich die ICILS-2018-Ergebnisse zum Bereich ‚Computational Thinking‘ für Deutschland im internationalen Vergleich präsentiert. Dabei handelt es sich um erste Ergebnisse zu zentralen Aspekten, wie den mittleren Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im Bereich ‚Computational Thinking‘

im internationalen Vergleich, die um Analysen differenziert nach Schulformen und nach Schülermerkmalen ergänzt werden, sowie um erste Ergebnisse zu Fragen der unterrichtlichen Förderung von Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ aus Sicht der Schülerinnen und Schüler bzw. der Lehrkräfte. Weiterhin wird der Zusammenhang der beiden im Rahmen von ICILS 2018 betrachteten Kompetenzbereiche (siehe Kapitel II und III in diesem Band) – also der Zusammenhang zwischen den computer- und informationsbezogenen Kompetenzen und den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ – untersucht. In diesem letzten Schritt wird die besondere Möglichkeit genutzt, dass beide Kompetenzbereiche in derselben Schülerkohorte zum gleichen Zeitpunkt, also an einem Testtag, im Rahmen der ICILS-2018-Studie erhoben wurden. Die zentralen Befunde des Kapitels münden schließlich in Abschnitt 5 in eine Zusammenschau, welche auch die Diskussion um Ergebnisse im internationalen Vergleich im Bereich ‚Computational Thinking‘ eröffnet.

2. Zum Verständnis und zur Erfassung von *Computational Thinking* im Rahmen von ICILS 2018

Im Rahmen des internationalen Zusatzmoduls der ICILS-2018-Studie für den Bereich ‚Computational Thinking‘ wurden zwei international administrierte computerbasierte Testmodule für die Achtklässlerinnen und Achtklässler entwickelt, in einem Feldtest im Jahr 2017 erprobt und schließlich im Rahmen der Haupterhebung der Studie im Jahr 2018 zur Erfassung der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ im internationalen Vergleich, ergänzend zu den Schülertests im Bereich der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen, eingesetzt (siehe Kapitel II und III in diesem Band). Zudem wurden die in ICILS 2018 eingesetzten Hintergrundfragebögen für Lehrpersonen, Schülerinnen und Schüler, Schulleitungen sowie IT-Koordinatorinnen und IT-Koordinatoren um für den Bereich ‚Computational Thinking‘ relevante Fragestellungen ergänzt. An dem ICILS-2018-Zusatzmodul Computational Thinking nehmen insgesamt neun Länder bzw. Bildungssysteme teil: Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Luxemburg, Portugal, die Republik Korea und die USA sowie, als sogenannter Benchmark-Teilnehmer (siehe Kapitel II in diesem Band), das Bundesland Nordrhein-Westfalen, dessen Teilnahme an ICILS 2018 und an dem Zusatzmodul ‚Computational Thinking‘ über ein sogenanntes *Oversampling* (Stichprobenerweiterung) ermöglicht wurde (Eickelmann, Massek & Labusch, 2019).

Wie bereits eingangs angeführt, wird im Rahmen der Studie ICILS 2018 der Bereich ‚Computational Thinking‘ mit einer Zusatzoption erstmals im Rahmen einer international vergleichenden Schulleistungsstudie erforscht. Damit greift ICILS 2018 einen Ansatz auf, den Ainley, Schulz und Fraillon (2016) bereits im Jahr 2016 formulierten, und geht damit der Frage nach, ob und in welcher Weise der Bereich ‚Computational Thinking‘ den in der ICILS-2018-Studie untersuchten Kompetenzbereich zu einem Gesamtkonstrukt von ICT-Literacy im Sinne digitaler Grundbildung ergänzt. Die Erforschung der Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen diesen Bereichen

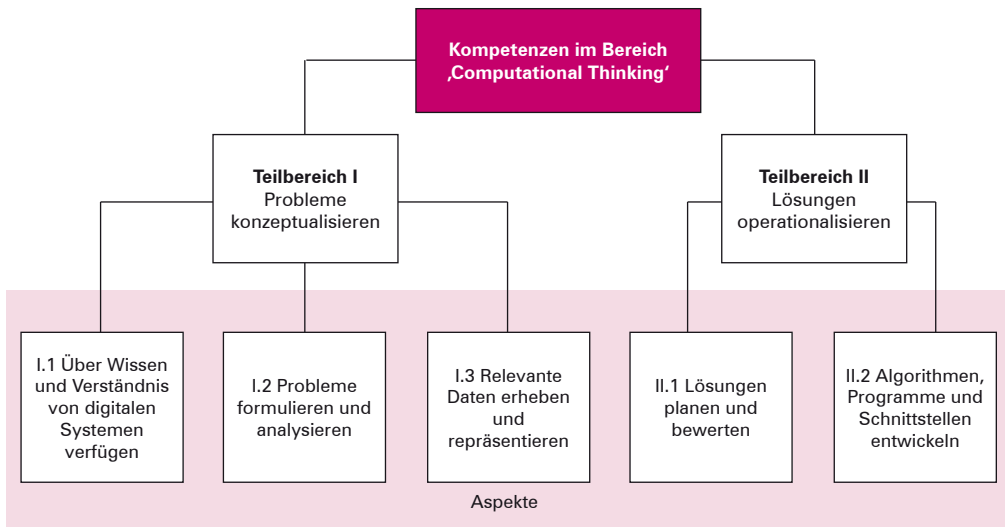
stellt für die international vergleichende empirische Bildungsforschung eine besondere Herausforderung und gleichsam eine außerordentliche Chance dar (Eickelmann, 2017). Dies betrifft insbesondere die Festlegung eines international abgestimmten tragfähigen Begriffsverständnisses sowie die gemeinsame Formulierung forschungsleitender Fragestellungen, die Entwicklung eines angemessenen Forschungsdesigns sowie die Entwicklung von geeigneten Testmodulen (Eickelmann, 2017).

In den nächsten Abschnitten wird diesem Anliegen folgend zunächst die theoretische Anlage des dem Bereich ‚Computational Thinking‘ zugrundeliegenden theoretischen Konstruktes, wie es in der Studie ICILS 2018 zur Verwendung kommt, vorgestellt (Abschnitt 2.1, siehe ausführlich Kapitel III in diesem Band). Weiterhin werden die internationalen Forschungsfragen der Studie zum Bereich ‚Computational Thinking‘ vorgestellt (Abschnitt 2.2) und es wird erläutert, wie die Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ gemessen sowie die Förderung der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ aus der Perspektive der Schülerinnen und Schüler sowie der Lehrkräfte (Abschnitt 2.3) in der Studie erfasst wurden.

2.1 Das theoretische Konstrukt des Kompetenzbereiches ‚Computational Thinking‘ im Rahmen von ICILS 2018

Das Konstrukt der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ wird im Rahmen der Studie ICILS 2018 in zwei Teilbereiche unterteilt, welche über jeweils zwei bzw. drei zugehörige Aspekte definiert werden (vgl. Abbildung 12.1). Der erste Teilbereich ‚*Probleme konzeptualisieren*‘ der Kompetenzen umfasst die wesentlichen Elemente der Modellbildung, die der Operationalisierung von Problemlösungen vorangeht. *Probleme konzeptualisieren* zu können setzt voraus, dass Probleme zuerst in Bezug auf ein anwendbares Modell verstanden und aufbereitet werden müssen, bevor algorithmische Ansätze oder systematisierendes Denken berücksichtigt und angewendet werden können. Dieser Teilbereich der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ beinhaltet drei zugehörige Teilaspekte, die ausführlich in Kapitel III in diesem Band erläutert werden. Der zweite Teilbereich ‚*Lösungen operationalisieren*‘ umfasst alle Prozesse, die mit der konkreten Erstellung, Implementierung und Bewertung algorithmisierter Lösungsansätze für realweltliche Probleme einhergehen. Dieser Teilbereich umfasst zwei Aspekte, die ebenfalls ausführlich in Kapitel III in diesem Band beschrieben werden.

Abbildung 12.1: Das Konstrukt der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ in ICILS 2018 (Teilbereiche und zugehörige Aspekte)



IEA: International Computer and Information Literacy Study 2018

© ICILS 2018

2.2 Internationale Forschungsfragen zum Bereich ‚Computational Thinking‘ im Rahmen von ICILS 2018

Mit ICILS 2018 werden im Rahmen des Zusatzmoduls die fünf nachfolgenden internationalen Forschungsfragen zum Kompetenzbereich ‚Computational Thinking‘ bearbeitet.

1. Welche Unterschiede ergeben sich hinsichtlich der Kompetenzen von Achtklässlerinnen und Achtklässlern im Bereich ‚Computational Thinking‘ im internationalen Vergleich?
2. Welche Variablen auf der Schul- bzw. Bildungssystemebene hängen mit den Kompetenzen der Achtklässlerinnen und Achtklässlern im Bereich ‚Computational Thinking‘ zusammen?
3. Welche Schülermerkmale (wie z.B. unterrichtliche Aktivitäten im Bereich ‚Computational Thinking‘) stehen im Zusammenhang mit Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘?
4. Welche demographischen Schülermerkmale wie Geschlecht, soziale Herkunft oder Migrationshintergrund stehen im Zusammenhang mit Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘?
5. Welche Zusammenhänge ergeben sich zwischen den computer- und informationsbezogenen Kompetenzen und den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Achtklässlerinnen und Achtklässlern?

Die erste Fragestellung fokussiert den internationalen Vergleich der Kompetenzen der Achtklässlerinnen und Achtklässler im Bereich ‚Computational Thinking‘ in den Computational-Thinking-Teilnehmerländern. Der Fokus der zweiten Fragestellung liegt auf der Identifikation und Beschreibung schulischer Rahmenbedingungen im Kontext des Erwerbes von Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘. Mit der dritten und vierten Forschungsfrage werden schul- und unterrichtsbezogene Schülermerkmale sowie solche Merkmale auf Schülerebene betrachtet, wie sie auch für andere Kompetenzbereiche als relevante Faktoren (Geschlecht, soziale Herkunft oder Migrationshintergrund) für die Erklärung von Kompetenzunterschieden herangezogen werden. Die fünfte Fragestellung bezieht sich auf den Zusammenhang der im Rahmen von ICILS 2018 betrachteten Kompetenzbereiche und damit den Zusammenhang zwischen den computer- und informationsbezogenen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern und ihren Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘.

2.3 Erfassung der Schülerkompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ und Erfassung der Rahmenbedingungen

Die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler im Bereich ‚Computational Thinking‘ wurden im Rahmen des Zusatzmoduls zu ICILS 2018 über zwei je 25-minütige computerbasierte Testmodule erfasst, die am Testtag im Anschluss an die Testmodule der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen sowie im Anschluss an den Fragebogen für die Schülerinnen und Schüler zum Einsatz gekommen sind. Beide Testmodule wurden international entwickelt und nach Übersetzung in der jeweiligen Unterrichtssprache eingesetzt, wobei der ICILS-2018-Haupterhebung eine Erprobung der neu entwickelten Testmodule in einem Feldtest im Vorjahr vorausging.

Eingesetzte Testmodule für den Bereich ‚Computational Thinking‘

Testmodul 1, ‚Selbstfahrender Bus‘ (*automated bus*), bezieht sich vorwiegend auf den Teilbereich I, *Probleme konzeptualisieren*. Es besteht aus zwei thematisch zusammenhängenden Aufgaben, die sich u.a. auf das Vornehmen von Einstellungen und damit auf die Konfiguration der Navigations- und Bremssysteme in einem fahrerlosen Bus beziehen (siehe Kapitel III). Nachfolgend sind zwei Beispielitems aus Testmodul 1 dargestellt:

1) Beispielitem aus Testmodul 1: Die Konfiguration bzw. das Vornehmen von Einstellungen in einer Simulation (*simulation configuration*), hier: die Beantwortung einer Frage mithilfe der Nutzung eines Unfallsimulators

Unfallsimulator

Simulation starten

Entfernung vom Felsen bei Betätigung der Bremsen:

Bus-Position zurücksetzen

Kein Ergebnis

Verbleibende Zeit

00 Min.

5 Min.

Das Gewicht der Fahrgäste ist hoch. Die Straße ist nass.
 Welches ist der geringste Abstand zum Felsen, bei dem die Bremsen noch betätigt werden können, ohne dass der Bus mit den Felsbrocken zusammenstößt?
 Nutze den Unfallsimulator als Hilfe, um die Frage zu beantworten.
 Klicke auf , um dir die Aufgabedetails nochmal anzusehen.

0 m
 10 m
 20 m
 30 m
 40 m
 50 m
 60 m
 70 m
 80 m
 90 m
 100 m

2) Beispielitem aus Testmodul I: Die Erstellung eines Entscheidungsbaumes (*decision tree*), hier: um den Ablauf eines Sicherheitschecks darzustellen

Elemente

- Geschwindigkeit um 20% verringern
- Geschwindigkeit beibehalten
- Ja
- Nein


Entscheidungsbaum

```

    graph TD
      Start[Sicherheitscheck beginnen] --> Decision{Ist das Auto zu nah?}
      Decision --> Path1[ ]
      Decision --> Path2[ ]
      Path1 --> End[Sicherheitscheck beenden]
      Path2 --> End
  
```

Verbleibende Zeit
00 Min.
5 Min.

Der Buscomputer führt einen Sicherheitscheck durch, um sicherzustellen, dass der Bus nicht mit anderen Fahrzeugen zusammenstößt. Um den Ablauf des Sicherheitschecks darzustellen, füge die verschiedenen Elemente per Drag-and-Drop an den passenden Stellen in den Entscheidungsbaum ein.

Klicke auf , wenn du damit fertig bist.

Das Testmodul 2, ‚Landwirtschaftliche Flugdrohne‘ (*farmdrone*), bezieht sich im Kern auf Kompetenzen des Teilbereiches II, *Lösungen operationalisieren*, des ICILS-2018-Konstruktes zum Kompetenzbereich ‚Computational-Thinking‘. Es stellt eine visuelle Programmierschnittstelle für eine Reihe von Programmieraufgaben zur Verfügung, die sich auf das Steuern einer programmierbaren landwirtschaftlichen Flugdrohne beziehen, die verschiedene landwirtschaftliche Aktionen (u.a. Aussäen und Bewässern) durchführt (siehe Kapitel III). Testmodul 2 umfasst u.a. die nachfolgenden beiden Beispielitems:

1) Beispielitem aus Testmodul II: Die Erstellung eines einfachen Programmes bzw. Programmfragmentes (*code creation*), hier: die Nutzung von Code-Blöcken, um die Flugdrohne Wasser auf vier Erdfelder verteilen zu lassen:

Arbeitsbereich:5

bei Ausführung
wiederholen: 4 Mal
Aktion: vorwärts bewegen
wenn große Pflanze
dann verteile Wasser
dann verteile Dünger


Code-Blöcke



vorwärts bewegen
nach links drehen
verteile Wasser
wiederholen: 3 Mal
Aktion:
wenn große Pflanze
dann

Verbleibende Zeit
00 Min.

