

Kapitel VIII

Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler*innen in Deutschland im zweiten internationalen Vergleich

Birgit Eickelmann, Jan Vahrenhold, Kerstin Drossel, Johannes Niggemeier und Jan Niemann

1. Einleitung

Der Kompetenzbereich ‚Computational Thinking‘ zählt zu den grundlegenden Kompetenzen des 21. Jahrhunderts und gewinnt auch im schulischen Kontext zunehmend an Bedeutung (Fraillon & Rožman, 2024). Die Notwendigkeit der curricularen Verankerung des Kompetenzbereiches ‚Computational Thinking‘ in Lehrplänen wird entsprechend auch von der Europäischen Kommission (2020) im *Digital Education Action Plan* betont und bereits von zahlreichen europäischen Bildungssystemen, wie bspw. in Österreich, Dänemark, Frankreich, Italien und vielen weiteren Ländern, umfassend umgesetzt (Bocconi et al., 2022; Eickelmann, 2019). In Deutschland obliegt die Ausgestaltung der Lehrpläne den einzelnen Bundesländern, sodass sich die curriculare Verankerung des Kompetenzbereiches ‚Computational Thinking‘ in den Bundesländern unterscheidet (Labusch & Eickelmann, 2021). Bundesländerübergreifende Ansatzpunkte lassen sich dabei über Bezüge zum Bereich ‚Algorithmen erkennen und formulieren‘ der in der KMK-Strategie ‚Bildung in der digitalen Welt‘ (KMK, 2016) beschriebenen Kompetenzen aufzeigen. Entsprechende Kompetenzen werden auf diesen Grundlagen in Deutschland jedoch mit unterschiedlichen Ansätzen und in unterschiedlicher Tiefe sowohl als Teil des Informatikunterrichtes als auch fächerübergreifend gefördert (Labusch & Eickelmann, 2023), wobei die Herangehensweisen und die Bezeichnungen entsprechender Kompetenzen sehr unterschiedlich sind.

Anknüpfend an eine eigene theoretische Konzeptionierung des Kompetenzbereiches ‚Computational Thinking‘ werden mit der Studie ICILS 2023 (*International Computer and Information Literacy Study 2023*) nach ICILS 2018 zum zweiten Mal die Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Achtklässler*innen mit einem internationalen Zusatzmodul sowie die Rahmenbedingungen des Kompetenzerwerbs im internationalen Vergleich erhoben. Deutschland nimmt neben 23 der 35 ICILS-2023-Teilnehmerländer an diesem internationalen Zusatzmodul teil. Damit sind in diesem ICILS-Zyklus deutlich mehr Teilnehmerländer am internationalen Zusatzmodul zu ‚Computational Thinking‘ beteiligt als noch in ICILS 2018 mit nur neun Teilnehmerländern. Dabei werden die Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler*innen der 8. Jahrgangsstufe mithilfe eines computerbasierten Instrumentariums in einer softwarebasierten Testumgebung mit eigens entwickelten Testmodulen in den ICILS-2023-Teilnehmerländern erfasst, die an dem Zusatzmodul teilnehmen. In theoretischer Hinsicht werden die Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ im Rahmenmodell der Studie ICILS 2023 im Bereich der Leistungsergebnisse verortet und bilden damit eine Zielperspektive schulischen Lernens, die mit schulischen und individuellen Voraussetzungen sowie schulischen Prozessen als Rahmenbedingungen des Kompetenzerwerbs im Zusammenhang stehen (siehe Kapitel I in diesem Band).

In dem vorliegenden Kapitel werden nach einer Einordnung zum Verständnis und zur Erfassung der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ die ICILS-2023-Ergebnisse zum Status quo der diesbezüglichen Kompetenzen der Schüler*innen auch differenziert nach Schulform dargelegt. Zudem werden die Rahmenbedingungen des Kompetenzerwerbs präsentiert, wobei die Förderung des Kompetenzerwerbs im Bereich ‚Computational Thinking‘ aus der Perspektive der Schüler*innen fokussiert wird. Anschließend werden die Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ nach ausgewählten Hintergrundmerkmalen der Schüler*innen dargestellt. Abschließend wird der Zusammenhang zwischen Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ und computer- und informationsbezogenen Kompetenzen von Schüler*innen aufgezeigt. Sofern möglich, werden zudem Unterschiede zu den Ergebnissen des vorherigen ICILS-2018-Zyklus betrachtet und für Deutschland im internationalen Vergleich dargestellt. Diese werden zur Verortung der neuen Ergebnisse im Folgenden zunächst kurz dargestellt.

*Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler*innen*

Die Ergebnisse der Studie ICILS 2018 zeigten für Deutschland in Bezug auf Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ im internationalen Vergleich Entwicklungsbedarfe auf: So lagen die Kompetenzen der Achtklässler*innen in Deutschland mit 486 Punkten unter dem internationalen Mittelwert (500 Punkte) (Eickelmann et al., 2019). Schüler*innen in anderen Staaten, insbesondere in der Republik Korea (536 Punkte) und in Dänemark (527 Punkte) erzielten statistisch signifikant und damit deutlich höhere mittlere Kompetenzniveaus.

Für Deutschland ließen sich in ICILS 2018 zudem deutliche Unterschiede zwischen Schüler*innen verschiedener Schulformen identifizieren. Die Schüler*innen an Gymnasien in Deutschland erreichten durchschnittlich 549 Punkte und damit signifikant höhere mittlere Kompetenzen als die Schüler*innen an anderen Schulformen der Sekundarstufe I (450 Punkte). Hinsichtlich der Kompetenzverteilung nach Schulform in ICILS 2018 in Deutschland zeigte sich neben den vorbeschriebenen erheblichen schulformspezifischen Unterschieden in den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ jedoch ein großer Überschneidungsbereich zwischen den beiden in der Studie unterschiedenen Schulformen (Eickelmann et al., 2019).

Mit ICILS 2023 können erstmalig Kompetenzstufen für den Bereich ‚Computational Thinking‘ auf empirischer Basis formuliert werden, welche in Unterabschnitt 3.3 des vorliegenden Kapitels näher beschrieben werden. Da die empirische Generierung von Kompetenzstufen und eines Kompetenzstufenmodells in ICILS 2018 aufgrund der vergleichsweise geringen Anzahl von teilnehmenden Staaten an dem Zusatzmodul ‚Computational Thinking‘ noch nicht möglich war (Eickelmann et al., 2019), können an dieser Stelle hierzu keine Ergebnisse aus dem Vorgängerzyklus zu ICILS 2023 referiert werden.

*Förderung des Kompetenzerwerbs im Bereich ‚Computational Thinking‘ aus der Perspektive der Schüler*innen*

Die Ergebnisse von ICILS 2018 zeigten, dass die Anteile der Achtklässler*innen in Deutschland, die mindestens im mittleren Umfang verschiedene Fähigkeiten im Bereich ‚Computational Thinking‘ im Unterricht erlernt haben, größtenteils statistisch signifikant unter dem auf den internationalen Mittelwert bezogenen Anteil lagen. So gab bspw. weniger als die Hälfte der Schüler*innen in Deutschland an, mindestens im mittleren Umfang im Unterricht erlernt zu haben, *Aufgaben durch systematische Anordnung der notwendigen Bearbeitungsschritte zu planen* (45.7%) bzw. *reale Daten zu nutzen, um Problemlösungen kritisch zu betrachten und ggfs. zu überarbeiten* (45.0%). Lediglich der Anteil der Schüler*innen, die mindestens im mittleren Umfang im Unterricht erlernt

haben, *Diagramme zu verstehen, die lebensnahe Problemstellungen beschreiben oder darstellen*, lag in Deutschland mit 63.2 Prozent über dem auf den internationalen Mittelwert bezogenen Anteil (Eickelmann et al., 2019). Da Aspekte hinsichtlich des Umfangs erlernter Fähigkeiten im Bereich ‚Computational Thinking‘ durch Schüler*innen in ICILS 2023 inhaltlich weiterentwickelt wurden, können diesbezüglich keine direkten Vergleiche zu ICILS 2018 aufgeführt werden. Jedoch werden im vorliegenden Kapitel auf der Grundlage der ICILS-2023-Daten erneut Aspekte zur Förderung des Kompetenzerwerbs im Bereich ‚Computational Thinking‘ aufgegriffen.

*Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ unter Berücksichtigung von Hintergrundmerkmalen der Schüler*innen*

Im Rahmen von ICILS 2018 in Deutschland wurden die Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ nach den individuellen Hintergrundmerkmalen Geschlecht, soziale Herkunft und Zuwanderungshintergrund der Schüler*innen betrachtet. Während sich in ICILS 2018 in Deutschland keine statistisch signifikanten Kompetenzunterschiede im Bereich ‚Computational Thinking‘ zwischen Mädchen und Jungen gezeigt haben, wurden jedoch deutliche und signifikante herkunftsbedingte Unterschiede festgestellt: Die Kompetenzunterschiede zwischen Schüler*innen mit und ohne Zuwanderungshintergrund in Höhe von 53 Punkten zugunsten der Schüler*innen ohne Zuwanderungshintergrund waren in ICILS 2018 in Deutschland signifikant, lagen jedoch statistisch im Bereich des Anteils bezogen auf den internationalen Mittelwert (Eickelmann et al., 2019). Auch die Unterschiede (63 Punkte) in den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ zwischen Schüler*innen, die überwiegend Deutsch in der Familie gesprochen haben, und den Schüler*innen mit einer anderen überwiegend in der Familie gesprochenen Sprache war zugunsten der Schüler*innen mit der Familiensprache Deutsch in ICILS 2018 in Deutschland signifikant. Dieser Wert lag statistisch im Bereich des internationalen Mittelwerts (Fraillon et al., 2020). Schüler*innen aus Familien mit hohem kulturellen Kapital (523 Punkte) erreichten signifikant höhere mittlere Kompetenzstände im Bereich ‚Computational Thinking‘ als Schüler*innen aus Familien mit niedrigem kulturellen Kapital (459 Punkte). Diese Differenz war dabei allerdings statistisch signifikant größer als im internationalen Mittel (Eickelmann et al., 2019). Die aufgezeigten Hintergrundmerkmale werden in ICILS 2023 aufgrund ihrer Relevanz erneut im Zusammenhang mit dem Kompetenzbereich ‚Computational Thinking‘ in den Blick genommen und im internationalen Vergleich reflektiert.

Weitere, an dieser Stelle nicht ausführlich referierte internationale Ergebnisse, z.B. zu den durchaus unterschiedlich ausgeprägten Kompetenzunterschieden von Mädchen und Jungen im internationalen Vergleich, seien dem entsprechenden Kapitel im Berichtsband zur Studie ICILS 2018 zu entnehmen (Eickelmann et al., 2019).

*Zusammenhang zwischen Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ und computer- und informationsbezogenen Kompetenzen von Schüler*innen*

Wie schon in ICILS 2018 wurden – so wie nun auch im Rahmen von ICILS 2023 realisiert – die jeweiligen Kompetenztests sowohl zu dem Bereich der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen als auch im Bereich ‚Computational Thinking‘ in allen teilnehmenden Staaten bzw. Bildungssystemen in derselben Schüler*innenkohorte (am selben Tag) durchgeführt. In vertiefenden Analysen zu ICILS 2018 konnte ein hoher Zusammenhang zwischen den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ und den computer- und informationsbezogenen Kompetenzen der Achtklässler*innen in Deutschland festgestellt werden ($r = .81$). Ähnlich hohe Zusammenhänge zeigten sich auch in den weiteren Teilnehmerländern, die an dem Zusatzmodul ‚Computational Thinking‘ teilgenommen haben (Eickelmann et al., 2019).

An die vorgenannten Ergebnisse aus ICILS 2018 anknüpfend werden im Folgenden die aktuellen ICILS-2023-Befunde zum Kompetenzbereich ‚Computational Thinking‘ präsentiert (für eine Übersicht siehe Abschnitt 2). Dabei wird in einem eigenen Abschnitt (Abschnitt 3) das der Studie ICILS und damit der Testentwicklung und der Messung der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ zugrundeliegende theoretische Konstrukt erläutert.

2. Überblick über die Inhalte des Kapitels

In dem vorliegenden Kapitel werden in dem überwiegend theoretisch angelegten Abschnitt 3 zunächst das theoretische Konstrukt der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ (Unterabschnitt 3.1) sowie die Erfassung der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ (Unterabschnitt 3.2) erläutert. Daran anknüpfend wird das in ICILS 2023 erstmals auf breiter und internationaler empirischer Basis entwickelte Kompetenzstufenmodell der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ der Studie ICILS dargelegt (Unterabschnitt 3.3).

In Abschnitt 4 werden schließlich die neuen Ergebnisse der Studie ICILS 2023 zu Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler*innen der 8. Jahrgangsstufe in Deutschland im zweiten internationalen Vergleich und im Vergleich zu ICILS 2018 in Deutschland auf Basis des Kompetenztests der Schüler*innen sowie den Rahmenbedingungen des Kompetenzerwerbs berichtet. Grundlage bilden hierfür sowohl die in ICILS 2023 eingesetzten Kompetenztests als auch die Daten des Fragebogens für die Schüler*innen. Die sich aus diesen Analysen ergebenden Ergebnisse bilden entlang von vier Unterabschnitten den Kern des hier vorgelegten Kapitels.