Dem Arbeitsbereich wurden Code-Blöcke hinzugefügt.
Die Flugdrohne soll:

- Wasser auf alle (große und kleine) Pflanzenfelder verteilen
- Dünger nur auf die Feldern mit kleinen Pflanzen verteilen

Aber die Code-Blöcke im Arbeitsbereich setzen das nicht korrekt um.
Klicke , um das Problem zu sehen.
Verändere die Code-Blöcke im Arbeitsbereich, um das Problem zu beheben.

Nutze für die Aufgabe so wenig Code-Blöcke wie möglich.
Klicke auf , um dir das Ergebnis anzusehen.
Klicke auf , wenn du damit fertig bist.

Der Screenshot zeigt einen Arbeitsbereich, in dem über Code-Blöcke eine Abfolge von Anweisungen, z.B. einen Schritt vorwärtsbewegen, erstellt wird. Nach Erstellung der Anweisungen durch die Schülerinnen und Schüler können diese im Anschluss über eine Simulation prüfen, ob mit der gewählten Abfolge die Aufgabe gelöst wurde. Die Schülerinnen und Schüler können die Gelegenheit nutzen, nach Durchlaufen der Simulation ihres Lösungsweges Verbesserungen vorzunehmen und zu erproben. Dabei wird bereits in der Aufgabenstellung angegeben, dass die Lösung möglichst effizient sein sollte, d.h. mithilfe möglichst weniger Code-Blöcke durchgeführt werden soll.

- 2) Beispielitem aus Testmodul II: Das Finden und Beseitigen von Fehlern bei mehreren Anweisungen (*debugging*), hier: das Vornehmen von Veränderung einer vorgelegten Code-Blöcke-Lösung im Arbeitsbereich, um ein Problem in der Lösung zu beheben, das durch die falsche Abfolge von Code-Blöcken verursacht wurde:

The screenshot shows a programming environment interface. At the top, it says 'Arbeitsbereich:0'. Below that, there's a status bar 'bei Ausführung'. On the left, there's a 'Code-Blöcke' (Code Blocks) section with several blocks: 'vorwärts bewegen', 'nach links drehen', 'verteile Wasser', and 'wiederholen: 3 Mal'. Below the code blocks, there are instructions: 'Benutze den "Wiederholen"-Code-Block, um die Flugdrohne Wasser auf den vier Erdfeldern mit Pflanzensamen verteilen zu lassen. Die Flugdrohne darf dabei Wasser nicht auf Grasfeldern verteilen.' On the right, there's a 'Verbleibende Zeit' (Remaining Time) section showing '00 Min.' and a vertical stack of eight grey blocks. At the bottom right, there are navigation icons: a right arrow and a magnifying glass.

IEA: International Computer and Information Literacy Study 2018

© ICILS 2018

Fragebogeninhalte zum Bereich ‚Computational Thinking‘

Über die Schülertests hinaus liefern die international abgestimmten, für den Bereich ‚Computational Thinking‘ im Rahmen von ICILS 2018 ergänzten, Fragebögen für Schülerinnen und Schüler, Lehrkräfte, Schulleitungen sowie IT-Koordinatorinnen und IT-Koordinatoren Informationen über den Bereich ‚Computational Thinking‘. Dieser wird aus der Perspektive der Schulen, des Unterrichtes sowie der genannten Akteurinnen und Akteure beleuchtet. Hierzu gehören beispielsweise Fragen an die Lehrkräfte, ob und mit welchem Nachdruck sie unterschiedliche Teilfähigkeiten der Schülerinnen und Schüler im Bereich ‚Computational Thinking‘ fördern. Zudem werden die Schülerinnen und Schüler u.a. danach gefragt, ob und in welchem Umfang sie Aufgaben, die sich auf diese Fähigkeiten beziehen, im unterrichtlichen Kontext bereits in der Schule bearbeitet haben.

Über den sogenannten nationalen Kontextfragebogen (vgl. Kapitel II in diesem Band) wurden zudem zusätzlich die zur Integration von Computational Thinking im

Schulbereich verfolgten Ansätze der an dem Zusatzmodul beteiligten Bildungssysteme erfasst. Hier wird beispielsweise der Frage nachgegangen, welche Schwerpunkte in den gültigen Curricula auf Unterrichtsaspekte im Zusammenhang mit dem Bereich ‚Computational Thinking‘ gesetzt werden.

2.4 Forschungsstand zum Kompetenzbereich ‚Computational Thinking‘

Eine besondere Herausforderung in der empirischen Untersuchung der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ besteht u.a. darin, die kognitiven Aktivitäten im Zusammenhang mit Computational Thinking von Bedienfertigkeiten eines Computers oder eines anderen digitalen Gerätes zu unterscheiden (Dede, Mishra & Voogt, 2013). Um Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ messbar zu machen, sei es notwendig, so Bubica und Boljat (2018), ein tieferes Verständnis für diese spezifische Problematik zu entwickeln. Erschwert wurde die empirische Untersuchung von Computational Thinking bisher nicht zuletzt durch die Vielfalt der theoretischen und empirischen Ansätze und die Unterschiedlichkeit der den vielfach eher kleineren Studien zugrundeliegenden Definitionen oder gar durch das vollständige Fehlen einer Arbeitsdefinition und damit dem Fehlen der Erläuterung des theoretischen Zuganges (Curzon, Bell, Waite & Dorling, 2019; Martins-Pacheco, von Wangenheim & da Cruz Alves, 2019). Auch wenn aus historischen Gründen nicht alle Curricula explizit den Bereich ‚Computational Thinking‘ benennen, finden sich häufig Elemente, die diesem Bereich zugeordnet werden können. Dies zeigt, dass die Konstrukte, die dem Bereich ‚Computational Thinking‘ zugrunde liegen, zwar stellenweise prinzipiell curricular verankert, jedoch vielfach bisher nicht immer zielführend gebündelt sind (Heintz, Manila & Färnqvist, 2016). Erst in den letzten Jahren entstanden im internationalen Kontext Studien, die explizit auf den Bereich ‚Computational Thinking‘ fokussieren. So ergeben sich als Ergebnis dieser Untersuchungen u.a. signifikante Korrelationen zwischen der Selbstwirksamkeitswahrnehmung und den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ ($r = 0.41$) (Román-González, Pérez-González, Moreno-León & Robles, 2018). Weiterhin gibt es Studien, die sich auf die Lehrerbildung in dem Bereich beziehen (Sands, Yadav & Good, 2018; Yadav, Mayfield, Zhou, Hambrusch & Korb, 2014; Yadav, Zhou, Mayfield, Hambrusch & Korb, 2011). Die Ergebnisse zeigen – möglicherweise wenig überraschend –, dass die Integration von Computational Thinking in der Ausbildung den zukünftigen Lehrkräften helfen kann, ein genaueres und differenzierteres Verständnis dafür zu entwickeln, wie entsprechende Kompetenzen im Unterricht gefördert werden können (Yadav, Gretter, Good & McLean, 2017). Dabei zeigt sich auch die grundsätzliche Schwierigkeit, diese Kompetenzen zu unterrichten bzw. zu fördern, da es sich um eine metakognitive Fähigkeit handle und diese in verschiedene Kontexten eingebettet werden müsse (Denning & Tedre, 2019).

Ein weiterer Aspekt, der bisher die vergleichende Untersuchung des Bereiches ‚Computational Thinking‘ erschwert, besteht darin, dass bestehende Testinstrumente in Teilen komplementär sind. Román-González, Pérez-González und Jiménez-

Fernandez (2017) berichteten, dass drei bisher verbreitete Messansätze auf unterschiedliche Dimensionen der erweiterten Bloom’schen Taxonomie (Krathwohl, 2002) abzielen. Während sich die Auswertung von Items des Bebras-Wettbewerbes (Dagiene & Futschek, 2008) auf die *Analyze*- und *Apply*-Stufen der Taxonomie – also das allgemeine analytische Denken – beziehen und die Auswertungsmechanismen der *Dr. Scratch*-Umgebung (Moreno-León & Robles, 2015) die Stufen *Create* und *Evaluate* – also die programmbezogene Umsetzung – betrachten, fokussiert der *Computational Thinking Test* (CTt; Román-González, 2015) mit den Stufen *Understand* und *Remember* auf konzeptuelles Wissen im Bereich ‚Computational Thinking‘ (Curzon et al., 2019).

Verschiedene Studien nehmen bisher zudem unterschiedlichen Schülergruppen differenziert nach individuellen Schülermerkmalen, insbesondere dem Geschlecht der Probandinnen und Probanden, in den Blick. Román-González et al. (2017) fanden hinsichtlich der Leistung im Bereich ‚Computational Thinking‘ einen statistisch signifikanten Unterschied in den Kompetenzen zugunsten der männlichen Mitglieder der Testgruppe ($t = 5.374$; $p < 0.01$; Effektgröße Cohens $d = 0.31$). Atmatzidou und Demetriadis (2016) berichten, dass sich die Fähigkeiten im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Mädchen nach einer Intervention deutlich verbessert hätten und dass Mädchen und Jungen über die Intervention letztlich das gleiche Qualifikationsniveau erreicht hätten. In anderen Studien, z.B. von Werner, Denner, Campe und Kawamoto (2012) und Yadav et al. (2014), fanden sich hingegen keine Geschlechterunterschiede.

3. Erste Ergebnisse der Studie ICILS 2018 zum Kompetenzbereich ‚Computational Thinking‘ für Deutschland im internationalen Vergleich

Im folgenden Abschnitt werden erste Ergebnisse des Zusatzmoduls ‚Computational Thinking‘ der Studie ICILS 2018 für Deutschland im internationalen Vergleich vorgestellt. In einem ersten Schritt werden Befunde zu den Kompetenzständen der Achtklässlerinnen und Achtklässler im Bereich ‚Computational Thinking‘ im internationalen Vergleich dargestellt und zusätzlich nach Schulformen differenziert (Abschnitt 4.1). Daran anschließend werden Rahmenbedingungen und Merkmale des schulischen Kompetenzerwerbes aus Schüler- und Lehrerperspektive beleuchtet (Abschnitt 4.2). In Abschnitt 4.3 werden vertiefend die mittleren Kompetenzen differenziert nach Schülermerkmalen (Geschlecht, soziale Lage, Migrationshintergrund) untersucht. Abschließend wird auf den Zusammenhang zwischen Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ und computer- und informationsbezogene Kompetenzen fokussiert (Abschnitt 4.4).

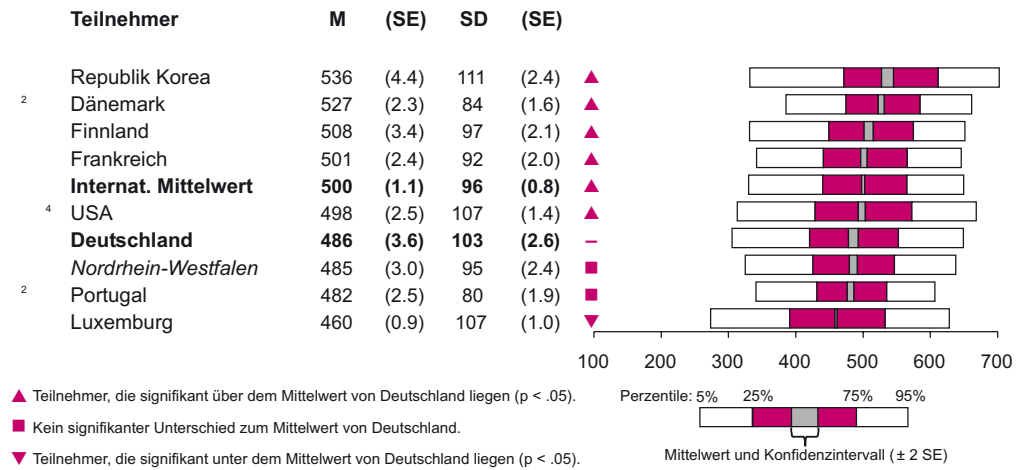
3.1 Ergebnisse zu den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘

Anknüpfend an die erste Forschungsfrage im Bereich ‚Computational Thinking‘ werden zunächst die Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ betrachtet und Unterschiede zwischen verschiedenen Bildungssystemen sowie innerhalb von Deutschland untersucht. In Abbildung 12.2 sind die mittleren Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ der Schülerinnen und Schüler, die am internationalen Zusatzmodul teilgenommen haben, vergleichend als sogenannte *Perzentilbänder* dargestellt. Dazu werden Leistungsmittelwerte (M), Standardabweichungen (SD) und Standardfehler (SE) berichtet. Der internationale Mittelwert wurde als Referenzwert auf 500 Leistungspunkte gesetzt. Je höher der Leistungsmittelwert für die Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ im jeweiligen Computational-Thinking-Teilnehmerland ist, desto weiter rechts befindet sich in Abbildung 12.2 das zugehörige Perzentilband. Je breiter dieses ist, desto heterogener ist die betreffende Leistungsstreuung. Die Betrachtung der jeweiligen Leistungsmittelwerte ermöglicht eine normierte Reihung der Computational-Thinking-Teilnehmerländer. Die Standardabweichungen zeigen, in welchem Ausmaß die Testergebnisse der Schülerinnen und Schüler im Bereich ‚Computational Thinking‘ durchschnittlich um den Mittelwert des jeweiligen Computational-Thinking-Teilnehmerlandes streuen. Dabei wird zum Vergleich auch der internationale Mittelwert angegeben, in den allerdings nur die Ergebnisse derjenigen Computational-Thinking-Teilnehmerländer eingehen, die die hohen IEA-Standards der Schul- und Schülergesamtteilnahmequote erreicht haben (vgl. auch Kapitel II in diesem Band).

Da die USA diese sogenannten *sampling requirements* nicht erfüllen, gehen ihre Ergebnisse nicht in den internationalen Mittelwert ein; ebenso sind die relative Positionierung der USA sowie weitere diesbezügliche Ergebnisse nur mit Vorbehalt zu interpretieren.