In einem ersten Unterabschnitt werden die zentralen Ergebnisse zu den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Achtklässler*innen wie folgt unterteilt (Unterabschnitt 4.1):

- Kompetenzstände und Leistungsstreuung der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler*innen in ICILS 2023 im internationalen Vergleich und in ICILS 2018 in Deutschland;
- Verteilung der Schüler*innen auf die Kompetenzstufen im Bereich ‚Computational Thinking‘ in ICILS 2023 im internationalen Vergleich und
- Schulformvergleiche zu Kompetenzständen und Kompetenzverteilungen der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler*innen in ICILS 2023 und ICILS 2018 in Deutschland.

Vertiefend werden in einem zweiten Unterabschnitt die Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler*innen unter Berücksichtigung von vier Hintergrundmerkmalen der Schüler*innen betrachtet (Unterabschnitt 4.2). Dies erfolgt, in Anlehnung an die Analysen zum Bereich der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen (siehe dazu Kapitel III in diesem Band), in folgender Reihenfolge:

- Ergebnisse zu Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler*innen nach Geschlecht in ICILS 2023 im internationalen Vergleich und in ICILS 2018 in Deutschland;
- Ergebnisse zu Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler*innen nach Zuwanderungshintergrund in ICILS 2023 im internationalen Vergleich und in ICILS 2018 in Deutschland;
- Ergebnisse zu Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler*innen nach der überwiegend in der Familie gesprochenen Sprache in ICILS 2023 im internationalen Vergleich und in ICILS 2018 in Deutschland und

- Ergebnisse zu Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler*innen nach kulturellem Kapital als Indikator für die soziale Herkunft in ICILS 2023 im internationalen Vergleich und in ICILS 2018 in Deutschland.

Jenseits der Kompetenzbetrachtungen werden in einem eigenen, dritten Unterabschnitt die Ergebnisse, die den Umfang erlernter Fähigkeiten im Bereich ‚Computational Thinking‘ durch Schüler*innen umfassen, in ICILS 2023 in Deutschland und im internationalen Mittel aus der Perspektive der Schüler*innen dargestellt (Unterabschnitt 4.3).

Die in Abschnitt 4 dargestellten Analysen und Ergebnisse schließen mit Zusammenhangsanalysen zwischen Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ und computer- und informationsbezogenen Kompetenzen von Schüler*innen in ICILS 2023 in Deutschland im internationalen Vergleich ab und werden zudem mit den diesbezüglichen Ergebnissen für Deutschland aus ICILS 2018 in Deutschland verglichen (Unterabschnitt 4.4).

Das vorliegende Kapitel schließt mit Abschnitt 5, in dem die zentralen Ergebnisse des hier vorgelegten Kapitels zusammengeführt und im Hinblick auf mögliche Weiterentwicklungen im schulischen Bildungsbereich in Deutschland diskutiert werden.

3. Zum Verständnis und zur Erfassung der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ im Rahmen von ICILS 2023

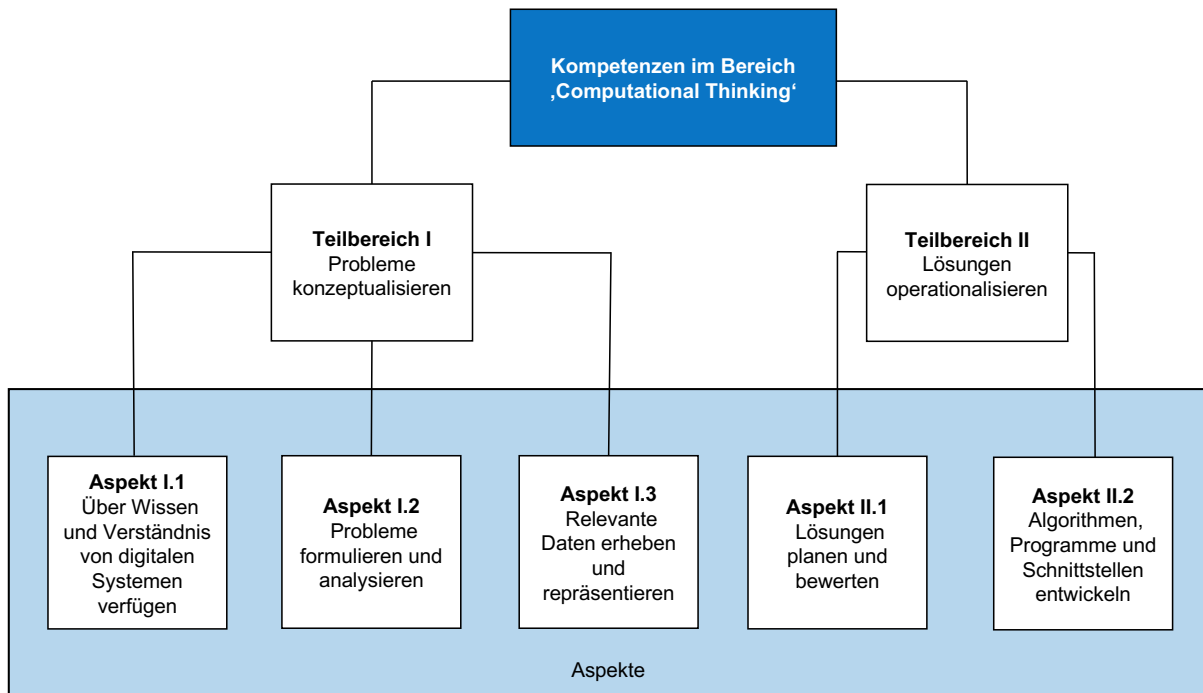
Als Grundlage für die Kompetenzbetrachtungen und die weiteren Analysen in Abschnitt 4 werden in diesem Abschnitt zunächst das theoretische Konstrukt (Unterabschnitt 3.1), das der ICILS-Studie zugrunde liegt, sowie Informationen zur Erfassung der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ dargelegt, die sich auf die Themen der ICILS-2023-Testmodule und die Beispielaufgaben beziehen (Unterabschnitt 3.2). Anschließend wird das für ICILS 2023 datenbasiert neu entwickelte Kompetenzstufenmodell der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ (Unterabschnitt 3.3) erläutert.

3.1 Das theoretische Konstrukt der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ im Rahmen von ICILS 2023

Das theoretische Konstrukt der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ dient einerseits als Grundlage für die Entwicklung der Testinstrumente im Rahmen von ICILS 2023 und andererseits, darauf aufbauend, als Grundlage für die Durchführung der Testung der Schüler*innen.

Das Konstrukt der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ wird, wie schon in ICILS 2018, in die zwei übergeordneten Teilbereiche (*strands*) *Probleme konzeptualisieren* (Teilbereich I) und *Lösungen operationalisieren* (Teilbereich II) strukturiert. Die Teilbereiche werden wiederum in jeweils zugehörige Aspekte (*aspects*) gegliedert, welche die spezifischen Inhalte innerhalb eines Teilbereiches konkretisieren und Abbildung 8.1 entnommen werden können. In Bezug auf die theoretische Kompetenzkonstruktion sei an dieser Stelle zudem auf den nationalen Berichtsband der Studie ICILS 2018 verwiesen (Senkbeil et al., 2019).

Abbildung 8.1: Das Konstrukt der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ in ICILS 2023 (Teilbereiche und zugehörige Aspekte)



IEA: International Computer and Information Literacy Study 2023

© ICILS 2023

3.2 Zur Erfassung der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler*innen

Im Folgenden werden Informationen zur Erfassung der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler*innen im Rahmen von ICILS 2023 dargelegt. Neben den Themen und der Beschreibung der ICILS-2023-Testmodule werden Informationen zur sogenannten Rotation der Testmodule erläutert, die statistisch belastbare Daten liefert, ohne dass ein*e Schüler*in mehr als zwei Testmodule bearbeiten muss.

Themen und Beschreibung der ICILS-2023-Testmodule im Bereich ‚Computational Thinking‘

Die Themen und Beschreibungen der vier ICILS-2023-Testmodule der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ werden in Tabelle 8.1 aufgeführt. Es handelt sich dabei um zwei Module (‚Fitnesstracker‘ und ‚Tic-Tac-Toe mit Sonne und Mond‘), die neu für ICILS 2023 entwickelt wurden, und zwei Module (‚landwirtschaftliche Flugdrohne‘ und ‚selbstfahrender Bus‘), die bereits in ICILS 2018 eingesetzt wurden (siehe dazu Kapitel I in diesem Band). Wie in jedem Studienzyklus werden auch in ICILS 2023 ausgewählte Testmodule veröffentlicht, die in der Folge in zukünftigen Studienzyklen nicht mehr genutzt werden. Für ICILS 2023 sind dies die Module ‚landwirtschaftliche Flugdrohne‘ und ‚selbstfahrender Bus‘, die auch die Grundlage für alle veröffentlichten Abbildungen und Darstellungen im Rahmen dieser Studie bilden.

Tabelle 8.1: Überblick über die Themen und Kurzbeschreibung der ICILS-2023-Testmodule der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘

Themen der Testmodule	
<i>Landwirtschaftliche Flugdrohne</i>	Schüler*innen steuern eine ‚landwirtschaftliche Flugdrohne‘ mittels einer einfachen visuellen Kodierungsumgebung. Dabei sind Kodierblöcke zu erstellen und zu testen, die z.B. das Ausbringen von Saatgut sowie die Bewässerung steuern.
<i>Selbstfahrender Bus</i>	Schüler*innen steuern einen ‚selbstfahrenden Bus‘ und verwenden einen Bremswegsimulator mit dem Ziel, den kürzesten möglichen Bremsweg unter bestimmten Bedingungen zu finden. Die Schüler*innen müssen ein Flussdiagramm entsprechend den Anweisungen konfigurieren, um eine Reihe von Bedingungen für die Simulation anzuwenden. Dann müssen sie den Bremsweg bzw. Fahrtweg konfigurieren und die Simulation durchführen.
<i>Fitnesstracker</i>	Schüler*innen entwickeln einen ‚Fitnesstracker‘ für das Smartphone, der die Sensoren des Gerätes nutzt, um die tägliche körperliche Aktivität der Nutzer*innen aufzuzeichnen und zu berichten. Die Schüler*innen müssen Bewegungsdaten konfigurieren, damit die Anwendung feststellen kann, ob die individuellen täglichen Bewegungsziele der Nutzenden erreicht werden konnten.
<i>Tic-Tac-Toe mit Sonne und Mond</i>	Schüler*innen helfen im Modul ‚Tic-Tac-Toe mit Sonne und Mond‘ bei der Erstellung eines Computerprogramms, das eine Version des Spiels Tic-Tac-Toe namens ‚Sonne und Mond‘ zu spielen ermöglicht. Dabei sind Kodierblöcke zu erstellen und zu testen, die z.B. den Ablauf des Spiels sowie den korrekten Einsatz der Symbole (Sonne und Monde) steuern.

IEA: International Computer and Information Literacy Study 2023

© ICILS 2023

Screenshots zu Beispielaufgaben der verschiedenen Kompetenzstufen (Unterabschnitt 3.3) sind dem Anhang dieses Berichtbandes (Anhang 11) zu entnehmen.

Rotation der Testmodule der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ in ICILS 2023

Für ein vollständig ausbalanciertes Rotationsdesign bearbeitete jede*r Schüler*in in ICILS zwei der insgesamt vier implementierten Testmodule dieser Studie zu den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘. Dies bedeutet, dass jedes Modul gleich häufig an der ersten und zweiten Stelle der Testung eingesetzt und gleich oft mit jedem anderen Modul kombiniert wurde. Dadurch ergeben sich insgesamt 12 Modulkombinationen (siehe Anhang 10 in diesem Band). Dieses Verfahren stellt sicher, dass das Konstrukt der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ umfänglich und im statistisch erforderlichen Maße erfasst wird, auch wenn nicht alle Schüler*innen jedes zur Verfügung stehende Testmodul bearbeiten. In ICILS 2018 gab es hingegen keine Rotation von Testmodulen im Kompetenzbereich im Bereich ‚Computational Thinking‘, da alle Schüler*innen beide seinerzeit vorhandenen und in der Studie eingesetzten Testmodule bearbeitet haben (siehe Kapitel I in diesem Band).

3.3 Das Kompetenzstufenmodell der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ im Rahmen von ICILS 2023

Basierend auf den beschriebenen Teilbereichen und Aspekten des Konstruktes der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ wird im Folgenden neben Informationen zur Vermittlung der Einzelaufgaben und Skalenbildung das in ICILS 2023 neu empirisch ermittelte Kompetenzstufenmodell für Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ vorgestellt.

Der eingesetzte Test zur Erfassung der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ umfasst in ICILS 2023 insgesamt 30 Aufgaben. Die Gesamtpunktzahl über alle Aufgaben beträgt 65 Punkte (*score points*). Die Verteilung der Punkte auf die zwei Teilbereiche der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ sowie die zugehörigen Aspekte zeigt sich wie folgt: Es entfallen 31 Prozent der Punkte auf den Teilbereich I *Probleme konzeptualisieren* sowie 69 Prozent der Punkte auf den Teilbereich II *Lösungen operationalisieren* (siehe für mehr Informationen auch Tabelle 8.1 im Anhang in diesem Band). Wie bereits in ICILS 2018 entfallen somit etwa zwei Drittel der Punkte auf den Teilbereich II *Lösungen operationalisieren*.