Das Spektrum der Leistungsmittelwerte für die Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ variiert zwischen 460 Punkten (Luxemburg) und 536 Punkten (Republik Korea). Auf Deutschland bezogen lassen sich drei Gruppen innerhalb der Länderrangreihe feststellen: Eine Gruppe, in der die Leistungsmittelwerte signifikant über dem von Deutschland liegen, eine Rangreihe, deren Mittelwerte statistisch im Bereich von Deutschland liegen und zu der auch der Leistungsmittelwert von Deutschland gehört, und eine Rangreihe bzw. in diesem Fall ein einzelnes Teilnehmerland, dessen Leistungsmittelwert signifikant unter dem Leistungsmittelwert von Deutschland liegt. Im Ergebnis zeigt sich, dass die Achtklässlerinnen und Achtklässler in Deutschland durchschnittlich 486 Punkte erreichen und das Ergebnis für Deutschland damit signifikant unter dem internationalen Mittelwert (500 Punkte) liegt. In der oberen Rangreihe befinden sich neben dem internationalen Mittelwert die Leistungsmittelwerte von fünf Computational-Thinking-Teilnehmerländern (USA: 498 Punkte, unter Beachtung des obigen Hinweises; Frankreich: 501 Punkte; Finnland: 508 Punkte; Dänemark: 527 Punkte; Republik Korea: 536 Punkte). Die

Abbildung 12.2: Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich



IEA: International Computer and Information Literacy Study 2018

© ICILS 2018

Leistungsmittelwerte für Finnland, Dänemark und die Republik Korea liegen dabei signifikant über dem internationalen Mittelwert (ohne Abbildung; Fraillon, Ainley, Schulz, Friedman & Duckworth, 2019). In der mittleren Rangreihe finden sich neben Deutschland (486 Punkte, siehe oben) auch Portugal (482 Punkte) und Nordrhein-Westfalen (485 Punkte). Nur in Luxemburg (460 Punkte) erreichen die Achtklässlerinnen und Achtklässler einen Leistungsmittelwert, der signifikant unter dem der Achtklässlerinnen und Achtklässler in Deutschland liegt.

Leistungsstreuung

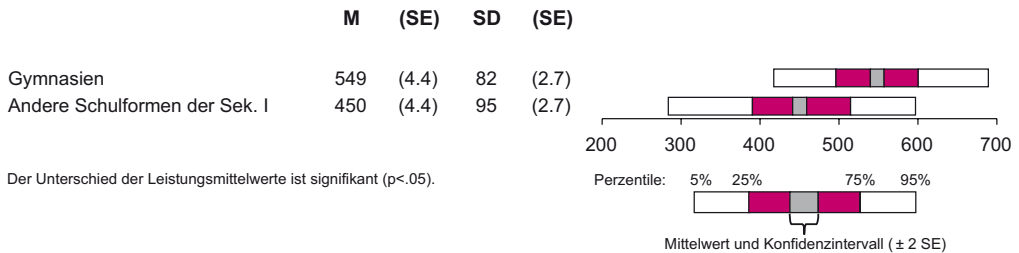
Die Standardabweichung beträgt für Deutschland 103 Punkte, mit 111 Punkten ist sie in der Republik Korea am höchsten und zudem in Dänemark (84 Punkte) und vor allem in Portugal (80 Punkte) auffällig gering. Die Streubreite zwischen dem 5. und dem 95. Perzentil des Kompetenzspektrums variiert bei den Computational-Thinking-Teilnehmern zwischen 266 Punkten (Portugal) und 371 Punkten (Republik Korea). In Deutschland ist die Streubreite mit 344 Punkten demzufolge vergleichsweise groß, was auf eine hohe Leistungsstreuung auch im Sinne einer damit einhergehenden größeren Bildungsungerechtigkeit hinweist. In Portugal ist die Leistungsstreuung zwar besonders gering, was in diesem Fall allerdings heißt, dass die Schülerinnen und Schüler eine vergleichsweise homogene Gruppe im unteren Leistungsspektrum bilden. Dänemark ist daher, wie auch schon für den Bereich der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen, hervorzuheben: Hier sind die mittleren Kompetenzen überdurchschnittlich hoch und gleichzeitig zeigt sich eine geringe Leistungsstreuung.

Schulformunterschiede

Auf Grundlage der Stichprobenziehung in Deutschland sind schulformspezifische Betrachtungen möglich. Hierbei können zwei Gruppen miteinander verglichen werden (siehe auch Kapitel II in diesem Band): Achtklässlerinnen und Achtklässler an Gymnasien sowie Achtklässlerinnen und Achtklässler an anderen Schulformen der Sekundarstufe I mit nicht ausschließlich gymnasialem Bildungsgang. Die Förderschulen, die zur Stichprobe in Deutschland gehören, können dabei aufgrund ihrer zu geringen Fallzahl in der Gesamtstichprobe für den Schulformvergleich nicht berücksichtigt werden (siehe auch Kapitel II in diesem Band).

In Abbildung 12.3 ist dargestellt, wie sich die Kompetenzen von Gymnasiastinnen und Gymnasiasten von denen der Schülerinnen und Schüler anderer Schulformen der Sekundarstufe I unterscheiden.

Abbildung 12.3: Leistungsniveau im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schülerinnen und Schülern nach Schulformen in ICILS 2018 in Deutschland



IEA: International Computer and Information Literacy Study 2018

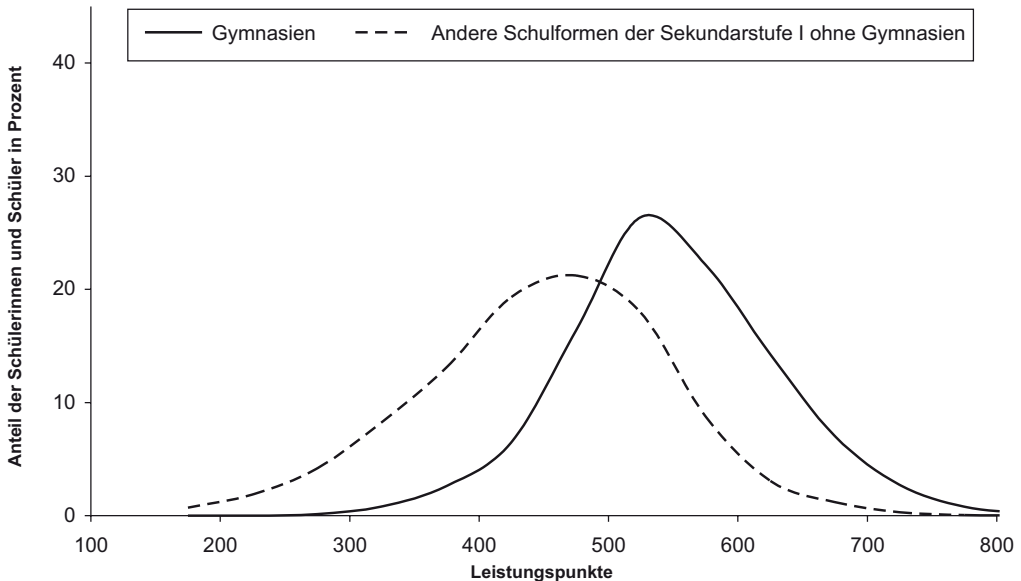
© ICILS 2018

Im Mittel erreichen Schülerinnen und Schüler an Gymnasien (549 Punkte) signifikant höhere mittlere Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ als Schülerinnen und Schüler an anderen Schulformen der Sekundarstufe I (450 Punkte). Der Unterschied von gerundet 98 Leistungspunkten entspricht fast genau einer ganzen Standardabweichung und ist damit erheblich.

Besonders prägnant erkennbar wird dieser Unterschied in der Gesamtverteilung der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ bei getrennter Betrachtung von Gymnasiastinnen und Gymnasiasten und Schülerinnen und Schülern anderer Schulformen der Sekundarstufe I, wenn diese in einem gemeinsamen Diagramm (Abbildung 12.4) aufgeführt sind.

Abbildung 12.4 zeigt diesbezüglich einerseits, dass sich in Deutschland erhebliche schulformspezifische Unterschiede in den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ finden lassen. Es gibt aber andererseits auch einen großen Überschneidungsbereich zwischen den beiden in der Studie unterschiedenen Schulformen. Trotz des mittleren Leistungsvorsprunges der Gymnasiastinnen und Gymnasiasten erreichen die besten Schülerinnen und Schüler an den anderen Schulformen der Sekundarstufe I teilweise höhere Kompetenzwerte im Bereich ‚Computational Thinking‘ als ein nicht unerheblicher Teil der Gymnasiastinnen und Gymnasiasten.

Abbildung 12.4: Testleistungen in den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ nach Schulformen in ICILS 2018 in Deutschland



IEA: International Computer and Information Literacy Study 2018

© ICILS 2018

3.2 Ergebnisse zur Förderung der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ aus der Perspektive der Schülerinnen und Schüler und der Lehrkräfte

Da es sich bei ‚Computational Thinking‘ noch um einen vergleichsweise neuen Kompetenzbereich handelt, der – wie oben ausgeführt – noch nicht überall Eingang in die Lehrpläne gefunden hat, ist es für den Vergleich der Kompetenzergebnisse von nicht unerheblicher Bedeutung, zu untersuchen, in welchem Umfang Schülerinnen und Schüler überhaupt die Möglichkeit haben, damit verbundene Fähigkeiten zu erwerben und entsprechende Aufgaben im Unterricht zu bearbeiten. Gleichzeitig scheint vor diesem Hintergrund die Untersuchung des Aspektes, mit wie viel Nachdruck Lehrpersonen die Kompetenzen ihrer Schülerinnen und Schüler im Bereich ‚Computational Thinking‘ fördern, relevant. Im nachfolgenden Abschnitt werden diese beiden Aspekte auf der Grundlage der ICILS-2018-Zusatzmodul-Daten anhand von einer ersten Auswahl in der Studie eingesetzter Fragen näher beleuchtet.

In Abbildung 12.5 ist zunächst dargestellt, in welchem Umfang Achtklässlerinnen und Achtklässler nach eigenen Angaben in der Schule ausgewählte Aufgaben, die sich auf Fähigkeiten im Bereich ‚Computational Thinking‘ beziehen, bearbeiten. Dazu wurden sechs Aufgaben bzw. Fähigkeiten angeführt. Hierzu gehört es, (1) *Diagramme zu verstehen, die lebensnahe Problemstellungen beschreiben oder darstellen*, (2) *Aufgaben durch systematische Anordnung der notwendigen Bearbeitungsschritte zu planen*, (3) *rea-*

le Daten zu nutzen, um Problemlösungen kritisch zu betrachten und ggf. zu überarbeiten, (4) einen komplexen Prozess in kleinere Teile herunterzubrechen, (5) Flussdiagramme anzufertigen, um verschiedene Teile eines Prozesses darzustellen und (6) Simulationen zu nutzen, die helfen, Problemstellungen aus der Lebenswelt zu verstehen oder zu lösen.

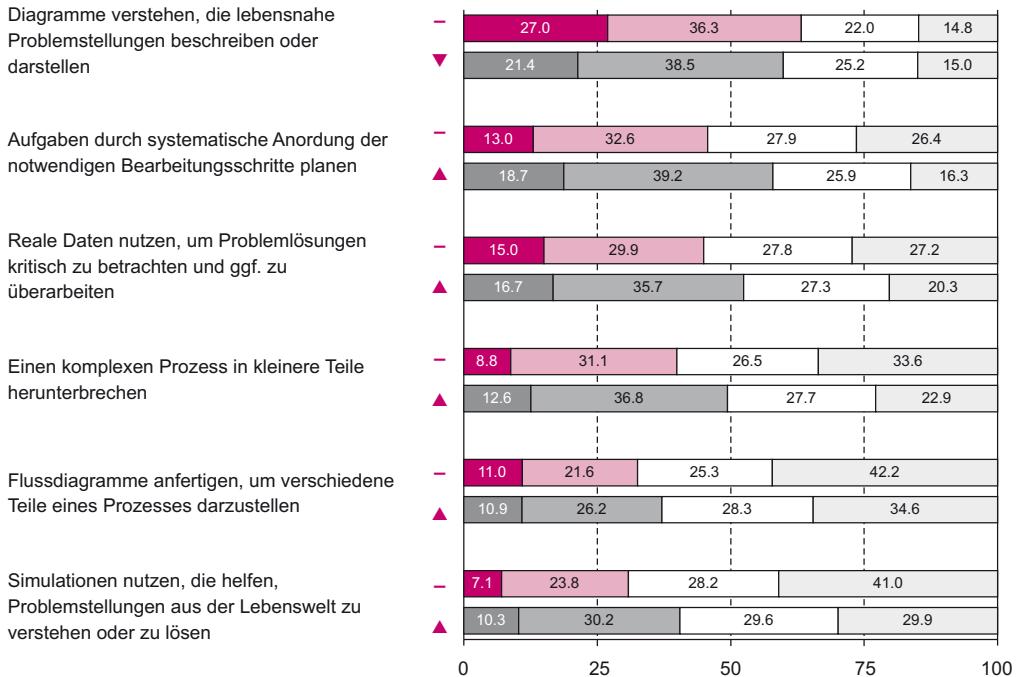
Die Achtklässlerinnen und Achtklässler sollten jeweils angeben, ob sie die entsprechenden Fähigkeiten *in großem Umfang, in mittlerem Umfang, in kleinem Umfang* oder *gar nicht* im Unterricht erlernt haben. Dargestellt werden die Ergebnisse für Deutschland im internationalen Vergleich. Die Sortierung der Ergebnisse in Abbildung 12.5 erfolgte in absteigender Reihenfolge nach der Kategorie *Mindestens im mittleren Umfang* (Kategorien *In großem Umfang* und *In mittlerem Umfang* zusammengefasst). Für diese Kategorie werden jeweils auch die Ergebnisse der Signifikanztests im Rahmen des Vergleiches der Ergebnisse von Deutschland mit dem zum jeweiligen in der Abbildung angegebenen internationalen Mittelwert, in den die Werte derjenigen Computational-Thinking-Teilnehmer eingehen, die die IEA-Standards der Schul- und Schülergesamtteilnahmequote erreicht haben, für die gebildete Kategorie ausgewiesen.

Im Ergebnis zeigt sich für Deutschland, dass (1) mehr als drei Fünftel (63.2%) der Achtklässlerinnen und Achtklässler angeben, *in mindestens mittlerem Umfang* in der Schule gelernt zu haben, *Diagramme zu verstehen, die lebensnahe Problemstellungen beschreiben oder darstellen*. Der internationale Mittelwert (59.9%) liegt für diese Fähigkeit als einziger für alle sechs betrachteten Aspekte signifikant unter dem Anteil für Deutschland. In den meisten anderen Computational-Thinking-Teilnehmerländern sind die Anteile ebenfalls signifikant geringer als der entsprechende Anteil in Deutschland (ohne Abbildung). Ausnahmen stellen hier zum einen der Anteil für Nordrhein-Westfalen (63.4%) dar, der statistisch im Bereich des Anteiles in Deutschland liegt, und zum anderen die Anteile für die USA (76.6%) und Dänemark (86.9%), die signifikant über dem Anteil in Deutschland liegen (ohne Abbildung). Anschaulich heißt dies, dass unterrichtliche Aktivitäten, die sich auf das *Verstehen von Diagrammen, die lebensnahe Problemstellungen beschreiben oder darstellen*, beziehen, in Deutschland auch im internationalen Vergleich verhältnismäßig verbreitet stattfinden. Zu ergänzen ist, dass sich diese feststellbar hohe Aktivität möglicherweise insbesondere aus verschiedenen fachspezifischen Kontexten – sei es in Mathematik, in den Naturwissenschaften oder den Gesellschaftswissenschaften – ergibt, ohne dass dort im Unterricht in Deutschland ein Bezug zu ‚Computational Thinking‘ mitgedacht oder explizit hergestellt wird.