Zur inhaltlichen Interpretation der Testwerte der Achtklässler*innen und der Kompetenzentwicklung über die zwei Messzeitpunkte werden die Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ auf einer gemeinsamen Skala abgebildet (Fraillon, 2024).

Die Leistungsskala der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ wird erstmalig in ICILS 2023 anhand von vier gerundeten Schwellenwerten (*level boundaries*) (330, 440, 550 und 660 Punkte) in fünf Bereiche zur Abbildung des Leistungsspektrums der Achtklässler*innen unterteilt. Die Kompetenzstufen in ICILS 2023 wurden formal so definiert, dass ein*e Schüler*in mit einem bestimmten Fähigkeitswert mit 62-prozentiger Wahrscheinlichkeit eine Aufgabe mit diesem oder einem niedrigeren Aufgabenschwierigkeitswert lösen kann (Fraillon, 2024). Die Schüler*innen, die sich auf der untersten Kompetenzstufe I (wird im internationalen Report als *below level I* bezeichnet) verorten lassen, verfügen nur über sehr geringe Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘, während die Schüler*innen auf der obersten Kompetenzstufe V die höchsten Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ aufweisen.

Kurzbeschreibung der Kompetenzstufen

Nachfolgend werden die Kompetenzstufen der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ in ICILS 2023 beschrieben, die sich in ausführlicherer Form auch im internationalen Berichtsband der Studie ICILS 2023 (Fraillon, 2024) finden lassen.

Kompetenzstufe I: Rudimentäre Fertigkeiten und sehr einfache Anwendungskompetenzen (bis 330 Punkte)

Schüler*innen, die sich auf Kompetenzstufe I verorten lassen und damit unter 330 Punkte erreichen, verfügen über rudimentäre Fertigkeiten in Bezug auf die Konzeptualisierung von Problemen und die Operationalisierung von Lösungen bezogen auf Aspekte des Kompetenzbereiches ‚Computational Thinking‘. Dies zeigt sich daran, dass keine oder nur wenige der Fertigkeiten der Kompetenzstufen II–V erreicht werden.

Kompetenzstufe II: Basale Wissensbestände und Fertigkeiten hinsichtlich Algorithmenerstellung und Erkennung algorithmischer Muster (oberhalb von 330 bis 440 Punkte)

Schüler*innen, die sich auf Kompetenzstufe II verorten lassen, sind in der Lage, die grundlegende Logik, die hinter bestimmten Aspekten des Kompetenzbereiches ‚Computational Thinking‘ steht (wie Sequenzierung, Schleifen und bedingte Logik) zu erkennen, sofern es sich um Lösungen zu Problemstellungen mit eingeschränkten, expliziten gegebenen Parametern handelt. Diese Schüler*innen sind in der Lage, algorithmische Muster zu erkennen und können einfache Algorithmen erstellen, um eine kleine Anzahl expliziter Zielvorgaben zu erreichen.

Schüler*innen sind in der Lage, Programmieranweisungen aus einem eingeschränkten Befehlssatz logisch aneinanderzureihen, Schleifen für sich wiederholende Aktionen zu verstehen, anzuwenden und sicherzustellen, dass Bedingungen, die den Programmablauf steuern, erfüllt sind. Diese Schüler*innen benötigen ggfs. eine klare visuelle Kor-

respondenz zwischen dem ausgeführten Code und den Ergebnissen, um die Genauigkeit und Effizienz ihrer erstellten Programme beurteilen zu können.

Kompetenzstufe III: Grundlegende Fertigkeiten zur Konzeptualisierung von Problemen und Operationalisierung von Lösungen (oberhalb von 440 bis 550 Punkte)

Schüler*innen, die die Kompetenzstufe III erreichen, zeigen die Fähigkeit, verschiedene Arten strukturierter Probleme aus dem Bereich ‚Computational Thinking‘ zu adressieren. Sie können eine Auswahl von Operationen und Konzepten, einschließlich Sequenzierung, bedingter Logik und Schleifen, auch in Kombinationen erkennen und anwenden, um Probleme zu formulieren und zu lösen. Sie zeigen algorithmisches Denken, indem sie die notwendigen Bedingungen erkennen und die Daten identifizieren, die für die Durchführung von Operationen im Handlungsfeld ‚Computational Thinking‘ erforderlich sind.

Bei der Planung und Erstellung von algorithmischen Lösungen können Schüler*innen dieser Kompetenzstufe unter Nutzung blockbasierter Programmiersprachen den Kontrollfluss eines Programms festlegen und dabei auch Schleifenkonstrukte nutzen. Ihre erstellten Programme umfassen mehrere Schritte mit mehreren Operationen und erfüllen verschiedene Zielvorgaben mit mäßiger Präzision und Effizienz. Sie können die Korrespondenz zwischen ausgeführtem Code und visueller Darstellung der Ergebnisse nutzen, um ihren Code zu verfeinern und die Präzision ihrer Lösungen zu verbessern.

Kompetenzstufe IV: Umfangreichere Fertigkeiten zur Problemlösung im Bereich ‚Computational Thinking‘ sowie anwendungsbezogenes Verständnis (oberhalb von 550 bis 660 Punkte)

Schüler*innen, die der Kompetenzstufe IV zugeordnet werden können, sind in der Lage, Problemstellungen, die übergeordnete Konzepte aus dem Bereich ‚Computational Thinking‘ wie Simulation, bedingte Logik und Interpretation von Daten beinhalten, zu bearbeiten.

Diese Schüler*innen verwenden algorithmische Muster, Schleifen und Fallunterscheidungen, um das Verhalten eines Systems unter verschiedenen Bedingungen, die bspw. im Zuge von Simulationen oder Datenmodellierung entstehen, zu spezifizieren. Sie können Problemszenarien interpretieren und die Anwendung grundlegender Elemente der Problemlösung erklären. Sie verstehen bspw. die Vorteile der Verwendung von Simulationen zur Generierung von Daten, die realweltliche Systeme nachbilden, und können animierte Simulationen von Bewegungen mit Visualisierungen dieser Daten abgleichen.

Schüler*innen auf dieser Kompetenzstufe bemühen sich aus eigenem Antrieb um die Entwicklung von Lösungen mit einer effizienten Repräsentation. Sie verwenden Schleifen für sich wiederholende Aktionen und bedingte Anweisungen, um die richtige Reihenfolge der Operationen zu gewährleisten. Ihre Lösungen in einer blockbasierten Programmiersprache erfüllen in der Regel die Zielvorgaben mit einem mäßigen Grad an Effizienz und minimieren gleichzeitig die Fehler bei Problemen, die mehrere Zielvorgaben beinhalten.

Sie können mäßig komplexe Probleme lösen, die verschachtelte Operationen erfordern, z.B. geschachtelte Schleifen und bedingte Anweisungen innerhalb von Schleifen. Sie zeigen, dass sie in der Lage sind, eine Reihe von zusammenhängenden Operationen zu planen, bei denen sich Abhängigkeiten und Beziehungen zwischen verschiedenen Schritten gegenseitig beeinflussen können, auch wenn diese möglicherweise nicht explizit in einer entsprechenden visuellen Darstellung der Ergebnisse abgebildet werden.

Kompetenzstufe V: Fortgeschrittene Fertigkeiten zur Problemlösung im Bereich ‚Computational Thinking‘ sowie hohes Verständnis zur Operationalisierung von Lösungen (oberhalb von 660 Punkten)

Schüler*innen, die sich auf der Kompetenzstufe V befinden, sind in der Lage, Problemstellungen, die eine große Bandbreite von Aspekten und Operationen aus dem Kompetenzbereich ‚Computational Thinking‘ abdecken, zu identifizieren und zielgerichtet zu bearbeiten. Sie können komplexe Probleme in kleinere, handhabbare Teilprobleme zerlegen. Zur Lösung dieser setzen sie passende Algorithmen ein, kombinieren deren Ergebnisse zu einer Gesamtlösung und zeigen so ein Verständnis für die Zusammenhänge zwischen komplexen Problemen und ihren Teilproblemen. Ihr Verständnis für Informationssysteme und ihre Struktur befähigt sie, Probleme passend zu formulieren und darzustellen sowie Daten zu analysieren und zielgerichtet zu repräsentieren, damit diese in Algorithmen genutzt werden können. Schüler*innen dieser Kompetenzstufe sind in der Lage, Algorithmen in blockbasierten Programmiersprachen zu testen und iterativ zu verfeinern, sodass sie Lösungen mit einem mittleren bis hohen Maß an Präzision und Effizienz erreichen. Es gelingt ihnen, auch dann Lösungen für Probleme mit mehreren Zielvorgaben zu finden, wenn es keine oder nur eine geringe direkte und explizite Korrespondenz zwischen der visuellen Darstellung der Ergebnisse und dem logischen Ablauf des Programms gibt oder auch die Ausführung von verschachtelten Operationen innerhalb des Programms zu berücksichtigen ist.

4. Ergebnisse der Studie ICILS 2023 zu den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler*innen und Rahmenbedingungen des Kompetenzerwerbs im internationalen Vergleich

Die zentralen Ergebnisse der Studie ICILS 2023 zu den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Achtklässler*innen in Deutschland im internationalen Vergleich werden im nachfolgenden Abschnitt präsentiert. Zudem werden diesbezüglich vertiefende Schulformvergleiche und Analysen nach unterschiedlichen Hintergrundmerkmalen dargelegt und darüber hinaus Ergebnisse in Bezug auf die Rahmenbedingungen des Kompetenzerwerbs im Bereich ‚Computational Thinking‘ berichtet sowie abschließend Analyseergebnisse zum Zusammenhang zwischen computer- und informationsbezogenen Kompetenzen (vgl. dazu Kapitel II in diesem Band) und Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ berichtet. Dabei werden, wo sinnvoll und möglich, die ICILS-2023-Ergebnisse für Deutschland mit den Befunden aus ICILS 2018 verglichen. Dies ermöglicht eine Betrachtung von Unterschieden von Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ der Schüler*innen in Deutschland sowie im internationalen Vergleich über einen fünfjährigen Zeitraum. Anzumerken ist dabei, dass in ICILS 2023 neben Deutschland insgesamt 23 weitere Teilnehmerländer, wenn man den Benchmark-Teilnehmer Nordrhein-Westfalen einbezieht, an der internationalen Option zu ‚Computational Thinking‘ teilgenommen haben. Dies sind deutlich mehr Staaten bzw. Bildungssysteme als noch in ICILS 2018, denn im vorgenannten Studienzyklus nahmen lediglich neun Staaten bzw. Bildungssysteme – Deutschland miteingeschlossen – teil (siehe Kapitel I in diesem Band).

4.1 Ergebnisse zu den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler*innen

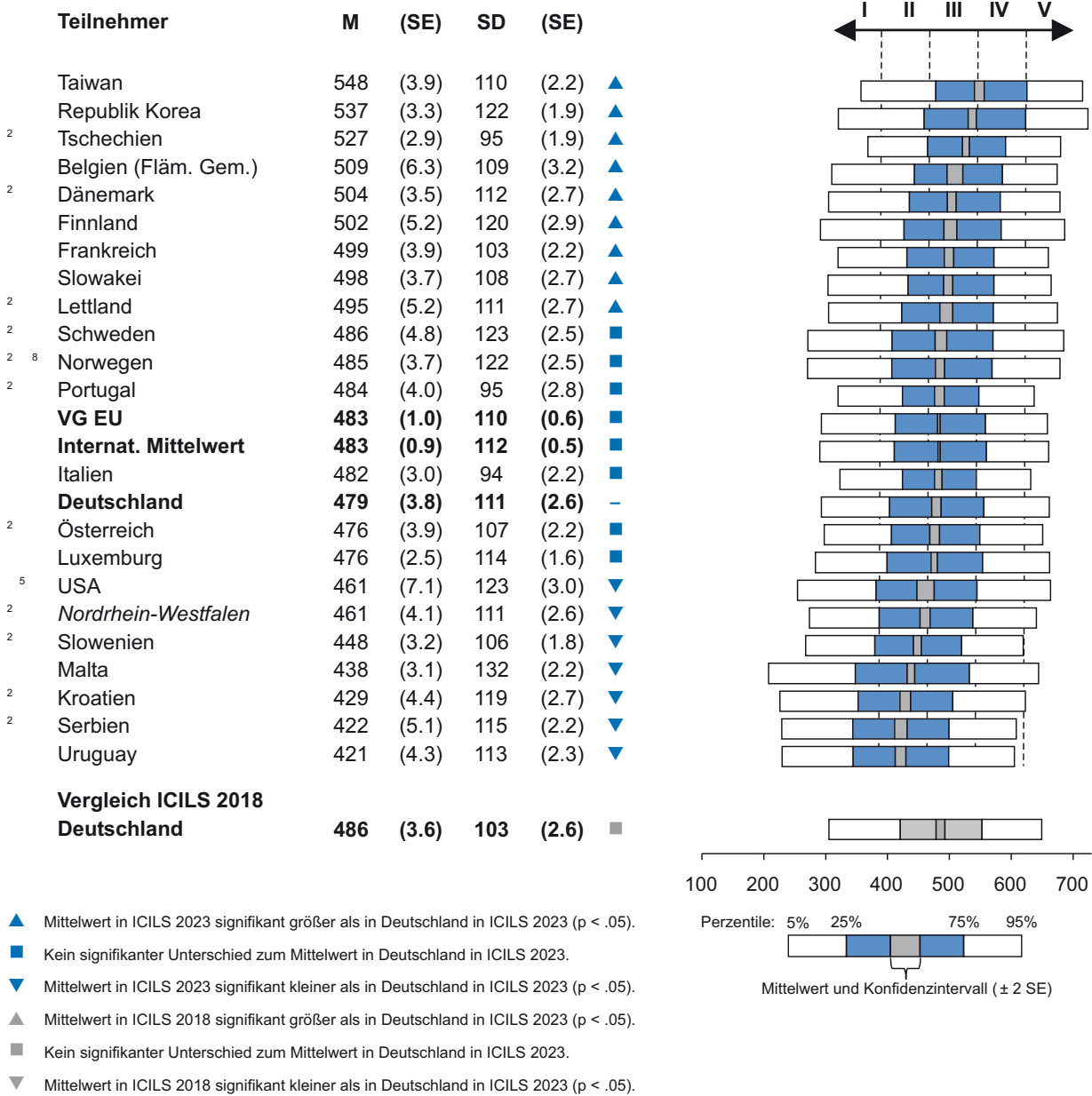
In diesem ersten Ergebnisabschnitt werden die Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ der Achtklässler*innen in Deutschland und in allen weiteren ICILS-2023-Teilnehmerländern, die am Zusatzmodul teilgenommen haben und zudem die internationalen Vorgaben bezüglich der angesetzten Mindestteilnahmequoten erfüllen (siehe Kapitel I in diesem Band), dargestellt. Die Kompetenzbetrachtungen werden im Einzelnen anhand von mittleren Kompetenzwerten in den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ sowie der Leistungsstreuungen dargestellt. Um für Deutschland einen Vergleich über einen fünfjährigen Zeitraum abbilden zu können, werden zusätzlich die Ergebnisse des Vorgängerzyklus ICILS 2018 einbezogen. Hieran anknüpfend wird die Verteilung der Schüler*innen auf die in ICILS 2023 gebildeten Kompetenzstufen der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ in Deutschland im internationalen Vergleich dargestellt sowie für Deutschland Ergebnisse zu Schulformvergleichen der Kompetenzen der Schüler*innen im Bereich ‚Computational Thinking‘ berichtet.

In allen nachfolgenden Analysen ist zu beachten, dass bei der Angabe der internationalen Mittelwerte lediglich die Ergebnisse derjenigen Teilnehmerländer von ICILS 2023 in die Mittelwertberechnungen einbezogen werden, die – wie Deutschland – die vergleichsweise hohen IEA-Standards in Bezug auf die Rücklaufquoten erreicht haben (siehe Kapitel I in diesem Band sowie die Übersicht im Anhang dieses Bandes). Die Einzelergebnisse der ICILS-2023-Teilnehmerländer sowie die auf die internationalen Mittelwerte bezogenen Anteile werden durch die vorliegende Berichtlegung um einen europäischen Vergleich ergänzt, indem der Anteil bezogen auf den Mittelwert der Vergleichsgruppe EU angegeben wird (siehe Kapitel I in diesem Band). Zur Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen aus ICILS 2018 wurde auf internationaler Ebene der internationale Mittelwert in ICILS 2023 aufgrund der gemeinsamen Skalierungsergebnisse der Daten aus beiden hier zu berücksichtigenden ICILS-Zyklen auf 483 Punkte mit einer Standardabweichung von 112 Punkten festgelegt (Fraillon, 2024). In ICILS 2018 wurde zuvor, gemäß dem international in der Bildungsforschung üblichen Vorgehen, der Mittelwert der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ auf 500 Punkte festgelegt. Folglich war der Kompetenztest zur Erfassung der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ über alle Länder hinweg in ICILS 2023 geringfügig schwieriger als in ICILS 2018, was in allen nachfolgenden Analysen über die gemeinsame Skalierung über beide Studienzyklen entsprechend berücksichtigt wurde. Über dieses Vorgehen können so unabhängig von der Zusammensetzung der internationalen Stichproben in beiden Erhebungszyklen Vergleiche zwischen ICILS 2018 und ICILS 2023 abgebildet werden.

*Kompetenzstände und Leistungsstreuung der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler*innen in ICILS 2023 im internationalen Vergleich*

Die Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ der Achtklässler*innen in Deutschland im internationalen Vergleich in ICILS 2023 sowie in Deutschland in ICILS 2018 werden in Abbildung 8.2 abgebildet. Zusätzlich zu den mittleren Kompetenzwerten (M), den jeweiligen Standardabweichungen (SD) sowie den Standardfehlern (SE) (siehe vertiefend dazu Kapitel I in diesem Band) sind sogenannte Perzentilbänder dargestellt, die u.a. die Leistungsstreuung in den Teilnehmerländern sowie in den Vergleichsgruppen verdeutlichen. Zusätzlich zur reinen Betrachtung der Mittelwerte veranschaulichen diese Perzentilbänder in Abbildung 8.2 die Heterogenität der mittleren Kompetenzwerte im internationalen Vergleich: Je größer der mittlere Kompetenzwert, desto weiter rechts liegt die Mitte des Perzentilbandes. Dabei zeigt die Breite des

Abbildung 8.2: Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ in ICILS 2023 im internationalen Vergleich und in ICILS 2018 in Deutschland



Perzentilbandes die Leistungsstreuung der Schüler*innen an, d.h., wie stark die Testergebnisse der Schüler*innen im Durchschnitt um den Mittelwert des jeweiligen Teilnehmerlandes streuen. Dieser Wert kann in seiner Interpretation als Indikator für die Bildungsgerechtigkeit innerhalb eines Landes in Bezug auf die Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ dienen. Die in der zugehörigen Abbildung 8.2 dargestellten Ergebnisse sind absteigend nach der Höhe des mittleren Kompetenzwerts der Schüler*innen sortiert.

Aus Abbildung 8.2 wird ersichtlich, dass in ICILS 2023 die Achtklässler*innen in Deutschland durchschnittlich 479 Punkte in den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ erreichen. Im Vergleich zu ICILS 2018 in Deutschland (486 Punkte) hat sich dieser Wert statistisch nicht verändert. Mit Blick auf den internationalen Vergleich

in ICILS 2023 liegt Deutschland im unteren Mittelfeld des Ländervergleichs mit einem mittleren Kompetenzstand der Schüler*innen, der statistisch im Bereich des auf den internationalen Mittelwert bezogenen Anteils (483 Punkte) sowie des Anteils bezogen auf die Vergleichsgruppe EU (483 Punkte) liegt. In der Gesamtschau aller ICILS-2023-Teilnehmerländer zeichnet sich dabei ein heterogenes Bild bezogen auf die mittleren Kompetenzstände im Bereich ‚Computational Thinking‘ ab. Im internationalen Vergleich erreichen in ICILS 2023 die Schüler*innen in Taiwan mit 548 Punkten den höchsten mittleren Kompetenzstand und in Uruguay mit 421 Punkten den niedrigsten mittleren Kompetenzstand.

Im Gesamtbild des internationalen Vergleiches lassen sich in Abbildung 8.2 anhand der Einordnung von Deutschland drei Gruppen identifizieren:

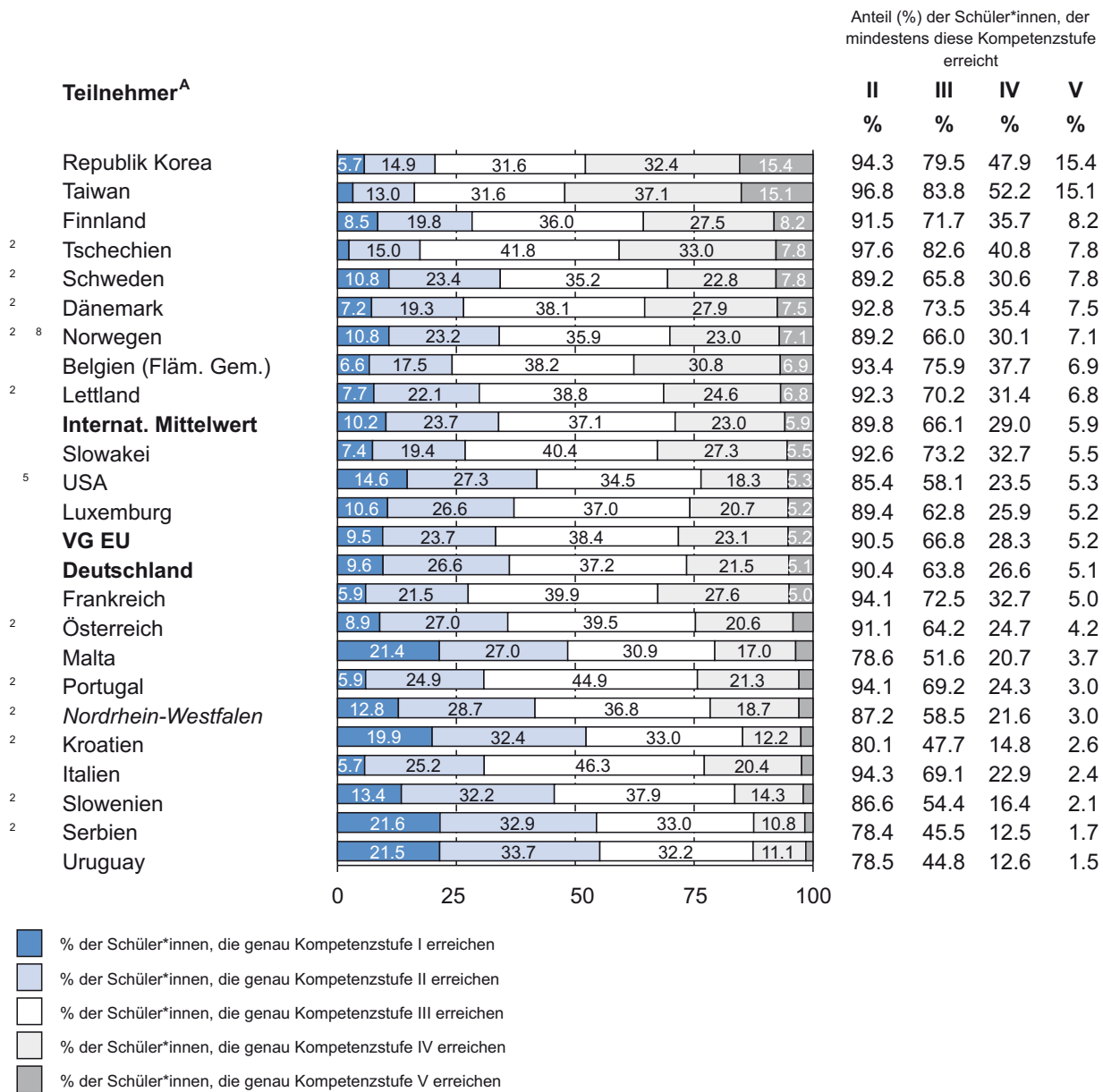
- 1) die obere Gruppe der Rangreihe mit neun ICILS-2023-Teilnehmerländern, deren mittlere Kompetenzstände statistisch signifikant größer sind als die mittleren Kompetenzstände in Deutschland. Zu dieser oberen Gruppe sind mit einem deutlichen Punkteabstand zu den anderen Teilnehmerländern vor allem Taiwan (548 Punkte), die Republik Korea (537 Punkte) und Tschechien (527 Punkte) zu nennen. Des Weiteren gehören zu dieser Gruppe Belgien (Fläm. Gem.) (509 Punkte), Dänemark (504 Punkte), Finnland (502 Punkte), Frankreich (499 Punkte), die Slowakei (498 Punkte) und Lettland (495 Punkte);
- 2) eine mittlere Gruppe der Rangreihe, der zunächst Deutschland selbst angehört sowie alle ICILS-2023-Teilnehmerländer, deren mittlere Kompetenzstände sich nicht statistisch signifikant von Deutschland unterscheiden und somit im Bereich des mittleren Kompetenzniveaus der Achtklässler*innen in Deutschland liegen. Hierzu zählen Schweden (486 Punkte), Norwegen (485 Punkte), Portugal (484 Punkte), Italien (482 Punkte), Österreich (476 Punkte) und Luxemburg (476 Punkte). Zudem liegen die Mittelwerte der beiden Vergleichsgruppen (internationaler Mittelwert: 483 Punkte; Vergleichsgruppe EU: 483 Punkte) in dieser Gruppe;
- 3) die untere Gruppe der Rangreihe, in der diejenigen sieben ICILS-2023-Teilnehmerländer eingeordnet werden, in denen die mittleren Kompetenzstände statistisch signifikant kleiner sind als in Deutschland. Diese sind namentlich die USA (461 Punkte), Nordrhein-Westfalen (461 Punkte), Slowenien (448 Punkte), Malta (438 Punkte), Kroatien (429 Punkte), Serbien (422 Punkte) und Uruguay (421 Punkte).

In Deutschland beträgt die Streubreite der Kompetenzen der Achtklässler*innen in den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ zwischen dem 5. und dem 95. Perzentil des Kompetenzspektrums 368 Punkte (siehe Abbildung 8.2). Die Streubreite in Deutschland weist im Vergleich zwischen ICILS 2023 und ICILS 2018 (344 Punkte) keinen signifikanten Unterschied auf, was als Indikator für eine nicht größer werdende Heterogenität der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ hindeutet. Mit Blick auf den internationalen Vergleich zeigen sich die geringsten Streubreiten mit 308 Punkten in Italien, während sich die größte Streubreite in Malta mit 436 Punkten zeigt. Diesbezügliche vertiefende Analysen unter Berücksichtigung der Individualebene der Schüler*innen differenziert nach verschiedenen Hintergrundmerkmalen der Schüler*innen finden sich in Unterabschnitt 4.3 in diesem Kapitel.