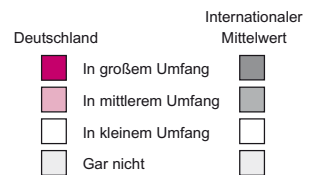
Zwei weitere wichtige Aufgaben im Bereich ‚Computational Thinking‘ stellen die (2) Planung von *Aufgaben durch systematische Anordnung der notwendigen Bearbeitungsschritte* und (3) die Nutzung *realer Daten, um Problemlösungen kritisch zu betrachten und ggf. zu überarbeiten*, dar. Weniger als die Hälfte der Achtklässlerinnen und Achtklässler in Deutschland (45.7% bzw. 45.0%) gibt an, diese Aufgaben *mindestens in mittlerem Umfang* in der Schule gelernt zu haben. Die internationalen Mittelwerte (57.9% bzw. 52.4%) sowie die Anteile der anderen Teilnehmerländer – mit Ausnahme von Nordrhein-Westfalen (43.7% bzw. 43.3%) und Luxemburg (51.8% bzw. 45.5%) – sind signifikant höher als die entsprechenden Anteile in Deutschland. Die höchsten Anteile sind für die USA (75.5% bzw. 70.8%) und Dänemark (78.7% bzw. 71.9%) zu verzeichnen (ohne Abbildung).

Abbildung 12.5: Umfang erlernter Fähigkeiten im Bereich ‚Computational Thinking‘ durch Schülerinnen und Schüler in der Schule in ICILS 2018 in Deutschland und im internationalen Mittel (Angaben der Schülerinnen und Schüler in Prozent)

Aktivitäten im Bereich ‚Computational Thinking‘^c



- ▲ Anteil Schülerinnen und Schüler Kategorie ‚Mindestens in mittlerem Umfang‘ liegt in ICILS 2018 signifikant über dem entsprechenden Anteil in Deutschland ($p < .05$).
- Kein signifikanter Unterschied Anteil Schülerinnen und Schüler Kategorie ‚Mindestens in mittlerem Umfang‘ im Vergleich zum entsprechenden Anteil in Deutschland.
- ▼ Anteil Schülerinnen und Schüler Kategorie ‚Mindestens in mittlerem Umfang‘ liegt in ICILS 2018 signifikant unter dem entsprechenden Anteil in Deutschland ($p < .05$).



^c Differenzen zu 100% sind im Rundungsverfahren begründet.

Etwas weniger als zwei Fünftel (39.9%) der Achtklässlerinnen und Achtklässler in Deutschland haben laut eigener Aussage in der Schule (4) *mindestens in mittlerem Umfang* gelernt, *einen komplexen Prozess in kleinere Teile herunterzubrechen*. Im internationalen Mittel (49.4%) liegt der Anteil signifikant höher als in Deutschland, genauso wie für Luxemburg (47.5%), für die Republik Korea (57.5%), für Finnland (58.6%), für Dänemark (62.9%) und für die USA (70.8%) (ohne Abbildung).

Fast ein Drittel (32.5%) der Achtklässlerinnen und Achtklässler in Deutschland gibt an, in der Schule in *mindestens mittlerem Umfang* gelernt zu haben, (5) *Flussdiagramme anzufertigen, um verschiedene Teile eines Prozesses darzustellen*. Der internationale Mittelwert (37.1%) sowie die Anteile für Dänemark (38.9%), Frankreich

(39.1%), Luxemburg (39.3%), die Republik Korea (48.4%) und für die USA (55.4%) liegen signifikant darüber (ohne Abbildung).

Mindestens in mittlerem Umfang in der Schule gelernt zu haben, (6) *Simulationen zu nutzen, die helfen, Problemstellungen aus der Lebenswelt zu verstehen oder zu lösen*, gibt in Deutschland weniger als ein Drittel (30.9%) der Achtklässlerinnen und Achtklässler an. Der internationale Mittelwert (40.5%) liegt signifikant darüber.

In Tabelle 12.1 wird für die gleichen sechs Bereiche betrachtet, mit wie viel Nachdruck die Lehrpersonen in den Computational-Thinking-Teilnehmerländern diese Fähigkeiten fördern. Hierbei wird die Antwortkategorie *Mindestens mit etwas Nachdruck* (Kategorien *Mit starkem Nachdruck* und *Mit etwas Nachdruck* zusammengefasst) herangezogen.

Betrachtet man nun also die Perspektive der Lehrpersonen, die in der achten Jahrgangsstufe unterrichten, im Hinblick auf dieselben Fähigkeiten und geht hier der Frage nach, mit wie viel Nachdruck sie diese im Unterricht bei ihren Schülerinnen und Schülern fördern, zeigt sich (1) für die Förderung des *Verständnisses von Diagrammen, die lebensnahe Problemstellungen beschreiben oder darstellen* und der (2) *Planung von Aufgaben durch systematische Anordnung der notwendigen Bearbeitungsschritte*, dass in Deutschland mehr als die Hälfte (53.0% bzw. 58.1%) der Lehrpersonen angibt, dies mit *mindestens etwas Nachdruck* umzusetzen. Die internationalen Mittelwerte (59.7% bzw. 69.0%) befinden sich signifikant darüber. Besonders hohe Anteile lassen sich für die USA (75.6% bzw. 85.4%) feststellen.

Etwa ein Drittel (34.1%) der Lehrpersonen in Deutschland fördert laut eigenen Angaben *mindestens mit etwas Nachdruck* (3) die *Nutzung realer Daten zur Überprüfung und Überarbeitung von Problemlösungen*. Sowohl der internationale Mittelwert (59.8%) als auch die Anteile der meisten anderen Länder liegen signifikant darüber. Der höchste Anteil ist für Portugal (67.3%) zu verzeichnen.

Mehr als drei Fünftel (63.8%) der Lehrpersonen in Deutschland geben an, *mindestens mit etwas Nachdruck* bei den Schülerinnen und Schülern die Fähigkeit zu fördern, (4) *einen komplexen Prozess in kleinere Teile herunterzubrechen*. Der internationale Mittelwert (69.4%) und die Anteile für Dänemark (69.7%), Portugal (72.5%) und die USA (87.7%) liegen jedoch signifikant darüber.

Mit einem Anteil von nur einem Fünftel (20.8%) geben die Lehrpersonen in Deutschland an, mit *mindestens etwas Nachdruck* zu fördern, (5) *Flussdiagramme anzufertigen, um verschiedene Teile eines Prozesses darzustellen*. Signifikant höhere Anteile zeigen sich für Frankreich (26.1%), den internationalen Mittelwert (26.4%), Portugal (31.6%), die USA (48.1%) und die Republik Korea (55.3%).

Mehr als ein Viertel (27.1%) der Lehrkräfte in Deutschland gibt eine *Förderung mit etwas Nachdruck* der Fähigkeit, (6) *Simulationen zu nutzen, die helfen, lebensnahe Probleme zu verstehen oder zu lösen* an. Der internationale Mittelwert (38.2%) sowie die Anteile für Frankreich (35.6%), die Republik Korea (49.8%), Portugal (55.8%) und die USA (58.6%) sind signifikant höher.

Tabelle 12.1: Förderung von Fähigkeiten im Bereich ‚Computational Thinking‘ durch Lehrpersonen in der Schule in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben der Lehrpersonen in Prozent, zusammengefasste Kategorie *Mindestens mit etwas Nachdruck*)

Teilnehmer	Diagramme verstehen, die lebensnahe Probleme beschreiben oder darstellen		Aufgaben durch geeignete Anordnungen der zu bearbeitenden Teilschritte planen		Reale Daten zur Überprüfung und Überarbeitung von Problemlösungen nutzen		Einen komplexen Prozess in kleinere Teile herunterbrechen		Flussdiagramme anfertigen, um verschiedene Teile eines Prozesses darzustellen		Simulationen nutzen, die helfen, lebensnahe Probleme zu verstehen oder zu lösen	
	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)	%	(SE)
Dänemark	60.5	(2.1)	70.4	(1.7)	60.7	(1.8)	69.7	(1.6)	10.9	(1.0)	29.3	(1.7)
³ Deutschland	53.0	(1.2)	58.1	(1.6)	34.1	(1.3)	63.8	(1.5)	20.8	(1.3)	27.1	(1.3)
Finnland	43.3	(1.1)	57.8	(1.5)	54.6	(1.1)	67.4	(1.2)	7.8	(0.7)	18.0	(0.9)
³ Frankreich	45.5	(1.2)	67.6	(1.6)	40.8	(1.6)	53.3	(1.3)	26.1	(1.4)	35.6	(1.5)
Internat. Mittelwert	59.7	(0.7)	69.0	(0.8)	59.8	(0.7)	69.4	(0.7)	26.4	(0.5)	38.2	(0.7)
³ Luxemburg	46.2	(2.6)	58.8	(2.7)	33.4	(2.4)	60.0	(2.4)	21.9	(2.0)	25.2	(2.1)
<i>Nordrhein-Westfalen</i>	51.6	(1.6)	56.1	(1.3)	32.2	(1.3)	64.6	(1.2)	20.1	(1.0)	24.0	(1.2)
Portugal	64.3	(1.1)	77.0	(1.1)	67.3	(1.0)	72.5	(1.0)	31.6	(0.9)	55.8	(1.2)
Republik Korea	70.5	(1.3)	70.9	(2.1)	56.6	(1.2)	67.8	(1.8)	55.3	(1.4)	49.8	(1.4)
³ USA	75.6	(1.3)	85.4	(1.2)	62.6	(1.8)	87.7	(1.2)	48.1	(1.5)	58.6	(1.7)

Nordrhein-Westfalen ist als Benchmark-Teilnehmer kursiv gesetzt.

³ Die Lehrer- und Schulgesamteilnahmequote liegt unter 75%.

IEA: International Computer and Information Literacy Study 2018

© ICILS 2018

3.3 Ergebnisse zu den Schülerhintergrundmerkmalen Geschlecht, soziale Herkunft und Migrationshintergrund

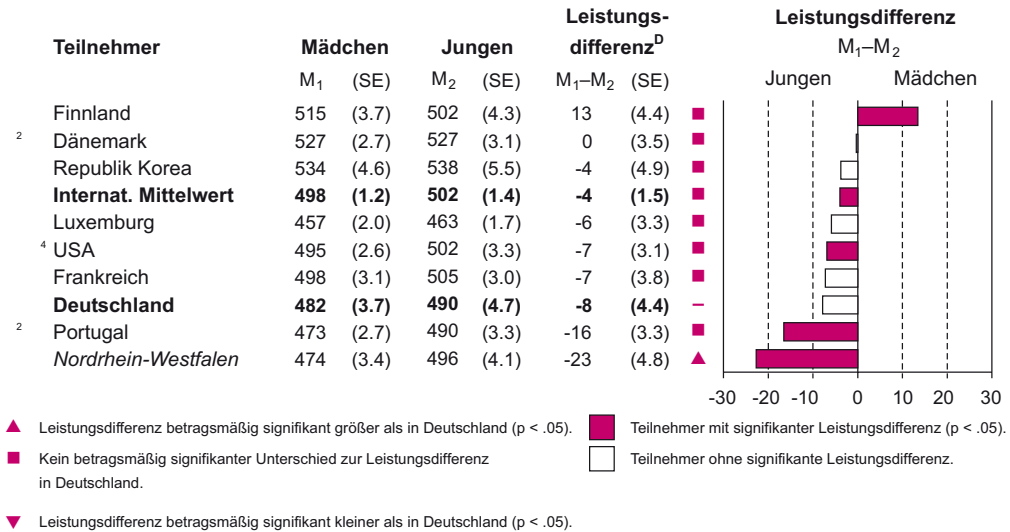
Anknüpfend an die vierte internationale Forschungsfrage des Zusatzmoduls zu ICILS 2018 werden die Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ differenziert nach den individuellen Schülermerkmalen Geschlecht, soziale Herkunft und Migrationshintergrund der Schülerinnen und Schüler betrachtet. Zur Operationalisierung der Merkmale ‚soziale Herkunft‘ und ‚Migrationshintergrund‘ in der Studie ICILS 2018 sei auf die entsprechenden Abschnitte in den Kapiteln X und XI in diesem Band hingewiesen.

Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Mädchen und Jungen

In Abbildung 12.6 werden im Vergleich die Leistungsniveaus im Kompetenzbereich ‚Computational Thinking‘ von Mädchen und Jungen in Deutschland im internationalen Vergleich betrachtet.

Im Ergebnis zeigt sich, dass Mädchen in Deutschland durchschnittlich über 482 Punkte in den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ verfügen und

Abbildung 12.6: Leistungsdifferenzen in den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ zwischen Mädchen und Jungen in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich



Nordrhein-Westfalen ist als Benchmark-Teilnehmer kursiv gesetzt.

² Die Gesamtausschlussquote liegt über 5%.

⁴ Die Schüler- und Schulgesamteilnahmequote liegt unter 75%.

^D Inkonsistenzen in berichteten Differenzen sind im Rundungsverfahren begründet.

IEA: International Computer and Information Literacy Study 2018

© ICILS 2018

sich in Deutschland ihr Leistungsniveau dabei statistisch nicht signifikant vom durchschnittlichen Leistungsniveau der Jungen (490 Punkte) unterscheidet. Ebenso lassen sich für Dänemark, Frankreich, Luxemburg und für die Republik Korea keine Leistungsdifferenzen zwischen Jungen und Mädchen feststellen. Nur in Finnland erreichen die Mädchen signifikant höhere mittlere Kompetenzen als die Jungen (Differenz von 13 Leistungspunkten), in allen anderen Ländern und auch im internationalen Mittel (Differenz von 4 Leistungspunkten) ist ein Leistungsvorsprung zugunsten der Jungen zu verzeichnen. Besonders auffällig sind die Differenzen für Portugal (Differenz von 16 Leistungspunkten) und Nordrhein-Westfalen (Differenz von 23 Leistungspunkten). Das Ergebnis für Deutschland ist möglicherweise auch vor dem Hintergrund, dass sich für den anderen in ICILS 2018 erhobenen Kompetenzbereich, den Bereich der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen, ein signifikanter Leistungsvorsprung zugunsten der Mädchen – hier im Umfang von 16 Leistungspunkten (vgl. Kapitel IV in diesem Band) – ergeben hat, besonders beachtenswert.

Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ nach sozialer Herkunft

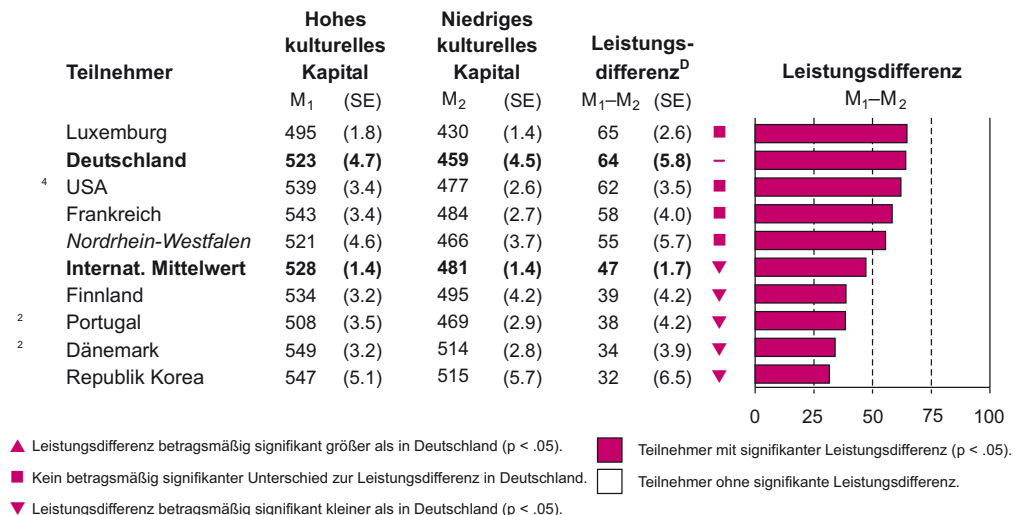
In Abbildung 12.7 werden die Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ differenziert nach der sozialen Herkunft betrachtet. Als Indikator für die soziale Herkunft wird das kulturelle Kapital (*hohes* und *niedriges kulturelles Kapital*) herangezogen (vgl.

Kapitel X in diesem Band). Dieser bestimmt sich aus dem Buchbestand im Elternhaus (Kategorien *Mehr als 100 Bücher* und *Maximal 100 Bücher*) und gilt in der empirischen Bildungsforschung als wirkungsmächtigster Indikator für das kulturelle Kapital (Hatlevik, Throndsen, Loi & Gudmundsdottir, 2018).

Es zeigt sich, dass die größten Leistungsdifferenzen für die Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ differenziert nach dem kulturellen Kapital der Schülerfamilien der Achtklässlerinnen und Achtklässler in Luxemburg (65 Leistungspunkte), Deutschland (64 Leistungspunkte), den USA (62 Leistungspunkte), Frankreich (58 Leistungspunkte) und Nordrhein-Westfalen (55 Leistungspunkte) zu finden sind. Die geringste Leistungsdifferenz lässt sich für die Republik Korea (32 Leistungspunkte) finden. Die Differenz von 64 Leistungspunkten in Deutschland ist erheblich. Sie entspricht in etwa zwei Dritteln der Standardabweichung und ist zudem für den Kompetenzbereich ‚Computational Thinking‘ nochmals höher als die Differenz der Kompetenzen im Bereich der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen (49 Punkte), die für dieselbe Schülerkohorte zum gleichen Messzeitpunkt (gleicher Testtag) ermittelt wurde.

Zieht man ergänzend den sozioökonomischen Status der Schülerfamilie, operationalisiert über den sogenannten *International Socio-Economic Index of Occupational Status* (ISEI; Ganzeboom, de Graaf, Treiman & de Leeuw, 1992), heran und bezieht die berichteten Ergebnisse auf den höchsten Berufsstatus der Eltern bzw. Erziehungsberechtigten (*Highest International Socio-Economic Index of Occupational Status*; HISEI) (für

Abbildung 12.7: Leistungsdifferenzen in den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schülerinnen und Schülern nach kulturellem Kapital in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich



Nordrhein-Westfalen ist als Benchmark-Teilnehmer kursiv gesetzt.

² Die Gesamtausschlussquote liegt über 5%.

⁴ Die Schüler- und Schulgesamteilnahmequote liegt unter 75%.

^D Inkonsistenzen in berichteten Differenzen sind im Rundungsverfahren begründet.

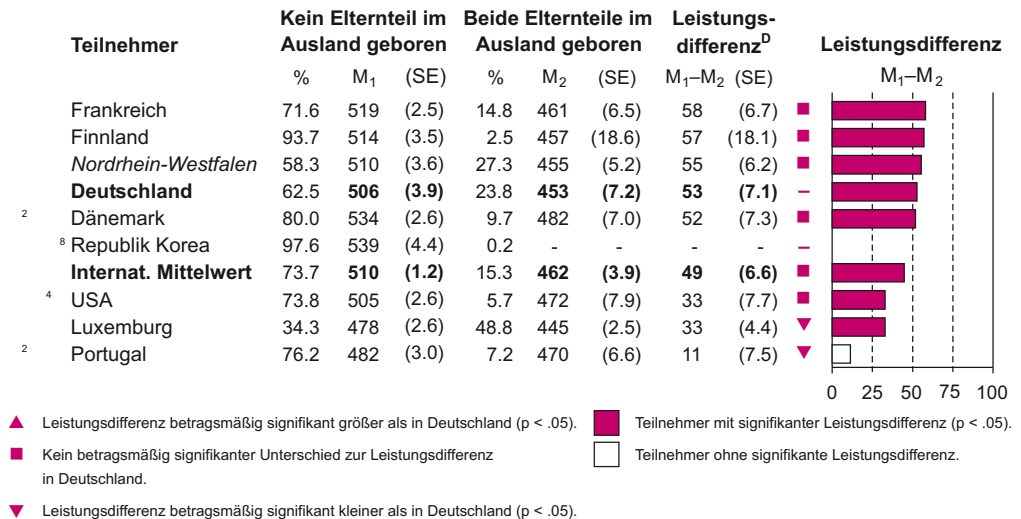
ausführlichere Informationen siehe Kapitel X in diesem Band), so ergibt sich für Deutschland ein ähnliches Bild wie hinsichtlich der Operationalisierung der sozialen Herkunft über das kulturelle Kapitel: Achtklässlerinnen und Achtklässler mit hohem HISEI-Wert erreichen im Durchschnitt 530 Leistungspunkte, während Schülerinnen und Schüler mit einem niedrigen HISEI-Wert durchschnittlich 458 Leistungspunkte erreichen. Das entspricht einer Differenz von 72 Leistungspunkten. Diese ist für Deutschland signifikant, beträgt mehr als zwei Drittel der Standardabweichung und ist damit erheblich. Insgesamt ist die Leistungsdifferenz für den Bereich ‚Computational Thinking‘ differenziert nach sozialer Lage nochmals größer als die im Rahmen von ICILS 2018 für die identische Schülerkohorte in Deutschland für den Bereich der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen (Differenz: 51 Punkte, vgl. Kapitel X in diesem Band) gefundenen ebenfalls erheblichen sozialbedingten Bildungsdisparitäten.

Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ nach Migrationshintergrund

In Bezug auf den Migrationshintergrund wurde im Rahmen der Studie ICILS 2018 der Migrationshintergrund sowohl über den Zuwanderungshintergrund als auch über die sogenannte Familiensprache erfasst (siehe Kapitel XI in diesem Band). In Abbildung 12.8 werden in einem ersten Schritt der Berichtlegung zum Kompetenzbereich ‚Computational Thinking‘ die Leistungsdifferenzen der Achtklässlerinnen und Achtklässler nach ihrem Zuwanderungshintergrund (*Kein Elternteil im Ausland geboren* und *Beide Elternteile im Ausland geboren*) betrachtet. Weitere, differenzierte Analysen, beispielsweise nach Zuwanderungsland und/oder unter Einbezug der Familiensprache, sind in nachfolgenden Berichtlegungen zu ergänzen. Weiterhin ist darauf hinzuweisen, dass Analysen zur Unterscheidung nach dem Migrationshintergrund ohne zusätzliche Kontrolle um die soziale Lage der Schülerfamilie nur bedingt interpretiert werden dürfen (vgl. Kapitel XI in diesem Band). Zudem sind internationale Vergleiche hinsichtlich der Differenzierung nach Migrationshintergrund von Schülerinnen und Schülern streng genommen nur unter Berücksichtigung der Einwanderungspolitik des jeweiligen Landes überhaupt sinnvoll interpretierbar (z.B. Eickelmann, Schaumburg, Senkbeil, Schwippert & Vennemann, 2014). Die im Folgenden (Abbildung 12.8) vorgestellten Ergebnisse dienen daher allenfalls einer ersten Einschätzung und werden auch angeführt, weil solche Analysen überhaupt erstmalig mit ICILS 2018 möglich sind und so für vertiefende Analysen bereitgestellt werden.

In Deutschland lässt sich eine signifikante Leistungsdifferenz hinsichtlich des Zuwanderungshintergrundes der Achtklässlerinnen und Achtklässler feststellen. Diese beträgt, differenziert für die beiden Gruppen *Kein Elternteil im Ausland geboren* (ohne Zuwanderungshintergrund) und *Beide Elternteile im Ausland geboren* (mit Zuwanderungshintergrund) 53 Leistungspunkte. In Nordrhein-Westfalen liegt diese Differenz mit 55 Kompetenzpunkten Unterschied statistisch im Bereich der Differenz in Deutschland. Für alle anderen Computational-Thinking-Teilnehmerländer sind die Differenzen ebenfalls der Abbildung 12.8 zu entnehmen und werden aus den vorgenannten Gründen nicht unmittelbar im Vergleich zu Deutschland interpretiert.

Abbildung 12.8: Leistungsdifferenzen in den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ der Schülerinnen und Schüler nach Zuwanderungshintergrund in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich



Nordrhein-Westfalen ist als Benchmark-Teilnehmer kursiv gesetzt.

² Die Gesamtausschlussquote liegt über 5%.

⁴ Die Schüler- und Schulgesamteilnahmequote liegt unter 75%.

⁸ Für Gruppen mit Schüleranteilen unter 1% werden in ICILS 2018 in Anlehnung an Fraillon et al. (2019) keine Mittelwerte angegeben.

^D Inkonsistenzen in berichteten Differenzen sind im Rundungsverfahren begründet.

IEA: International Computer and Information Literacy Study 2018

© ICILS 2018

3.4 Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ und computer- und informationsbezogenen Kompetenzen

Im Folgenden wird, anknüpfend an die fünfte internationale Forschungsfrage zum Bereich ‚Computational Thinking‘ (vgl. Abschnitt 2.2), der Zusammenhang zwischen Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ und computer- und informationsbezogenen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern untersucht. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Beantwortung der fünften Forschungsfrage auf der Grundlage empirischer internationaler Daten nur aufgrund des besonderen Forschungsdesigns der Studie ICILS 2018 möglich ist. So wurden die Tests im Bereich ‚Computational Thinking‘ in allen an dem Zusatzmodul der ICILS-2018-Studie teilnehmenden Ländern in derselben Schülerstichprobe eingesetzt, die auch die Tests zum Bereich der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen bearbeitet hat. Dies ermöglichte eine Analyse des Zusammenhanges in Form der Berechnung einer Korrelation sowohl über alle Computational-Thinking-Teilnehmerländer hinweg als auch einzeln für jedes Land bzw. jeden Benchmark-Teilnehmer.

Tabelle 12.2 zeigt den Korrelationskoeffizienten *r* als Maß des Zusammenhanges zwischen den beiden in der Studie ICILS 2018 untersuchten Kompetenzbereichen von

Tabelle 12.2: Korrelationen zwischen Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ und computer- und informationsbezogenen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich

Teilnehmer	Korrelationskoeffizient	
	CT und CIL	
	r	(SE)
² Dänemark	.81	(0.01)
Deutschland	.81	(0.01)
Finnland	.89	(0.01)
Frankreich	.87	(0.01)
Republik Korea	.74	(0.01)
Luxemburg	.80	(0.01)
² Portugal	.78	(0.01)
⁴ USA	.82	(0.01)
<i>Nordrhein-Westfalen</i>	.81	(0.01)
Internat. Mittelwert	.82	(0.00)

Nordrhein-Westfalen ist als Benchmark-Teilnehmer kursiv gesetzt.

² Die Gesamtausschlussquote liegt über 5%.

⁴ Die Schüler- und Schulgesamteilnahmequote liegt unter 75%.

IEA: International Computer and Information Literacy Study 2018

© ICILS 2018

allen Computational-Thinking-Teilnehmern sowie als zusätzliche Information den entsprechenden internationalen mittleren Zusammenhang zwischen den Kompetenzbereichen.

Für Deutschland ergibt sich ein mittlerer Zusammenhang zwischen Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ und den computer- und informationsbezogenen Kompetenzen von $r = .81$ (internationaler Mittelwert: $r = .82$). Es wird zudem ersichtlich, dass die Korrelationen zwischen den beiden Kompetenzbereichen der Achtklässlerinnen und Achtklässler in den Computational-Thinking-Teilnehmerländern zwischen $r = .74$ (Republik Korea) und $r = .89$ (Finnland) variiert.

4. Zusammenschau und Diskussion der Ergebnisse

Im vorliegenden Kapitel werden die Ergebnisse des Zusatzmoduls ‚Computational Thinking‘ für Deutschland im internationalen Vergleich präsentiert. Neben Deutschland haben acht weitere ICILS-2018-Teilnehmerländer an dem Zusatzmodul teilgenommen. Das Herzstück des Zusatzmoduls bilden die eigens für diesen Bereich in der Studie entwickelten und eingesetzten computerbasierten Schülertests. Als zentrale Ergebnisbereiche der ersten Berichtslegung der Studie ICILS 2018 in Deutschland für das Zusatzmodul werden die nachfolgenden vier Bereiche im vorliegenden Kapitel betrachtet: (1) Ergebnisse zu den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von

Achtklässlerinnen und Achtklässlern im internationalen Vergleich, auch differenziert nach Schulform, (2) Ergebnisse zu ausgewählten unterrichtlichen Aktivitäten und zur Förderung von Fähigkeiten im Bereich ‚Computational Thinking‘ aus der Perspektive der Achtklässlerinnen und Achtklässler sowie der Lehrpersonen, (3) Ergebnisse zu Leistungsdifferenzen in den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ differenziert nach den individuellen Schülermerkmalen Geschlecht, soziale Herkunft und Migrationshintergrund sowie (4) Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ und computer- und informationsbezogenen Kompetenzen.

Als zentrales Ergebnis des Zusatzmoduls für Deutschland zeigt sich, dass Achtklässlerinnen und Achtklässler hierzulande durchschnittlich 486 Punkte erreichen und dieser mittlere Kompetenzstand signifikant unter dem internationalen Mittelwert von 500 Punkten liegt. Der höchste Leistungsmittelwert mit 536 Punkten lässt sich für die Republik Korea feststellen. Der klar erkennbare Vorsprung der Republik Korea könnte darin zu begründen sein, dass dort in den Klassen 7 und 8 im (fakultativen) Informatikunterricht explizit Computational Thinking gelehrt wird (Choi, An & Lee, 2015). In Deutschland ist die Leistungsstreuung mit einer Standardabweichung von 103 Punkten und einer Streubreite von 344 Punkten vergleichsweise groß, was auf eine sehr heterogene Kompetenzverteilung, auch im Sinne einer vergleichsweise hohen Bildungsungerechtigkeit, hinweist. Diese Einschätzung wird zudem durch weitere Ergebnisse unterstrichen: Ein hoher Unterschied innerhalb Deutschlands zeigt sich zum einen bei der schulformspezifischen Betrachtung der Kompetenzen: Im Mittel erreichen Schülerinnen und Schüler an Gymnasien (549 Punkte) signifikant und deutlich höhere Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ als Schülerinnen und Schüler an anderen Schulformen der Sekundarstufe I (450 Punkte). Dieser Unterschied ist beachtlich und entspricht fast genau einer ganzen Standardabweichung. Zum Vergleich ergibt sich für den Bereich der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen im Rahmen von ICILS 2018 ein Unterschied von 75 Leistungspunkten. Zum anderen zeigen sich erhebliche Bildungsdisparitäten, vor allem in Bezug auf die soziale Herkunft der Schülerinnen und Schüler: Legt man mit dem kulturellen Kapital sowie dem HISEI unterschiedliche Indikatoren zur Erfassung der sozialen Lage zugrunde, so werden für beide Ansätze vergleichsweise hohe Leistungsdifferenzen zwischen Schülerinnen und Schülern aus sozioökonomisch privilegierteren und weniger privilegierten Lagen deutlich: Der Unterschied beträgt für das kulturelle Kapital 64 Leistungspunkte und in Bezug auf den HISEI 72 Leistungspunkte. Dies entspricht, unabhängig vom gewählten Indikator, einer Leistungsdifferenz von etwa zwei Dritteln einer Standardabweichung und ist damit ein beachtlicher Effekt der sozialen Lage. Diese Differenz ist nochmals größer als die im Rahmen von ICILS 2018 für die identische Schülerkohorte in Deutschland für den Bereich der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen (Differenz: 51 Punkte für den HISEI und 49 Punkte für das kulturelle Kapital, siehe Kapitel X in diesem Band) gefundenen ebenfalls erheblichen sozialbedingten Bildungsdisparitäten. Leistungsdifferenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ zwischen Mädchen und Jungen lassen sich in Deutschland jedoch nicht feststellen.

Als Ergebnis der Betrachtung von ausgewählten unterrichtlichen Aktivitäten, die inhaltliche Bezüge zu Fähigkeiten im Bereich ‚Computational Thinking‘ aufweisen, ergibt sich, dass die Achtklässlerinnen und Achtklässler in Deutschland vor allem, also zu höchsten Anteilen, angeben, mindestens im mittlerem Umfang in der Schule gelernt zu haben, Diagramme zu verstehen, die lebensnahe Problemstellungen beschreiben oder darstellen (63.2%). Dies deutet darauf hin, dass die Interpretation visualisierter Daten bereits in weiten Teilen in die verschiedenen Fachcurricula der Sekundarstufe I Einzug genommen hat und dort auch umgesetzt wird. Für andere betrachtete Aspekte, die sich beispielsweise auf das Modellieren oder aber die Algorithmisierung beziehen, wird jedoch im internationalen Vergleich ein deutlicher Nachholbedarf ersichtlich, der sowohl auf notwendige Veränderungen in den Lehrplänen als auch hinsichtlich der Entwicklung der Aus- und Fortbildung von Lehrerinnen und Lehrern hinweist.

Bei der Analyse der Korrelation zwischen den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ und computer- und informationsbezogenen Kompetenzen der Achtklässlerinnen und Achtklässler zeigt sich, dass die beiden Kompetenzbereiche erwartungsgemäß hoch miteinander korrelieren (Deutschland: $r = .81$). Jedoch sind die Zusammenhänge etwa so hoch wie die Zusammenhänge für Lesen und Mathematik. Damit wird deutlich, dass es sich bei Computational Thinking und computer- und informationsbezogenen Kompetenzen um zwei nicht unverbundene, aber eigenständige Kompetenzbereiche handelt. Bocconi et al. (2016) machen bezüglich dieses Zusammenhanges deutlich, dass das besondere Merkmal von ‚Computational Thinking‘ vor allem darin besteht, dass es auf Problemlösungsprozesse und -methoden sowie auf die Schaffung algorithmischer Lösungen abhebt. Die beiden im Rahmen von ICILS 2018 ausgewiesenen Kompetenzbereiche können daher eigenständig und anschlussfähig auch in Deutschland für die Weiterentwicklung von Curricula und Rahmenvorgaben genutzt werden. Dabei ist es möglicherweise ein Ansporn, dass andere deutschsprachige Länder, insbesondere Österreich und die Schweiz, Computational Thinking bereits explizit in ihren Rahmenvorgaben verankert haben. Auf bundesländerübergreifender Ebene böte sich hier die Weiterentwicklung der Inhalte der Kompetenzbereiche der KMK-Strategie ‚Bildung in der digitalen Welt‘ an. Dabei wäre einerseits deutlich zu machen, in welcher Weise alle Fächer bereits einen Beitrag zu dem Kompetenzbereich aufweisen, und zu berücksichtigen, wie sich zukünftig Fachinhalte vor dem Hintergrund der Digitalisierungsprozesse als solche so verändern, dass eine Integration von Aspekten von Computational Thinking und den großen Themenbereichen ‚Modellierung‘ und ‚Algorithmen‘ generisch an die Fächer selbst anzubinden ist. Andererseits zeigt sich – und das wäre ergänzend zu sehen – in zahlreichen Studien bereits jetzt, dass es Fächer gibt, die einen besonderen Beitrag zur Kompetenzentwicklung im Bereich ‚Computational Thinking‘ leisten.

Zusammenfassend lässt sich – trotz der unterschiedlichsten Konzepte und Ansätze auf nationaler und internationaler Ebene – ‚Computational Thinking‘ als zunehmend wichtiger und zukunftsrelevanter Kompetenzbereich beschreiben, den mit steigender Relevanz von Algorithmen und künstlicher Intelligenz möglicherweise zukünftig alle Schülerinnen und Schüler im Laufe ihrer Schulzeit zur aktiven, reflektieren, kreati-

ven und erfolgreichen Teilhabe an der Gesellschaft erwerben sollten. Mit ICILS 2018 wird somit stückweit eine Pionierarbeit geleistet: Erstmals werden im internationalen Vergleich Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ auf der Grundlage eines theoretischen Konstruktes (siehe Kapitel III in diesem Band) über computerbasierte Tests gemessen (Eickelmann, 2017; Fraillon, 2018; Fraillon, Ainley, Schulz, Friedman, et al., 2019). Ausgehend von den hier vorgestellten Vorarbeiten zu Computational Thinking im Rahmen von ICILS 2018 ist für ICILS 2023 geplant, neue zusätzliche Inhalte zum Bereich ‚Computational Thinking‘ zu entwickeln, die dann eine empirische Generierung von Kompetenzstufen und eines Kompetenzstufenmodells ermöglichen.

Für Deutschland sind zudem weitere Analysen und Publikationen zum Bereich ‚Computational Thinking‘ geplant, die auch auf nationalen Ergänzungen, wie weitere unterrichtsbezogene Aspekte sowie die Ergänzung zu Skalen zum Problemlösen, aufbauen und hier Zusammenhänge zwischen der unterrichtlichen Förderung und Kompetenzentwicklung sowie Problemlösen im Allgemeinen und computerbasiertem Problemlösen in den Blick nehmen (Eickelmann, Labusch & Vennemann, 2019; Labusch, Eickelmann & Vennemann, 2019).

Literatur

- Aho, A.V. (2012). Computation and computational thinking. *Computer Journal*, 55(7), 833–835.
- Ainley, J., Schulz, W. & Fraillon, J. (2016). *A global measure of digital and ICT literacy skills* (Paper commissioned for the Global Education Monitoring Report 2016, Education for people and planet: Creating sustainable futures for all). Paris, France.
- Atmatzidou, S. & Demetriadis, S. (2016). Advancing students’ computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 661–670.
- Barr, V. & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2(1), 48–54.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A. & Engelhardt, K. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education – Implications for policy and practice*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Brandhofer, G., Baumgartner, P., Ebner, M., Köberer, N., Trültzsch-Wijnen, C. & Wiesner, C. (2019). *Nationaler Bildungsbericht. Bildung im Zeitalter der Digitalisierung*. Verfügbar unter: https://www.bifie.at/wp-content/uploads/2019/03/NBB_2018_Band2_Beitrag_8.pdf
- Bubica, N. & Boljat, I. (2018). Assessment of computational thinking. In S.C. Kong, D. Andone, G. Biswas, T. Crick, H.U. Hoppe, T.C. Hsu, R.H. Huang, K.Y. Li, C.K. Looi, M. Milrad, J. Sheldon, J.L. Shih, K.F. Sin, M. Tissenbaum & J. Vahrenhold (Hrsg.), *Proceedings of the International Conference on Computational Thinking Education 2018* (S. 121–124). Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung [BMBWF]. (2018). *Verordnung des Bundesministers für Bildung, Wissenschaft und Forschung mit der die Verordnung über die Lehrpläne der Neuen Mittelschulen sowie die Verordnung über die Lehrpläne der allgemeinbildenden höheren Schulen geändert werden (Dokument BGBLA_2018_*

- II_71 vom 19.04.2018). Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/II/2018/71/20180419>
- Choi, J., An, S. & Lee, Y. (2015). Computing education in Korea – Current issues and endeavors. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 15(2), 1–22.
- Curzon, P., Bell, T., Waite, J. & Dorling, M. (2019). Computational thinking. In S. Fincher & A. Robins (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Computing Education Research* (S. 513–546). Cambridge: Cambridge University Press.
- Curzon, P., Dorling, M., Ng, T., Selby, C. & Woollard, J. (2014). *Developing computational thinking in the classroom: a framework*. Unveröffentlichtes Manuskript.
- Dagiene, V. & Futschek, G. (2008). Bebras international contest on informatics and computer literacy: Criteria for good tasks. In R.T. Mittermeir & M.M. Syslo (Hrsg.), *Informatics education – Supporting computational thinking. ISSEP 2008. Lecture notes in Computer Science* (S. 19–30). Berlin: Springer.
- Dede, C., Mishra, P. & Voogt, J. (2013). Advancing computational thinking in 21st century learning. *International Summit on ICT in Education (EDUSUMMIT) 2013*.
- Denning, P.J. & Tedre, M. (2019). *Computational thinking*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz. (2014). *Lehrplan 21. Rahmeninformationen*. Luzern: D-EDK.
- Eickelmann, B. (2017). Computational Thinking als internationales Zusatzmodul zu ICILS 2018 – Konzeptionierung und Perspektiven für die empirische Bildungsforschung. *Tertium Comparationis. Journal für International und Interkulturell Vergleichende Erziehungswissenschaft*, 23(1), 47–61.
- Eickelmann, B. (2019). Measuring secondary school students' competence in computational thinking in ICILS 2018 – Challenges, concepts and potential implications for school systems around the world. In S.C. Kong & H. Abelson (Hrsg.), *Computational Thinking Education* (S. 53–64). Singapore: Springer.
- Eickelmann, B., Labusch, A. & Vennemann, M. (2019). Computational thinking and problem-solving in the context of IEA-ICILS 2018. In D. Passey, R. Bottino, C. Lewin & E. Sanchez (Hrsg.), *Empowering learners for life in the digital age* (S. 14–23). Cham: Springer International Publishing.
- Eickelmann, B., Masek, C. & Labusch, A. (2019). *ICILS 2018 #NRW. Erste Ergebnisse der Studie ICILS 2018 für Nordrhein-Westfalen im internationalen Vergleich*. Münster: Waxmann.
- Eickelmann, B., Schaumburg, H., Senkbeil, S., Schwippert, K. & Vennemann, M. (2014). Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Jugendlichen mit Migrationshintergrund. In W. Bos, B. Eickelmann, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, M. Senkbeil, R. Schulz-Zander & H. Wendt (Hrsg.), *ICILS 2013 – Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich* (S. 297–327). Münster: Waxmann.
- Frailon, J. (2018). International large-scale computer-based studies on information technology literacy in education. In J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen & K.-W. Lai (Hrsg.), *Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (S. 1161–1179). Cham, Switzerland: Springer International Publishing.
- Frailon, J., Ainley, J., Schulz, W., Duckworth, D. & Friedman, T. (2019). *IEA International Computer and Information Literacy Study 2018: Assessment framework*. Amsterdam: International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).

- Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Friedman, T. & Duckworth, D. (2019). *Preparing for life in a digital world: IEA International Computer and Information Literacy Study 2018 international report*. Amsterdam: International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).
- Ganzeboom, H.B.G., de Graaf, P.M., Treiman, D.J. & de Leeuw, J. (1992). A standard international socio-economic index of occupational status. *Social Science Research*, 21(1), 1–56.
- Grover, S., Bienkowski, M., Basu, S., Eagle, M., Diana, N. & Stamper, J. (2017). A framework for hypothesis-driven approaches to support data-driven learning analytics in measuring computational thinking in block-based programming. *Proceedings of the 7th International Learning Analytics & Knowledge Conference*.
- Grover, S. & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43.
- 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.
- Heintz, F., Mannila, L. & Färnqvist, T. (2016). A review of models for introducing computational thinking, computer science and computing in K–12 education. *2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (S. 1–9). Erie, Pennsylvania, USA: IEEE.
- Kong, S.-C. (2016). A framework of curriculum design for computational thinking development in K-12 education. *Journal of Computers in Education*, 3(4), 377–394.
- Krathwohl, D.R. (2002). A revision of Bloom’s taxonomy: An overview. *Theory into Practice*, 41(4), 212–218.
- Labusch, A., Eickelmann, B. & Vennemann, M. (2019). Computational thinking processes and their congruence with problem-solving and information-processing. In S.C. Kong & H. Abelson (Hrsg.), *Computational Thinking Education* (S. 65–78). Singapore: Springer.
- Malyn-Smith, J., Lee, I.A., Martin, F., Grover, S., Evans, M.A. & Pillai, S. (2018). Developing a framework for computational thinking from a disciplinary perspective. In S.C. Kong, D. Andone, G. Biswas, T. Crick, H.U. Hoppe, T.C. Hsu, R.H. Huang, K.Y. Li, C.K. Looi, M. Milrad, J. Sheldon, J.L. Shih, K.F. Sin, M. Tissenbaum & J. Vahrenhold (Hrsg.), *Proceedings of the International Conference on Computational Thinking Education 2018* (S. 182–186). Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Martins-Pacheco, L.H., von Wangenheim, C.A.G. & da Cruz Alves, N. (2019). Assessment of computational thinking in K-12 context: Educational practices, limits and possibilities – A systematic mapping study. In Proceedings of the 11th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU 2019).
- Ministère de l’Éducation nationale et de la Jeunesse. (2018). *Programme du cycle 4. En vigueur à compter de la rentrée de l’année scolaire 2018–2019*. Verfügbar unter: https://cache.media.eduscol.education.fr/file/programmes_2018/20/4/Cycle_4_programme_consolide_1038204.pdf
- Moreno-León, J. & Robles, G. (2015). Dr. Scratch: A web tool to automatically evaluate Scratch projects. In *Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education* (S. 132–133). New York, USA: ACM.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books, Inc. Publishers.
- Román-González, M. (2015). Computational thinking test: Design guidelines and content validation. In *Proceedings of the 7th Annual International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN 2015)* (S. 2436–2444). Valencia, Spain: IATED Academy.