*Verteilung der Schüler*innen auf die Kompetenzstufen im Bereich ‚Computational Thinking‘ in ICILS 2023 im internationalen Vergleich*

Wie eingangs erwähnt können mit ICILS 2023 erstmalig Kompetenzstufen für den Bereich ‚Computational Thinking‘ auf empirischer Basis formuliert werden. Abbildung 8.3 stellt dar, wie sich die Anteile der Achtklässler*innen auf die fünf gebildeten Kompe-

Abbildung 8.3: Prozentuale Verteilung der Schüler*innen auf die Kompetenzstufen im Bereich ‚Computational Thinking‘ in ICILS 2023 in Deutschland im internationalen Vergleich



Die mit Zahlen beschrifteten Fußnoten werden in Kapitel I (Abschnitt 8) in diesem Berichtsband erläutert.

Kursiv gesetzt ist der Benchmark-Teilnehmer Nordrhein-Westfalen.

^A Differenzen zu 100% sind im Rundungsverfahren begründet.

tenzstufen im Bereich ‚Computational Thinking‘ verteilen. Zusätzlich sind im rechten Teil der Abbildung 8.3 die kumulierten Anteile der Schüler*innen aufgeführt, die die entsprechenden Kompetenzstufen erreichen, womit die entsprechenden Anteile jeweils rechnerisch zusammengefasst werden. Die Sortierung der dargestellten Ergebnisse in der Abbildung 8.3 erfolgt dabei nach absteigender Reihenfolge der Höhe der Anteile der Schüler*innen in den ICILS-2023-Teilnehmerländern, die die höchste Kompetenzstufe V im Bereich ‚Computational Thinking‘ erreicht haben.

Als Ergebnis zeigt sich, dass in ICILS 2023 in Deutschland ein Anteil von immerhin 5.1 Prozent der Achtklässler*innen die höchste Kompetenzstufe V erreicht. Dieser Anteil erscheint auf den ersten Blick vergleichsweise gering. Jedoch ist dieser Anteil in Deutschland deutlich höher als der Anteil von 1.1 Prozent für den Bereich der com-

puter- und informationsbezogenen Kompetenzen (vgl. Kapitel II in diesem Band). Der auf den internationalen Mittelwert bezogene Anteil (5.9%) und der Anteil bezogen auf den Mittelwert der Vergleichsgruppe EU (5.2%) liegen statistisch im Bereich des Anteils der Schüler*innen, der in Deutschland die Kompetenzstufe V erreicht. Hinzuweisen ist jedoch an dieser Stelle insbesondere darauf, dass in der Republik Korea mit 15.4 Prozent und Taiwan mit 15.1 Prozent im Vergleich zu allen anderen abgebildeten Teilnehmerländern anteilig die meisten Schüler*innen auf der Kompetenzstufe V zu verorten sind. Insgesamt wird bei der weiteren Betrachtung aller anderen aufgeführten ICILS-2023-Teilnehmerländer deutlich, dass jeweils vergleichsweise nur kleine Anteile der Schüler*innen die höchste Kompetenzstufe V erreichen und somit bspw. in der Lage sind, selbstständig komplexe Problemlösungen herbeizuführen oder Codierungen zu testen und zu verfeinern.

Wenn man im nächsten Schritt, im Sinne einer Kontrastierung, den Anteil der Schüler*innen in ICILS 2023 betrachtet, der nur die unteren beiden Kompetenzstufen I und II erreicht hat, zeigt sich für Deutschland folgendes Ergebnis:

In ICILS 2023 erreichen deutlich mehr als ein Drittel (36.2%) der Schüler*innen in Deutschland im Bereich ‚Computational Thinking‘ lediglich die beiden untersten Kompetenzstufen I und II, sodass ein erheblicher Anteil der Schüler*innen nur über sehr geringe Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ verfügt. Diese Schüler*innen sind z.B. in der Lage, Muster zu erkennen und einfache Algorithmen zu erstellen. Dieses Ergebnis entspricht – für die Kompetenzstufen I und II kombiniert – statistisch gesehen dem auf den internationalen Mittelwert bezogenen Anteil (33.9%) und dem Anteil der Vergleichsgruppe EU (33.2%), da keine statistisch signifikanten Unterschiede erkennbar sind.

Das vorgenannte Ergebnis weiter ausdifferenzierend zeigt sich, dass fast ein Zehntel (9.6%) der Achtklässler*innen in ICILS 2023 in Deutschland nur Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ auf der untersten Kompetenzstufe I erreicht. Der diesbezüglich auf den internationalen Mittelwert bezogene Anteil in ICILS 2023 beträgt 10.2 Prozent und der Wert der Vergleichsgruppe EU 9.5 Prozent. Damit liegt der Anteil der Schüler*innen auf Kompetenzstufe I statistisch im Bereich der beiden genannten Vergleichsgruppen. Besonders große Anteile zeigen sich auf dieser Kompetenzstufe für Serbien (21.6%), Uruguay (21.5%) und Malta (21.4%). Auffällig kleine Anteile lassen sich diesbezüglich bspw. in Tschechien (2.4%) und Taiwan (3.2%) feststellen.

Etwas mehr als ein Viertel (26.6%) der Schüler*innen erreicht in ICILS 2023 in Deutschland Kompetenzen im Bereich der Kompetenzstufe II und verfügt somit über basale Wissensbestände und Fertigkeiten hinsichtlich der Algorithmenerstellung und Erkennung algorithmischer Vorgehensmuster. Der auf den internationalen Mittelwert bezogene Anteil der Kompetenzstufe II in ICILS 2023 beträgt 23.7 Prozent und der Anteil der Vergleichsgruppe EU beträgt ebenfalls 23.7 Prozent, sodass der entsprechende Anteil für Deutschland signifikant darüber liegt.

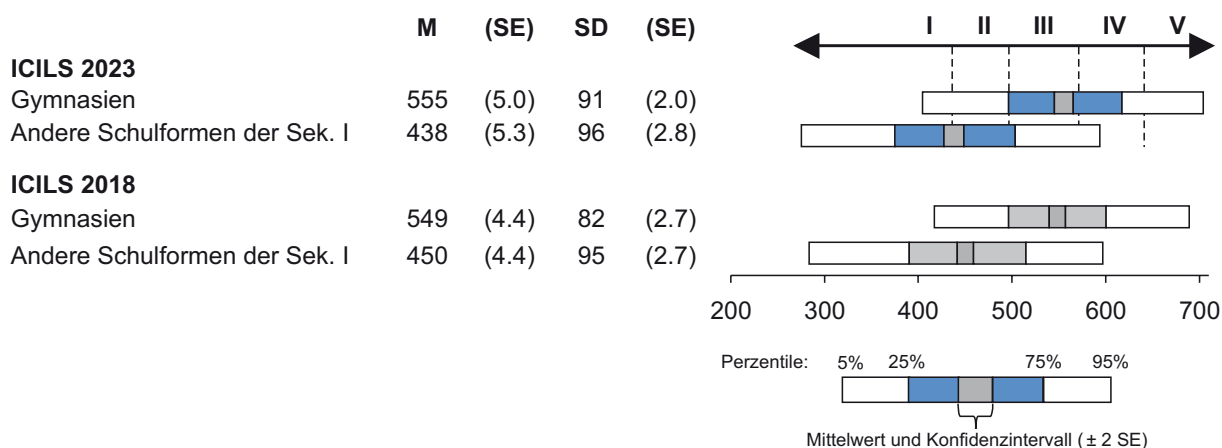
Neben den dargelegten Anteilen auf der niedrigsten und der höchsten Kompetenzstufe werden nachfolgend ergänzend die Verteilung auf die mittlere Kompetenzstufe III und die Ergebnisse für Kompetenzstufe IV betrachtet. Der größte relative Anteil der Schüler*innen in Deutschland (37.2%) bezogen auf die Kompetenzen der Achtklässler*innen im Bereich ‚Computational Thinking‘ erreicht die Kompetenzstufe III in ICILS 2023. Dieser Anteil entspricht statistisch dem Anteil des internationalen Mittelwerts (37.1%) sowie dem Anteil der Vergleichsgruppe EU (38.4%). In ICILS 2023 in Deutschland erreicht etwa ein Fünftel (21.5%) der Achtklässler*innen Kompetenzen im Bereich der Kompetenzstufe IV. Der Mittelwert der Vergleichsgruppe EU (23.1%) sowie der auf den internationalen Mittelwert bezogene Anteil (23.0%) unterscheiden sich nicht signifikant von dem entsprechenden Anteil in Deutschland.

*Kompetenzstände und Leistungsstreuung der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler*innen in Deutschland nach Schulform*

Neben den schulformübergreifenden Ergebnissen zu Kompetenzständen und Verteilungen der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ in Deutschland im internationalen Vergleich ermöglicht das Stichprobendesign von ICILS 2023 in Deutschland, die Kompetenzstände differenziert nach Schulform zu betrachten.

Um somit nach ICILS 2018 erneut mögliche schulformspezifische Unterschiede in den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ der Achtklässler*innen zu untersuchen, werden im Folgenden die Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ differenziert nach Schulformen in Deutschland in ICILS 2023 betrachtet. Für einen Vergleich werden die Ergebnisse aus ICILS 2018 ergänzt (vgl. Abbildung 8.4). Dabei kann zwischen den beiden Gruppen (1) Achtklässler*innen an Gymnasien und (2) Achtklässler*innen an anderen Schulformen der Sekundarstufe I unterschieden werden, wobei Förderschulen hier nicht einbezogen werden (siehe Kapitel I in diesem Band).

Abbildung 8.4: Mittlere Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler*innen nach Schulform in ICILS 2023 und in ICILS 2018 in Deutschland



IEA: International Computer and Information Literacy Study 2023

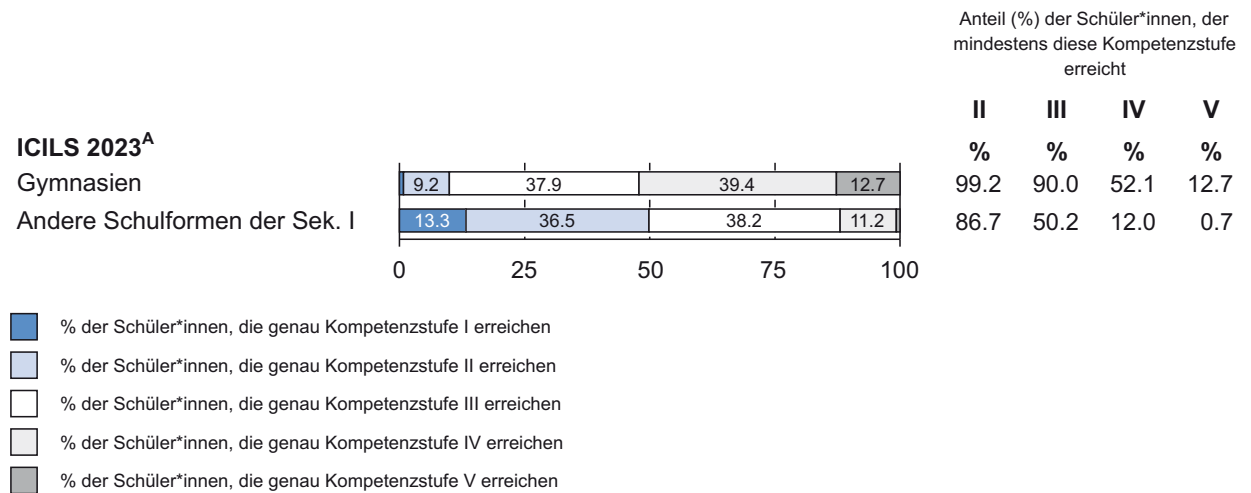
© ICILS 2023

In ICILS 2023 in Deutschland erreichen die Gymnasiast*innen der 8. Jahrgangsstufe im Mittel 555 Punkte ($SD = 91$ Punkte) und weisen damit ein um 117 Punkte statistisch signifikant höheres Niveau der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ auf als Achtklässler*innen an Schulen anderer Schulformen der Sekundarstufe I, die im Mittel 438 Punkte ($SD = 96$ Punkte) erreichen. Auch in ICILS 2018 wiesen die Gymnasiast*innen in Deutschland ein signifikant höheres Niveau der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ auf (Differenz in ICILS 2018: gerundet 98 Punkte). Der Unterschied zwischen der Differenz in ICILS 2023 (117 Punkte) und ICILS 2018 (98 Punkte) ist dabei statistisch signifikant, sodass sich im Mittel die Disparitäten zwischen Gymnasien und anderen Schulformen der Sekundarstufe I im Kompetenzbereich ‚Computational Thinking‘ über einen Zeitraum von fünf Jahren in Deutschland verstärkt haben. Vergleicht man darüber hinaus die Schulformen einzeln, zeigen sich bezogen auf die Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ keine signifikanten Unterschiede der mittleren Kompetenzstände an Gymnasien im Vergleich zwischen ICILS 2023 (555 Punkte) und ICILS 2018 (549 Punkte). Zudem zeigt sich, dass der diesbezügliche mittlere Kompetenzstand von Schüler*innen an den anderen Schulformen der Sekundarstufe I im Vergleich zwischen ICILS 2018 (450 Punkte) und ICILS 2023 (438 Punkte) ebenfalls statistisch nicht nochmals geringer geworden ist.

*Verteilung der Schüler*innen auf die Kompetenzstufen der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ in Deutschland nach Schulform*

Vertiefend wird für Deutschland in Abbildung 8.5 die prozentuale Verteilung der Achtklässler*innen auf die Kompetenzstufen nach Schulform im Bereich ‚Computational Thinking‘ in ICILS 2023 betrachtet. Dabei wird, wie auch schon in den vorherigen Unterabschnitten, zwischen Schüler*innen an Gymnasien und anderen Schulformen der Sekundarstufe I unterschieden.

Abbildung 8.5: Prozentuale Verteilung der Schüler*innen auf die Kompetenzstufen im Bereich ‚Computational Thinking‘ nach Schulform in ICILS 2023 in Deutschland



^A Differenzen zu 100% sind im Rundungsverfahren begründet.

Die Ergebnisse in ICILS 2023 zeigen, dass in Deutschland 12.7 Prozent Gymnasiast*innen die höchste Kompetenzstufe V im Bereich ‚Computational Thinking‘ erreichen, während dies nur auf 0.7 Prozent der Achtklässler*innen an anderen Schulformen der Sekundarstufe I zutrifft. Demgegenüber ist der Anteil der Schüler*innen an anderen Schulformen der Sekundarstufe I, die sich auf den unteren beiden Kompetenzstufen I und II befinden, an anderen Schulformen der Sekundarstufe I mit nahezu der Hälfte aller Schüler*innen (49.8%) fast fünfmal so groß wie an Gymnasien (10.0%).

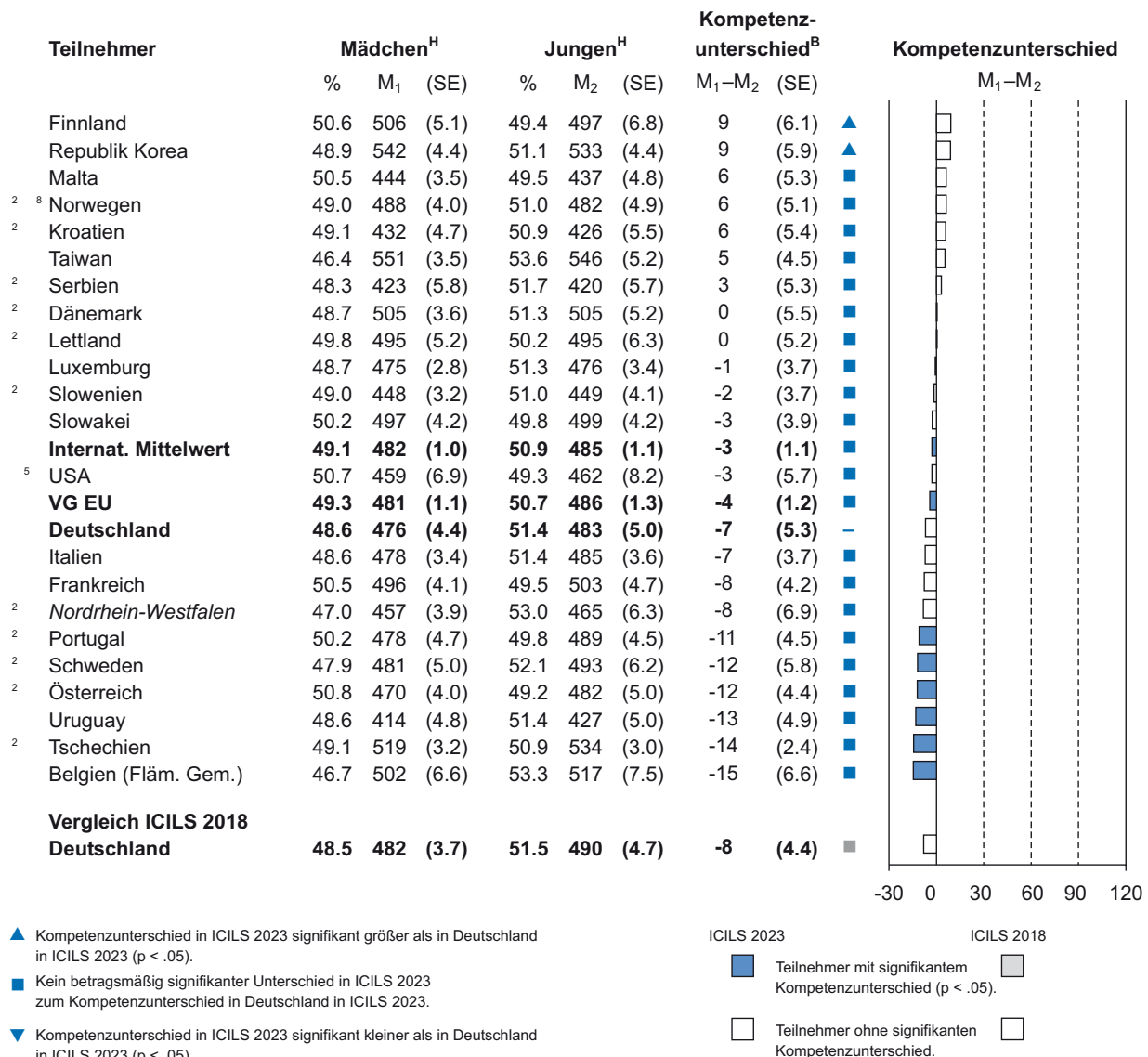
4.2 Ergebnisse zu den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler*innen unter Berücksichtigung von Hintergrundmerkmalen der Schüler*innen

In diesem Unterabschnitt werden anknüpfend an die ICILS-2018-Berichtlegung (Eickelmann et al., 2019) sowie den Betrachtungen für den Kompetenzbereich der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen (vgl. dazu Kapitel III in diesem Band) vertiefend die Kompetenzen der Achtklässler*innen im Bereich ‚Computational Thinking‘ unter Berücksichtigung der vier Hintergrundmerkmale a) Geschlecht, b) Zuwanderungshintergrund, c) überwiegend gesprochene Sprache in der Familie und d) kulturelles Kapital präsentiert und damit vertiefende Analysen zu den mittleren Kompetenzständen und Kompetenzunterschieden bereitgestellt.

a) Ergebnisse zu Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler*innen nach Geschlecht in ICILS 2023 im internationalen Vergleich und in ICILS 2018 in Deutschland

In Abbildung 8.6 werden die Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler*innen nach Geschlecht sowie die Kompetenzunterschiede zwischen Mädchen und Jungen in ICILS 2023 in Deutschland und im internationalen Vergleich dargestellt. Den Schüler*innen war es möglich, neben weiblich und männlich die Geschlechtsangabe divers zu wählen. Da diese Option jedoch nicht in allen ICILS-2023-Teilnehmerlän-

Abbildung 8.6: Kompetenzstände und -unterschiede im Bereich ‚Computational Thinking‘ zwischen Mädchen und Jungen in ICILS 2023 im internationalen Vergleich und in ICILS 2018 in Deutschland (in Punkten)



▲ Kompetenzunterschied in ICILS 2023 signifikant größer als in Deutschland in ICILS 2023 ($p < .05$).

■ Kein betragsmäßig signifikanter Unterschied in ICILS 2023 zum Kompetenzunterschied in Deutschland in ICILS 2023.

▼ Kompetenzunterschied in ICILS 2023 signifikant kleiner als in Deutschland in ICILS 2023 ($p < .05$).

▲ Kompetenzunterschied in ICILS 2018 signifikant größer als in ICILS 2023 ($p < .05$).

■ Kein signifikanter Unterschied in ICILS 2018 zum Kompetenzunterschied in ICILS 2023.

▼ Kompetenzunterschied in ICILS 2018 signifikant kleiner als in ICILS 2023 ($p < .05$).

In den Tabellen und Abbildungen werden die Fußnotenerläuterungen der Zahlen nicht mehr angegeben.

Kursiv gesetzt ist der Benchmark-Teilnehmer Nordrhein-Westfalen.

^B Inkonsistenzen in berichteten Differenzen sind im Rundungsverfahren begründet.

^H Gemäß internationaler Vorgabe werden ausschließlich die Kategorien Mädchen und Jungen betrachtet und zu 100 Prozent aufaddiert, da die Kategorie divers international nicht ausgewiesen wird.

dem sowie nicht in ICILS 2018 abgefragt wurde und zudem eine zu geringe Fallzahl in der gezogenen Stichprobe aufweist, werden die Ergebnisse der Gruppe *divers* folgend nicht im internationalen Vergleich berichtet (für mehr Informationen siehe Kapitel III in diesem Band). Sortiert sind die dargestellten Ergebnisse absteigend nach der Größe der Kompetenzunterschiede zwischen Mädchen und Jungen in den ICILS-2023-Teilnehmerländern, die an dem Zusatzmodul ‚Computational Thinking‘ teilgenommen haben.

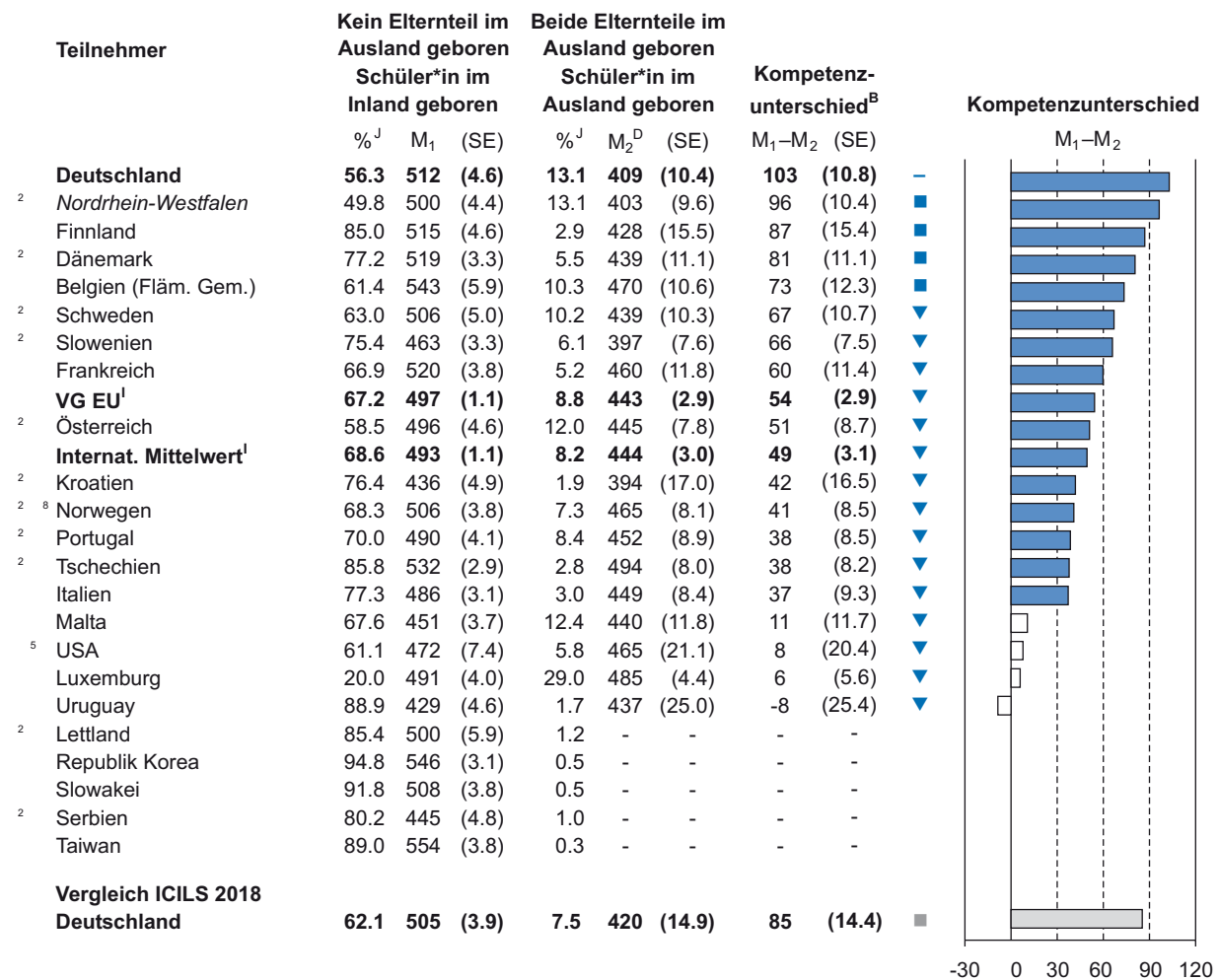
In Deutschland lassen sich in ICILS 2023 keine statistisch signifikanten Kompetenzunterschiede zwischen Mädchen (476 Punkte) und Jungen (483 Punkte) der 8. Jahrgangsstufe in den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ ausmachen. Auch in ICILS 2018 in Deutschland waren keine Kompetenzunterschiede zwischen Mädchen (482 Punkte) und Jungen (490 Punkte) ersichtlich. Jedoch lassen sich in ICILS 2023 signifikante mittlere Kompetenzunterschiede zwischen Mädchen und Jungen bezogen auf den internationalen Mittelwert (Unterschied: 3 Punkte) sowie bezogen auf den Mittelwert der Vergleichsgruppe EU (Unterschied: gerundet 4 Punkte) zugunsten der Jungen feststellen. In einem Teil der am Zusatzmodul teilnehmenden Staaten (Portugal, Schweden, Österreich, Uruguay, Tschechien und Belgien (Fläm. Gem.)) zeigt sich ein Kompetenzvorsprung zugunsten der Jungen. Die dabei höchsten Kompetenzunterschiede zugunsten der Jungen finden sich mit 15 Punkten in Belgien (Fläm. Gem.). In den meisten der hier abgebildeten ICILS-2023-Teilnehmerländern wie Dänemark, Italien und Frankreich lassen sich, wie in Deutschland, keine statistisch signifikanten Kompetenzunterschiede zwischen Mädchen und Jungen identifizieren. Statistisch signifikante Kompetenzunterschiede im Bereich ‚Computational Thinking‘ zugunsten der Mädchen lassen sich im Gegensatz zu ICILS 2018, seinerzeit für Finnland, nicht feststellen.