- Román-González, M., Pérez-González, J.-C. & Jiménez-Fernandez, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the computational thinking test. *Computers in Human Behavior*, 72, 678–691.
- Román-González, M., Pérez-González, J.-C., Moreno-León, J. & Robles, G. (2018). Extending the nomological network of computational thinking with non-cognitive factors. *Computers in Human Behavior*, 80, 441–459.
- Sands, P., Yadav, A. & Good, J. (2018). Computational thinking in K-12: In-service teacher perceptions of computational thinking. In M.S. Khine (Hrsg.), *Computational thinking in the STEM disciplines. Foundations and research highlights* (S. 151–164). Cham: Springer.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK]. (2016). *Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz. [Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 08.12.2016]*. Verfügbar unter: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2017/Strategie_neu_2017_datum_1.pdf
- Undervisningsministeriet. (2018). *Computational tankegang*. Verfügbar unter: <https://www.emu.dk/grundskole/teknologiforstaelse>
- Werner, L., Denner, J., Campe, S. & Kawamoto, D.C. (2012). The fairy performance assessment: Measuring computational thinking in middle school. *Proceedings of the 43rd ACM technical symposium on Computer Science Education*, 215–220.
- Wing, J.M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.
- Yadav, A., Gretter, S., Good, J. & McLean, T. (2017). Computational thinking in teacher education. In P. Rich & C.B. Hodges (Hrsg.), *Emerging research, practice, and policy on computational thinking* (S. 205–220). Cham: Springer.
- Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambrusch, S. & Korb, J.T. (2014). Computational thinking in elementary and secondary teacher education. *ACM Transactions on Computing Education*, 14(1), 1–16.
- Yadav, A., Sands, P., Good, J. & Lishinki, A. (2018). Computer science and computational thinking in the curriculum: Research and practice. In J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen & K.-W. Lai (Hrsg.), *Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (S. 89–106). Cham: Springer.
- Yadav, A., Zhou, N., Mayfield, C., Hambrusch, S. & Korb, J.T. (2011). Introducing computational thinking in education courses. *Proceedings of the 42nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 465–470.

Anhang

Anhang 1: Besonderheiten bezüglich der nationalen Zielpopulationen der Schülerinnen und Schüler in ICILS 2018

Teilnehmer	Schülerinnen und Schüler			
	Getestete Jahrgangsstufe	Durchschnittsalter	Ausschöpfungsgrad*	Ausschlüsse**
Chile	8	14.1	100	1.3
Dänemark	8	14.9	100	7.5
Deutschland	8	14.5	100	4.3
Finnland	8	14.8	100	4.0
Frankreich	8	13.8	100	4.7
Italien	8	13.3	100	3.0
Kasachstan	8	14.3	100	5.6
Luxemburg	8	14.5	100	3.9
Portugal	8	14.1	100	8.9
Republik Korea	8	14.2	100	1.5
Uruguay	8	14.3	100	1.1
USA	8	14.2	100	5.0
Benchmark-Teilnehmer				
Moskau	8	14.8	100	3.0
Nordrhein-Westfalen	8	14.4	100	4.6

* Ausschöpfungsgrad der nationalen Zielpopulation (Schülerinnen und Schüler) in Prozent bezogen auf die internationale Vorgabe (100%).

** Ausschlüsse von der nationalen Zielpopulation (Gesamtquote) in Prozent.

Anhang 2: Schul- und Schülerteilnahmequoten in den an ICILS 2018 teilnehmenden Bildungssystemen

Teilnehmer	Schulteilnahmequote in %		Schülerteilnahmequote in %	Gesamtteilnahmequote in %	
	ohne Ersatzschulen	mit Ersatzschulen		ohne Ersatzschulen	mit Ersatzschulen
Chile	91.0	100.0	93.1	84.8	93.1
² Dänemark	75.6	95.3	84.8	64.1	80.8
Deutschland	78.9	88.3	86.6	68.3	76.5
Finnland	98.3	98.6	91.9	90.3	90.6
Frankreich	99.4	100.0	95.0	94.4	95.0
¹ ⁵ Italien	95.1	100.0	94.9	90.3	94.9
² Kasachstan	99.5	99.5	97.6	97.2	97.2
Luxemburg	96.4	96.4	90.1	86.9	86.9
² Portugal	85.7	90.2	80.0	68.6	72.2
Republik Korea	100.0	100.0	96.7	96.7	96.7
Uruguay	90.7	95.7	80.2	72.8	76.8
⁴ USA	67.4	77.1	91.0	61.4	70.2
Benchmark-Teilnehmer					
Moskau	98.2	100.0	95.7	93.9	95.7
Nordrhein-Westfalen	92.6	97.4	91.0	84.2	88.6

¹ Unterschreitung des Mindestdurchschnittsalters der Schülerinnen und Schüler von 13.5 Jahren.

² Die Gesamtausschlussquote liegt über 5%.

⁴ Die Schüler- und Schulgesamteilnahmequote liegt unter 75%.

⁵ Abweichender Erhebungszeitraum.

Anhang 3: Schul- und Lehrerteilnahmequoten in den an ICILS 2018 teilnehmenden Bildungssystemen

Teilnehmer	Schulteilnahmequote in %		Lehrerteilnahmequote in %	Gesamteilnahmequote in %	
	ohne Ersatzschulen	mit Ersatzschulen		ohne Ersatzschulen	mit Ersatzschulen
Chile	91.2	96.9	93.6	85.3	90.7
Dänemark	70.4	92.0	84.0	59.2	77.3
³ Deutschland	63.1	70.5	81.7	51.5	57.5
Finnland	97.8	98.0	92.5	90.4	90.7
³ Frankreich	78.4	78.4	80.6	63.2	63.2
⁵ Italien	93.8	98.6	91.9	86.2	90.6
Kasachstan	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
³ Luxemburg	68.5	68.5	75.6	51.8	51.8
Portugal	89.0	95.3	91.6	81.5	87.3
Republik Korea	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
³ Uruguay	69.5	74.1	74.5	51.8	55.2
³ USA	62.2	72.4	89.4	55.6	64.7
Benchmark-Teilnehmer					
Moskau	97.6	100.0	100.0	97.6	100.0
Nordrhein-Westfalen	90.2	95.6	91.1	82.2	87.2

³ Die Lehrer- und Schulgesamteilnahmequote liegt unter 75%.

⁵ Abweichender Erhebungszeitraum.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1:	An ICILS 2018 beteiligte Länder und Benchmark-Teilnehmer	37
Abbildung 2.2:	Theoretisches Rahmenmodell der Studie ICILS 2018	46
Abbildung 2.3:	Testumgebung in der Ansicht der Schülerinnen und Schüler	50
Abbildung 2.4:	Normalverteilung mit Perzentilen	72
Abbildung 3.1:	Das Konstrukt der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen in ICILS 2018 (Teilbereiche und zugehörige Aspekte)	85
Abbildung 3.2:	Beispielaufgabe zu Kompetenzstufe I	94
Abbildung 3.3:	Beispielaufgabe zu Kompetenzstufe II	94
Abbildung 3.4:	Beispielaufgabe zu Kompetenzstufe III	95
Abbildung 3.5:	Beispielaufgabe zu Kompetenzstufe IV	96
Abbildung 3.6:	Beispielaufgabe zu Kompetenzstufe V	97
Abbildung 3.7:	Das Konstrukt der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ in ICILS 2018 (Teilbereiche und zugehörige Aspekte)	101
Abbildung 4.1:	Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in ICILS 2018 und ICILS 2013 im internationalen Vergleich	123
Abbildung 4.2:	Prozentuale Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Kompetenzstufen in ICILS 2018 und ICILS 2013 im internationalen Vergleich	126
Abbildung 4.3:	Mittlere computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern nach Schulform in ICILS 2018 und ICILS 2013 in Deutschland	128
Abbildung 4.4:	Verteilung der Testleistungen in den computer- und informationsbezogenen Kompetenzen nach Schulform in ICILS 2018 in Deutschland	129
Abbildung 4.5:	Prozentuale Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Kompetenzstufen nach Schulform in ICILS 2018 und ICILS 2013 in Deutschland	130
Abbildung 5.1:	Rolle der Person, die den technischen Teil des Schulfragebogens in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich ausgefüllt hat (Angaben aus dem technischen Teil des Schulfragebogens, gewichtet auf die Schülerpopulation in Prozent)	145
Abbildung 5.2:	Verfügbarkeit verschiedener digitaler Werkzeuge in der Schule in ICILS 2018 in Deutschland (Angaben aus dem technischen Teil des Schulfragebogens, gewichtet auf die Schülerpopulation in Prozent)	157
Abbildung 5.3:	Ausstattung der Lehrkräfte mit eigenen, tragbaren digitalen Endgeräten durch die Schule oder den Schulträger in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben aus dem technischen Teil des Schulfragebogens, gewichtet auf die Schülerpopulation in Prozent)	158
Abbildung 5.4:	Beeinträchtigung des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht durch verschiedene Aspekte in ICILS 2018 und ICILS 2013 in Deutschland (Angaben aus dem technischen Teil des Schulfragebogens, gewichtet auf die Schülerpopulation in Prozent)	159
Abbildung 5.5:	Einschätzung der schulischen IT-Ausstattung in ICILS 2018 in Deutschland und im internationalen Mittel (Angaben der Lehrpersonen in Prozent, zusammengefasste Kategorie <i>Zustimmung</i>)	161
Abbildung 5.6:	Beeinträchtigungen des Einsatzes digitaler Medien in der Schule durch unzureichenden technischen IT-Support in Schulen in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben aus dem technischen Teil des Schulfragebogens, gewichtet auf die Schülerpopulation in Prozent)	163

Abbildung 5.7:	Beeinträchtigungen des Einsatzes digitaler Medien in der Schule durch unzureichenden pädagogischen Support in Schulen in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben aus dem technischen Teil des Schulfragebogens, gewichtet auf die Schülerpopulation Prozent).....	165
Abbildung 6.1:	Bedeutung verschiedener Bildungsziele an der eigenen Schule in ICILS 2018 in Deutschland (Angaben aus dem pädagogischen Teil des Schulfragebogens, gewichtet auf die Schülerpopulation in Prozent)	181
Abbildung 6.2:	Priorität der Schaffung von Anreizen für Lehrkräfte zur Förderung der Nutzung digitaler Medien im Unterricht in ICILS 2018 und ICILS 2013 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben aus dem pädagogischen Teil des Schulfragebogens, gewichtet auf die Schülerpopulation in Prozent)	183
Abbildung 6.3:	Priorität der Bereitstellung von zusätzlicher Vorbereitungszeit für Unterricht, in dem digitale Medien genutzt werden, in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben aus dem pädagogischen Teil des Schulfragebogens, gewichtet auf die Schülerpopulation in Prozent).....	185
Abbildung 6.4:	Priorität des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben der Lehrpersonen in Prozent)...	186
Abbildung 6.5:	Technologiebezogene Prioritätensetzung hinsichtlich der Unterstützung des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht in ICILS 2018 in Deutschland (Angaben aus dem pädagogischen Teil des Schulfragebogens, gewichtet auf die Schülerpopulation in Prozent)	187
Abbildung 6.6:	Angaben der Schulleitung zur Teilnahme der Lehrpersonen an Fortbildungen im Bereich digitaler Medien in ICILS 2018 in Deutschland und im internationalen Mittel (Angaben aus dem pädagogischen Teil des Schulfragebogens, gewichtet auf die Schülerpopulation in Prozent)	190
Abbildung 6.7:	Teilnahme der Lehrpersonen an Fortbildungen bzw. beruflichen Lerngelegenheiten in den letzten zwei Jahren in ICILS 2018 in Deutschland und im internationalen Mittel (Angaben der Lehrkräfte in Prozent, zusammengefasste Kategorie <i>Mindestens einmal</i>).....	192
Abbildung 6.8:	Kooperationen zum unterrichtlichen Einsatz digitaler Medien aus Perspektive der Schulleitungen in ICILS 2018 in Deutschland (Angaben aus dem pädagogischen Teil des Schulfragebogens, gewichtet auf die Schülerpopulation in Prozent)	193
Abbildung 7.1:	Nutzungshäufigkeit digitaler Medien durch Lehrpersonen im Unterricht in ICILS 2018 und ICILS 2013 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben der Lehrpersonen in Prozent)	215
Abbildung 7.2:	Erfahrungen der Lehrkräfte mit der Nutzung digitaler Medien im Unterricht in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben der Lehrpersonen in Prozent)	225
Abbildung 8.1	Häufigkeit der Nutzung digitaler Medien durch Schülerinnen und Schüler in der Schule für schulbezogene Zwecke in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben der Schülerinnen und Schüler in Prozent)	252
Abbildung 8.2:	Dauer der Erfahrung der Schülerinnen und Schüler mit der Nutzung von Desktop-Computern und Notebooks bzw. Laptops in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben der Schülerinnen und Schüler in Prozent)	256
Abbildung 8.3:	Häufigkeit der unterrichtlichen Nutzung digitaler Werkzeuge der Schülerinnen und Schüler in der Schule in ICILS 2018 in Deutschland und im internationalen Mittel (Angaben der Schülerinnen und Schüler in Prozent, zusammengefasste Kategorie <i>Mindestens in einigen Unterrichtsstunden</i>)	258