*b) Ergebnisse zu Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler*innen nach Zuwanderungshintergrund in ICILS 2023 im internationalen Vergleich und in ICILS 2018 in Deutschland*

In Abbildung 8.7 sind die mittleren Kompetenzwerte und die Kompetenzunterschiede der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Achtklässler*innen nach Zuwanderungshintergrund in ICILS 2023 im internationalen Vergleich und in ICILS 2018 in Deutschland dargestellt. Der Zuwanderungshintergrund der Schüler*innen wird in dieser Abbildung über die Kategorien *kein Elternteil im Ausland geboren und Schüler*in im Inland geboren* und *beide Elternteile im Ausland und Schüler*in im Ausland geboren* abgebildet, da sich hier in den Analysen der größte Kompetenzunterschied in den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ zwischen diesen einzelnen Gruppen gezeigt hat (für weitere Informationen zur Operationalisierung des Zuwanderungshintergrunds siehe Kapitel III in diesem Band). Die dargestellten Ergebnisse sind in der Abbildung absteigend nach der Größe der Kompetenzunterschiede zwischen *Schüler*innen mit Zuwanderungshintergrund* und *ohne Zuwanderungshintergrund* in den ICILS-2023-Teilnehmerländern, die an dem Zusatzmodul ‚Computational Thinking‘ teilgenommen haben und zudem die internationalen Teilnahmequoten erfüllen (siehe Kapitel I in diesem Band), sortiert. Für fünf ICILS-2023-Teilnehmerländer werden aufgrund einer unzureichenden Datengrundlage in Bezug auf die Kategorie *beide Elternteile im Ausland und Schüler*in im Ausland geboren* keine Werte angegeben.

In ICILS 2023 erreichen die Schüler*innen in Deutschland, deren *beider Elternteile nicht im Ausland* sowie sie *selbst im Inland geboren* wurden, im Mittel 512 Punkte in den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘. Dagegen erzielten hierzulande Schüler*innen 103 Punkte weniger, die *selbst im Ausland geboren* und deren *beider Elternteile ebenfalls im Ausland geboren* wurden, und verfügen somit über ein sehr deutlich und signifikant geringeres mittleres Kompetenzniveau im Bereich ‚Computational Thinking‘ (409 Punkte). Die Höhe des mit ICILS 2023 erfassten Kompetenzabstandes wird nochmals deutlich, wenn im Vergleich die Ergebnisse aus ICILS 2018

Abbildung 8.7: Kompetenzstände und -unterschiede im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler*innen nach Zuwanderungshintergrund in ICILS 2023 im internationalen Vergleich und in ICILS 2018 in Deutschland (in Punkten)



▲ Kompetenzunterschied in ICILS 2023 betragsmäßig signifikant größer als in Deutschland in ICILS 2023 ($p < .05$).

■ Kein betragsmäßig signifikanter Unterschied in ICILS 2023 zum Kompetenzunterschied in Deutschland in ICILS 2023.

▼ Kompetenzunterschied in ICILS 2023 betragsmäßig signifikant kleiner als in Deutschland in ICILS 2023 ($p < .05$).

▲ Kompetenzunterschied in ICILS 2018 betragsmäßig signifikant größer als in Deutschland in ICILS 2023 ($p < .05$).

■ Kein betragsmäßig signifikanter Unterschied in ICILS 2018 zum Kompetenzunterschied in Deutschland in ICILS 2023.

▼ Kompetenzunterschied in ICILS 2018 betragsmäßig signifikant kleiner als in Deutschland in ICILS 2023 ($p < .05$).

In den Tabellen und Abbildungen werden die Fußnotenerläuterungen der Zahlen nicht mehr angegeben.

Kursiv gesetzt ist der Benchmark-Teilnehmer Nordrhein-Westfalen.

^B Inkonsistenzen in berichteten Differenzen sind im Rundungsverfahren begründet.

^D Für Gruppen mit unzureichender Datengrundlage werden keine Werte angegeben (gehen auch nicht in die Berechnung der Mittelwerte der beiden Vergleichsgruppen ein).

^I Gemäß dem internationalen Vorgehen werden für die Berechnung der Mittelwerte der beiden Vergleichsgruppen nur diejenigen ICILS-2023-Teilnehmerländer berücksichtigt, die für alle abgebildeten Schüler*innengruppen eine ausreichende Datengrundlage aufweisen.

^J Aufgrund der Betrachtung ausgewählter Kategorien des Zuwanderungshintergrunds summieren sich die Anteile nicht zu 100% auf.

ICILS 2023

■ Teilnehmer mit signifikantem Kompetenzunterschied ($p < .05$).

□ Teilnehmer ohne signifikanten Kompetenzunterschied.

ICILS 2018

■

□

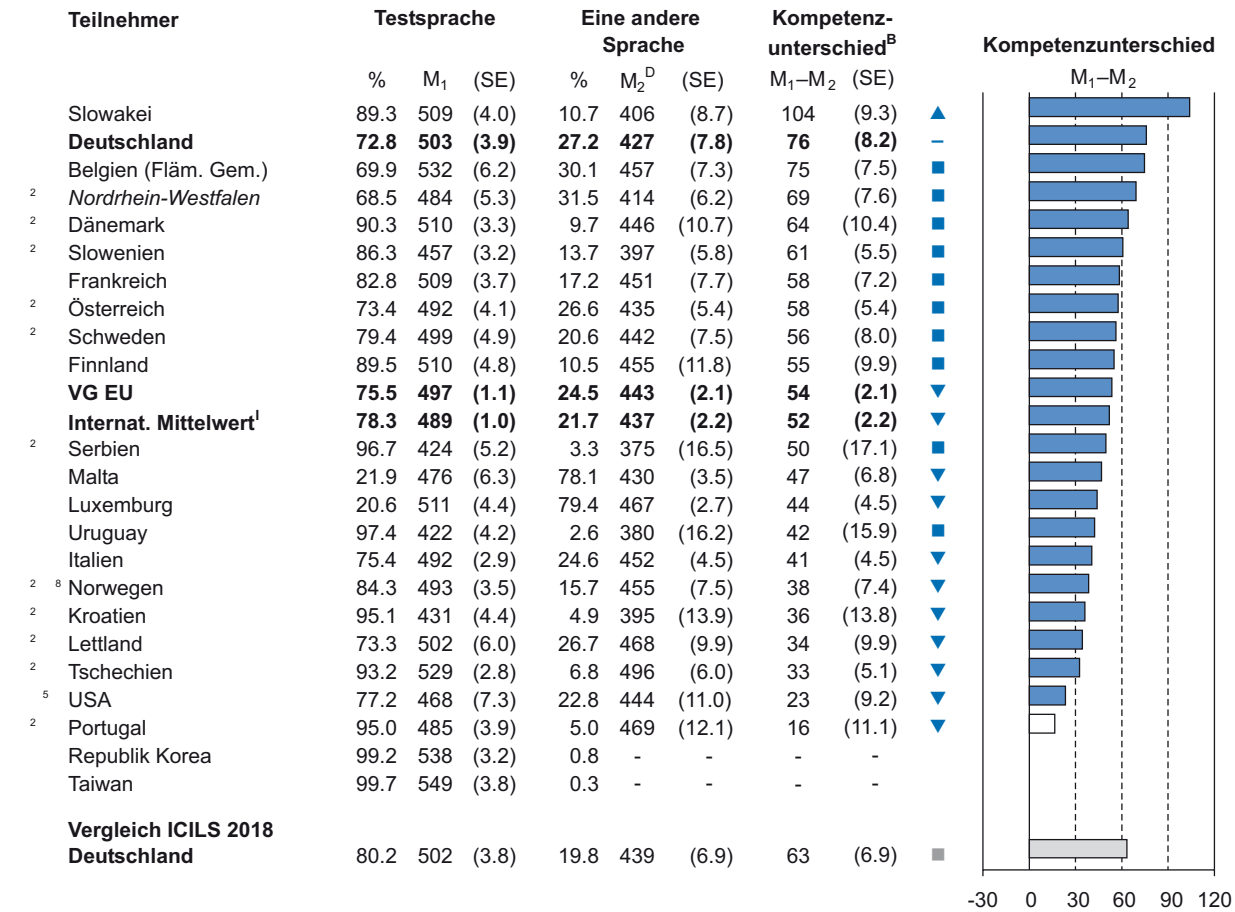
herangezogen werden: Es zeigen sich in Deutschland in ICILS 2023 keine signifikanten Kompetenzunterschiede im Vergleich zu ICILS 2018 (Unterschied: 85 Punkte). Zieht man als Orientierung zudem den internationalen Vergleich heran, so zeigt sich, dass in ICILS 2023 die Schüler*innen, deren *beider Elternteile* sowie *sie selbst im Ausland geboren* wurden, im internationalen Mittel mit 444 Punkten sowie im Mittel der Vergleichsgruppe EU mit 443 Punkten ein jeweils signifikant geringeres mittleres Kompetenzniveau im Bereich ‚Computational Thinking‘ erreichen als die Schüler*innen, deren *beider Elternteile nicht im Ausland* sowie *sie selbst im Inland geboren* wurden (493 Punkte bzw. 497 Punkte). Die jeweiligen Kompetenzunterschiede (Unterschied: 49 Punkte bzw. Unterschied: 54 Punkte) sind dabei signifikant und deutlich kleiner als die entsprechende Differenz in Deutschland, sodass trotz der Einschränkungen, die mit einem internationalen Vergleich in Bezug auf Betrachtungen des Zuwanderungshintergrunds verbunden sind (siehe dazu Kapitel III in diesem Band), diesbezüglich beachtliche Bildungsdisparitäten in Deutschland festzustellen sind.

*c) Ergebnisse zu Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler*innen nach überwiegend gesprochener Sprache in der Familie in ICILS 2023 im internationalen Vergleich und in ICILS 2018 in Deutschland*

Die Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler*innen sowie die Kompetenzunterschiede nach der überwiegend gesprochenen Sprache in der Familie in ICILS 2023 in Deutschland und im internationalen Vergleich werden in Abbildung 8.8 dargestellt. Hierbei wird zwischen Schüler*innen mit der *Testsprache* als überwiegend gesprochene Sprache in der Familie und Schüler*innen mit *einer anderen Sprache* als überwiegend gesprochene Sprache in der Familie unterschieden (für mehr Informationen siehe Kapitel III in diesem Band). Sortiert sind die dargestellten Ergebnisse absteigend nach der Größe der Kompetenzunterschiede zwischen Schüler*innen mit der *Testsprache* Familiensprache und Schüler*innen mit *einer anderen Familiensprache* in den ICILS-2023-Teilnehmerländern, die an dem Zusatzmodul ‚Computational Thinking‘ teilgenommen haben. Für zwei ICILS-2023-Teilnehmerländer – die Republik Korea und Taiwan – werden aufgrund einer unzureichenden Datengrundlage in Bezug auf die Kategorie *eine andere Sprache* keine Werte angegeben.

Auch in Bezug auf das Hintergrundmerkmal der Schüler*innen ‚Familiensprache‘ zeigen sich für Deutschland hohe Disparitäten. In Deutschland lässt sich diesbezüglich in ICILS 2023 ein signifikanter Kompetenzunterschied von 76 Punkten zwischen Achtklässler*innen mit der *Testsprache* Deutsch als Familiensprache (503 Punkte) und Achtklässler*innen mit *einer anderen Familiensprache* (427 Punkte) in den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ ausmachen. Im Vergleich zu ICILS 2018 (Unterschied: 63 Punkte) in Deutschland zeigen sich in ICILS 2023 keine statistisch signifikanten Unterschiede zur Differenz der betrachteten Gruppen. Es lassen sich zudem in ICILS 2023 signifikante Kompetenzunterschiede zwischen diesen beiden Schüler*innengruppen im internationalen Mittelwert (Unterschied: 52 Punkte) sowie in der europäischen Vergleichsgruppe EU (Unterschied: 54 Punkte) zugunsten der Schüler*innen mit der *Testsprache* als überwiegend gesprochene Sprache in der Familie feststellen. Der Kompetenzunterschied in Deutschland ist dabei deutlich und statistisch signifikant größer als die entsprechende Differenz im internationalen bzw. europäischen Vergleich. Der höchste Kompetenzunterschied zugunsten der Schüler*innen mit der *Testsprache* als überwiegend gesprochene Sprache in der Familie zeigt sich in der Slowakei (Unterschied: gerundet 104 Punkte), das einzige Teilnehmerland mit noch höheren Disparitäten als in Deutschland, wohingegen der geringste Kompetenzunterschied zugunsten der Schüler*innen mit der *Testsprache* als überwiegend gesprochene Sprache in der Familie in den USA (Unterschied: gerundet 23 Punkte) zu verorten ist. Auffällig ist zudem das Ergebnis für Portugal, in dem sich als einziges hier betrachtetes europäisches ICILS-2023-Teilnehmerland keine statistisch signifikanten Unterschiede zeigen.