Abbildung 8.4: Verschiedene computerbezogene Tätigkeiten, die von Schülerinnen und Schülern in der Schule erlernt wurden, in ICILS 2018 in Deutschland (Angaben der Schülerinnen und Schüler in Prozent)	261
Abbildung 9.1: Leistungsdifferenzen in den computer- und informationsbezogenen Kompetenzen zwischen Mädchen und Jungen in ICILS 2018 und ICILS 2013 in Deutschland im internationalen Vergleich (in Leistungspunkten)	278
Abbildung 9.2: Prozentuale Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Kompetenzstufen der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen differenziert nach dem Geschlecht in ICILS 2018 und ICILS 2013 in Deutschland	280
Abbildung 9.3: Prozentuale Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die computer- und informationsbezogenen Kompetenzen differenziert nach dem Geschlecht in ICILS 2018 in Deutschland im Schulformvergleich.....	281
Abbildung 9.4: Differenzen in der Selbstwirksamkeit im Umgang mit digitalen Medien von Mädchen und Jungen hinsichtlich <i>basaler</i> Fähigkeiten in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Skalenmittelwerte, Angaben der Schülerinnen und Schüler)	285
Abbildung 9.5: Differenzen in der Selbstwirksamkeit im Umgang mit digitalen Medien von Mädchen und Jungen hinsichtlich <i>fortgeschrittener</i> Fähigkeiten in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Skalenmittelwerte, Angaben der Schülerinnen und Schüler)	287
Abbildung 10.1: Leistungsdifferenzen in den computer- und informationsbezogenen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern nach kulturellem Kapital in ICILS 2018 und ICILS 2013 in Deutschland im internationalen Vergleich (in Leistungspunkten und in Prozent)	312
Abbildung 10.2: Prozentuale Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Kompetenzstufen der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen nach kulturellem Kapital in ICILS 2018 und ICILS 2013 in Deutschland	314
Abbildung 10.3: Leistungsdifferenzen in den computer- und informationsbezogenen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern nach sozioökonomischem Status (HISEI-Wert) in ICILS 2018 und ICILS 2013 in Deutschland im internationalen Vergleich (in Leistungspunkten)	316
Abbildung 10.4: Differenzen in der freizeitbezogenen Nutzungshäufigkeit digitaler Medien für gezieltes Suchen bzw. Auffinden spezifischer Informationen durch Schülerinnen und Schüler nach kulturellem Kapital in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Skalenmittelwerte, Angaben der Schülerinnen und Schüler)	320
Abbildung 10.5: Differenzen in den Anteilen der Schülerinnen und Schüler mit optimalem Zugang zu digitalen Medien nach kulturellem Kapital in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben der Schülerinnen und Schüler in Prozent)	324
Abbildung 11.1: Leistungsdifferenzen in den computer- und informationsbezogenen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern nach Zuwanderungshintergrund in ICILS 2018 und ICILS 2013 in Deutschland im internationalen Vergleich (in Leistungspunkten und in Prozent)	346
Abbildung 11.2: Prozentuale Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Kompetenzstufen der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen nach Zuwanderungshintergrund in ICILS 2018 und in ICILS 2013 in Deutschland	347
Abbildung 11.3: Prozentuale Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Kompetenzstufen der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen nach Zuwanderungshintergrund in ICILS 2018 in Deutschland im Schulformvergleich	348

Abbildung 11.4: Leistungsdifferenzen in den computer- und informationsbezogenen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern nach der Familiensprache in ICILS 2018 und ICILS 2013 in Deutschland im internationalen Vergleich (in Leistungspunkten und in Prozent).....	350
Abbildung 11.5: Prozentuale Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Kompetenzstufen der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen nach Familiensprache in ICILS 2018 und ICILS 2013 in Deutschland	351
Abbildung 11.6 Prozentuale Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Kompetenzstufen der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen nach Familiensprache in ICILS 2018 in Deutschland im Schulformvergleich	352
Abbildung 12.1: Das Konstrukt der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ in ICILS 2018 (Teilbereiche und zugehörige Aspekte)	372
Abbildung 12.2: Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich.....	381
Abbildung 12.3: Leistungsniveau im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schülerinnen und Schülern nach Schulformen in ICILS 2018 in Deutschland.....	382
Abbildung 12.4: Testleistungen in den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ nach Schulformen in ICILS 2018 in Deutschland	383
Abbildung 12.5: Umfang erlernter Fähigkeiten im Bereich ‚Computational Thinking‘ durch Schülerinnen und Schüler in der Schule in ICILS 2018 in Deutschland und im internationalen Mittel (Angaben der Schülerinnen und Schüler in Prozent)	385
Abbildung 12.6: Leistungsdifferenzen in den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ zwischen Mädchen und Jungen in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich	388
Abbildung 12.7: Leistungsdifferenzen in den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schülerinnen und Schülern nach kulturellem Kapital in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich	389
Abbildung 12.8: Leistungsdifferenzen in den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ der Schülerinnen und Schüler nach Zuwanderungshintergrund in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich	391

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1:	An ICILS 2013 und ICILS 2018 beteiligte Länder und Benchmark-Teilnehmer.....	39
Tabelle 2.2:	Überblick über die Themen und Beschreibung der ICILS-2018-Testmodule der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen und der jeweiligen Autoreaufgaben	51
Tabelle 2.3:	Rotation der Testmodule der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen....	51
Tabelle 2.4:	Überblick über die Themen und Beschreibung der ICILS-2018-Testmodule der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘	52
Tabelle 2.5:	Schul- und Schülerteilnahmekquoten in ICILS 2018 in Deutschland	62
Tabelle 2.6:	Schul- und Lehrerteilnahmekquoten in ICILS 2018 in Deutschland	62
Tabelle 2.7:	Übersicht über die Rücklaufquoten im Feldtest zur Studie ICILS 2018	64
Tabelle 2.8:	Übersicht zum Verpflichtungsgrad der Achtklässlerinnen und Achtklässler in den einzelnen Bundesländern in Deutschland	65
Tabelle 3.1:	Verteilung der Testaufgaben auf die Teilbereiche und Aspekte computer- und informationsbezogener Kompetenzen	90
Tabelle 3.2:	Kompetenzstufen computer- und informationsbezogener Kompetenzen in ICILS 2018 und deren Skalenbereiche.....	91
Tabelle 3.3:	Verteilung der Testaufgaben auf die Teilbereiche und Aspekte der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘	105
Tabelle 5.1:	Mittlere Verhältnisse der Schülerinnen und Schüler zu allen durch die Schule zur Verfügung gestellten digitalen Medien in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Mittelwerte nach Angaben aus dem technischen Teil des Schulfragebogens, gewichtet auf die Schülerpopulation)	147
Tabelle 5.2:	Mittlere Verhältnisse der Schülerinnen und Schüler zu verschiedenen durch die Schule zur Verfügung gestellten digitalen Medien in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Mittelwerte nach Angaben aus dem technischen Teil des Schulfragebogens, gewichtet auf die Schülerpopulation)	148
Tabelle 5.3:	Standorte schuleigener Computer und mobiler Endgeräte in ICILS 2018 und ICILS 2013 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben aus dem technischen Teil des Schulfragebogens, gewichtet auf die Schülerpopulation in Prozent, Kategorie <i>Ja</i>)	151
Tabelle 5.4:	Verfügbarkeit eines Zuganges zu einem WLAN und eines schulischen Intranets in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben aus dem technischen Teil des Schulfragebogens, gewichtet auf die Schülerpopulation in Prozent)	153
Tabelle 5.5:	Verfügbarkeit eines Lernmanagement-Systems und internetbasierter Anwendungen für gemeinschaftliches Arbeiten in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben aus dem technischen Teil des Schulfragebogens, gewichtet auf die Schülerpopulation in Prozent).....	155
Tabelle 5.6:	Zuständigkeiten in der Schule für den technischen IT-Support in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben aus dem technischen Teil des Schulfragebogens, gewichtet auf die Schülerpopulation in Prozent, Kategorie <i>Ja</i>)	164
Tabelle 6.1:	Kooperation von Lehrpersonen in Bezug auf den Einsatz digitaler Medien im Unterricht in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben der Lehrpersonen in Prozent, zusammengefasste Kategorie <i>Zustimmung</i>)	195
Tabelle 7.1:	Einsatz ausgewählter Technologien im Unterricht in ICILS 2018 in Deutschland und im internationalen Mittel (Angaben der Lehrpersonen in Prozent)	218

Tabelle 7.2:	Häufigkeit der Verwendung digitaler Medien durch Lehrkräfte im Unterricht in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben der Lehrpersonen in Prozent, zusammengefasste Kategorie <i>Ich nutze häufig bis immer digitale Medien</i>).....	220
Tabelle 7.3:	Förderung IT-bezogener Fähigkeiten in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben der Lehrpersonen in Prozent, Kategorie <i>Mit Nachdruck</i>)	222
Tabelle 7.4:	Digitalisierungsbezogene Bestandteile der Lehrerausbildung in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben der Lehrpersonen in Prozent, Kategorie <i>Ja</i>)	224
Tabelle 7.5:	Selbsteingeschätzte digitalisierungsbezogene Kompetenzen der Lehrkräfte in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben der Lehrpersonen in Prozent, Kategorie <i>Das kann ich</i>)	227
Tabelle 7.6:	Wahrgenommene Potenziale des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht für Schülerinnen und Schüler aus Lehrersicht in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben der Lehrpersonen in Prozent, zusammengefasste Kategorie <i>Zustimmung</i>).....	229
Tabelle 7.7:	Schrittweises Regressionsmodell zur Erklärung der täglichen Nutzung digitaler Medien durch Lehrpersonen im Unterricht durch Lern- und Lehrbedingungen in Schulen sowie individuelle Merkmale der Lehrpersonen in ICILS 2018 in Deutschland	232
Tabelle 8.1:	Häufigkeit der Nutzung digitaler Medien durch Schülerinnen und Schüler in und außerhalb der Schule für schulbezogene und andere Zwecke in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben der Schülerinnen und Schüler in Prozent, zusammengefasste Kategorie <i>Mindestens einmal in der Woche</i>).....	250
Tabelle 8.2	Häufigkeit der Nutzung digitaler Medien in den Unterrichtsfächern in ICILS 2018 und ICILS 2013 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben der Schülerinnen und Schüler in Prozent, zusammengefasste Kategorie <i>Mindestens in einigen Unterrichtsstunden</i>)	253
Tabelle 8.3:	Häufigkeit der Nutzung digitaler Medien für schulbezogene Aktivitäten in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben der Schülerinnen und Schüler in Prozent, zusammengefasste Kategorie <i>Mindestens einmal in der Woche</i>)	259
Tabelle 8.4	Erklärung der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen durch die Häufigkeit der Nutzung digitaler Medien in und außerhalb der Schule für schulbezogene Zwecke sowie die Dauer der Erfahrung mit der Nutzung von Computern von Schülerinnen und Schülern in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angabe in Skalenpunkten)	263
Tabelle 9.1:	Häufigkeit der Nutzung digitaler Medien durch Mädchen und Jungen in und außerhalb der Schule für schulbezogene und andere Zwecke in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben der Schülerinnen und Schüler in Prozent, zusammengefasste Kategorie <i>Mindestens einmal in der Woche</i>)	282
Tabelle 9.2:	Prozentuale Anteile der Mädchen und Jungen mit niedriger und hoher Selbstwirksamkeit im Umgang mit digitalen Medien hinsichtlich <i>basaler</i> Fähigkeiten in ICILS 2018 in Deutschland.....	286
Tabelle 9.3:	Prozentuale Anteile der Mädchen und Jungen mit niedriger und hoher Selbstwirksamkeit im Umgang mit digitalen Medien hinsichtlich <i>fortgeschrittener</i> Fähigkeiten in ICILS 2018 in Deutschland.....	287

Tabelle 9.4:	Digitalisierungsbezogene Berufswahlneigung von Mädchen und Jungen in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben der Schülerinnen und Schüler, zusammengefasste Kategorie <i>Zustimmung</i>)	289
Tabelle 9.5:	Relevanz digitaler Medien für die Gesellschaft aus Sicht von Mädchen und Jungen in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben der Schülerinnen und Schüler, zusammengefasste Kategorie <i>Zustimmung</i>)	291
Tabelle 9.6:	Regressionsmodell zur Erklärung von Unterschieden in den computer- und informationsbezogenen Kompetenzen zwischen Mädchen und Jungen in ICILS 2018 in Deutschland (Angaben in Skalenpunkten)	294
Tabelle 10.1:	Häufigkeit der Nutzung digitaler Medien für schulbezogene und andere Zwecke in und außerhalb der Schule nach kulturellem Kapital in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben der Schülerinnen und Schüler, zusammengefasste Kategorie <i>Mindestens einmal in der Woche</i>)	318
Tabelle 10.2:	Digitalisierungsbezogene Berufswahlneigungen von Schülerinnen und Schülern nach kulturellem Kapital in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben der Schülerinnen und Schüler in Prozent, zusammengefasste Kategorie <i>Zustimmung</i>)	322
Tabelle 10.3:	Regressionsmodell zur Erklärung von Unterschieden in den computer- und informationsbezogenen Kompetenzen zwischen Schülerinnen und Schülern durch Merkmale der sozialen Herkunft in ICILS 2018 in Deutschland (Angabe in Skalenpunkten)	325
Tabelle 11.1:	Prozentuale Anteile und mittlere Leistungen in den computer- und informationsbezogenen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern nach Zuwanderungshintergrund in ICILS 2018 und ICILS 2013 in Deutschland im internationalen Vergleich	344
Tabelle 11.2:	Häufigkeit der Nutzung digitaler Medien für schulbezogene und andere Zwecke in und außerhalb der Schule nach Zuwanderungshintergrund in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben der Schülerinnen und Schüler, zusammengefasste Kategorie <i>Mindestens einmal in der Woche</i>)	353
Tabelle 11.3:	Digitalisierungsbezogene Berufswahlneigungen von Schülerinnen und Schülern nach Zuwanderungshintergrund in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben der Schülerinnen und Schüler, zusammengefasste Kategorie <i>Zustimmung</i>)	356
Tabelle 11.4:	Regressionsmodelle zur Erklärung von Unterschieden in den computer- und informationsbezogenen Kompetenzen zwischen Schülerinnen und Schülern durch Merkmale des Migrationshintergrundes in ICILS 2018 in Deutschland (Angabe in Skalenpunkten)	358
Tabelle 12.1:	Förderung von Fähigkeiten im Bereich ‚Computational Thinking‘ durch Lehrpersonen in der Schule in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben der Lehrpersonen in Prozent, zusammengefasste Kategorie <i>Mindestens mit etwas Nachdruck</i>)	387
Tabelle 12.2:	Korrelationen zwischen Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ und computer- und informationsbezogenen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich	392
Anhang 1:	Besonderheiten bezüglich der nationalen Zielpopulationen der Schülerinnen und Schüler in ICILS 2018	399
Anhang 2:	Schul- und Schülerteilnahmequoten in den an ICILS 2018 teilnehmenden Bildungssystemen	400
Anhang 3:	Schul- und Lehrerteilnahmequoten in den an ICILS 2018 teilnehmenden Bildungssystemen	401