Abbildung 8.8: Kompetenzstände und -unterschiede im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler*innen nach überwiegend gesprochener Sprache in der Familie in ICILS 2023 im internationalen Vergleich und in ICILS 2018 in Deutschland (in Punkten)



▲ Kompetenzunterschied in ICILS 2023 betragsmäßig signifikant größer als in Deutschland in ICILS 2023 ($p < .05$).

■ Kein betragsmäßig signifikanter Unterschied in ICILS 2023 zum Kompetenzunterschied in Deutschland in ICILS 2023.

▼ Kompetenzunterschied in ICILS 2023 betragsmäßig signifikant kleiner als in Deutschland in ICILS 2023 ($p < .05$).

▲ Kompetenzunterschied in ICILS 2018 betragsmäßig signifikant größer als in Deutschland in ICILS 2023 ($p < .05$).

■ Kein betragsmäßig signifikanter Unterschied in ICILS 2018 zum Kompetenzunterschied in Deutschland in ICILS 2023.

▼ Kompetenzunterschied in ICILS 2018 betragsmäßig signifikant kleiner als in Deutschland in ICILS 2023 ($p < .05$).

In den Tabellen und Abbildungen werden die Fußnotenerläuterungen der Zahlen nicht mehr angegeben. Kursiv gesetzt ist der Benchmark-Teilnehmer Nordrhein-Westfalen.

^B Inkonsistenzen in berichteten Differenzen sind im Rundungsverfahren begründet.

^D Für Gruppen mit unzureichender Datengrundlage werden keine Werte angegeben (gehen auch nicht in die Berechnung der Mittelwerte der beiden Vergleichsgruppen ein).

^I Gemäß dem internationalen Vorgehen werden für die Berechnung der Mittelwerte der beiden Vergleichsgruppen nur diejenigen ICILS-2023-Teilnehmerländer berücksichtigt, die für alle abgebildeten Schüler*innengruppen eine ausreichende Datengrundlage aufweisen.

*d) Ergebnisse zu Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler*innen nach kulturellem Kapital in ICILS 2023 im internationalen Vergleich und in ICILS 2018 in Deutschland*

In Abbildung 8.9 werden die mittleren Kompetenzwerte und Kompetenzunterschiede in den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Achtklässler*innen aus Familien mit hohem kulturellem Kapital (*mehr als 100 Bücher*) und mit niedrigem kulturellem Kapital (*maximal 100 Bücher*) in ICILS 2023 in Deutschland im internationalen Vergleich und ICILS 2018 in Deutschland dargestellt (mehr Informationen zur Operationalisierung der sozialen Herkunft über das kulturelle Kapital finden sich in Kapitel III in diesem Band). Die dargestellten Ergebnisse in der nachfolgenden Abbildung 8.9 sind absteigend nach der Größe der Kompetenzunterschiede zwischen Schüler*innen mit niedrigem und mit hohem kulturellem Kapital in den ICILS-2023-Teilnehmerländern, die am Zusatzmodul ‚Computational Thinking‘ teilgenommen haben und die internationalen Teilnahmequoten erfüllen (siehe Kapitel I in diesem Band), sortiert.

In Bezug auf dieses Hintergrundmerkmal der Schüler*innen werden für Deutschland besonders große Bildungsbenachteiligungen ersichtlich. Hierzulande erreichen in ICILS 2023 mit einer Differenz von 79 Punkten Schüler*innen der 8. Jahrgangsstufe aus Familien mit hohem kulturellem Kapital (530 Punkte) ein signifikant größeres Kompetenzniveau in den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ als die Schüler*innen aus Familien mit niedrigem kulturellem Kapital (451 Punkte). Im Vergleich zu ICILS 2018 in Deutschland lässt sich zwischen den Studienzyklen jedoch kein statistisch signifikanter Unterschied, bezogen auf die Kompetenzunterschiede, feststellen; dieser war bereits fünf Jahre vor ICILS 2023 besorgniserregend hoch. In ICILS 2023 lässt sich im internationalen Mittel (Unterschied: 52 Punkte) sowie in der Vergleichsgruppe EU (Unterschied: 54 Punkte) ein signifikanter Kompetenzunterschied zugunsten der Schüler*innen mit hohem kulturellem Kapital identifizieren. Diese Kompetenzunterschiede sind dabei deutlich und statistisch signifikant geringer als die entsprechende Differenz in Deutschland und unterstreichen nochmals die Höhe der Bildungsdisparitäten im Kompetenzbereich ‚Computational Thinking‘, die sich auf der Grundlage der sozialen Herkunft der Schüler*innen und ihrer Familien in Deutschland zeigen. Im Vergleich aller hier für den hier betrachteten Kompetenzbereich einbezogener ICILS-2023-Teilnehmerländer zeigen sich für Deutschland (Unterschied: 79 Punkte), zusammen mit Nordrhein-Westfalen (Unterschied: 78 Punkte), Luxemburg (Unterschied: 76 Punkte), den USA (Unterschied: 73 Punkte), Schweden (Unterschied: 72 Punkte), Österreich (Unterschied: 67 Punkte) und der Slowakei (Unterschied: 66 Punkte) die höchsten Unterschiede zwischen den hier betrachteten Schüler*innengruppen mit Blick auf die Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘. Damit weist ein Großteil der betrachteten ICILS-2023-Teilnehmerländer, darunter Malta (Unterschied: 58 Punkte), Portugal (Unterschied: 58 Punkte), Uruguay (Unterschied: 54 Punkte) und Frankreich (Unterschied: 53 Punkte) im Vergleich zu Deutschland signifikant kleinere Kompetenzunterschiede in den Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ zwischen Schüler*innen mit hohem und niedrigem kulturellem Kapital auf. Die niedrigsten diesbezüglichen Kompetenzunterschiede lassen sich u.a. in der Republik Korea (Unterschied: 37 Punkte), Lettland (Unterschied: gerundet 36 Punkte) und Kroatien (Unterschied: 31 Punkte) identifizieren. Damit kann festgehalten werden, dass zwar in allen im Rahmen des ICILS-2023-Zusatzmoduls ‚Computational Thinking‘ beteiligten Staaten Kompetenzunterschiede zuungunsten von Schüler*innen sozial benachteiligter Herkunft vorliegen, diese aber in Deutschland eine besonders hohe Dimension erreichen.

4.3 Ergebnisse zur Förderung des Kompetenzerwerbs im Bereich ‚Computational Thinking‘ aus der Perspektive der Schüler*innen

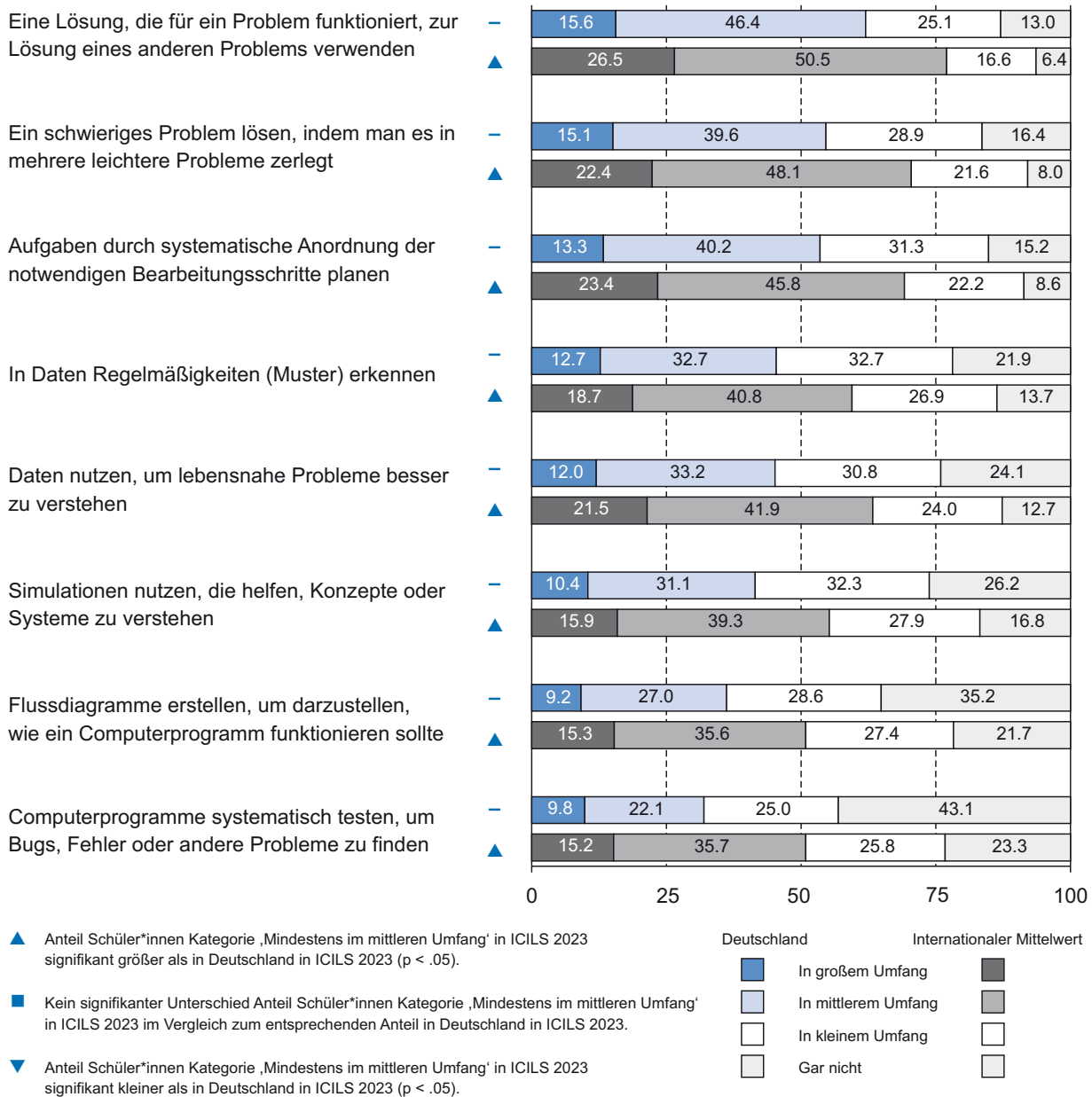
Ergänzend zu den Kompetenzständen der Schüler*innen im Bereich ‚Computational Thinking‘ werden im Rahmen von ICILS 2023 auch schulische Lernprozesse fokussiert, die sich auf den Kontext des Erlernens von einzelnen Fähigkeiten beziehen. Diese werden exemplarisch und in einem ersten Zugang betrachtet und beziehen sich auf Angaben der Achtklässler*innen im ICILS 2023 eingesetzten Fragebogen für Schüler*innen. Im Einzelnen wird dazu in Abbildung 8.10 der Umfang erlernter Fähigkeiten im Bereich ‚Computational Thinking‘ durch Schüler*innen in Bezug auf verschiedene Aufgaben in ICILS 2023 in Deutschland und im internationalen Mittel dargestellt. Für die betrachteten Themenfelder werden alle abgefragten Antwortkategorien (*in großem Umfang, in mittlerem Umfang, in kleinem Umfang und gar nicht*) berichtet. Um die Ergebnisse für Deutschland einzuordnen, werden die Signifikanzen zur zusammengefassten Kategorie *mindestens im mittleren Umfang* (zusammengefasste Kategorie aus *in großem Umfang* und *in mittlerem Umfang*) präsentiert. Die dargestellten Ergebnisse sind dabei absteigend nach Höhe der Anteile in der Kategorie *mindestens im mittleren Umfang* in Deutschland sortiert. Für die Ergebnisse hinsichtlich des Umfangs erlernter Fähigkeiten im Bereich ‚Computational Thinking‘ durch Schüler*innen in ICILS 2023 können aufgrund der Weiterentwicklung der abgefragten Aspekte keine Vergleiche zu ICILS 2018 aufgeführt werden. Anzumerken sei zudem, dass die nachfolgend angeführten auf den internationalen Mittelwert bezogenen Anteile diejenigen Werte aller ICILS-2023-Teilnehmerländer enthalten, die die entsprechenden Angaben erhoben haben und die internationalen Standards im Sinne von Teilnahmequoten erfüllen (siehe Kapitel I in diesem Band). Abgebildet werden von links nach rechts dabei alle international abgefragten Kategorien, beginnend mit der Kategorie *in großem Umfang*.

In ICILS 2023 in Deutschland gibt ein Anteil von mehr als drei Fünftel der Achtklässler*innen (62.0%) an, dass er in der Schule *mindestens im mittleren Umfang* erlernt hat, *eine Lösung, die für ein Problem funktioniert, zur Lösung eines anderen Problems zu verwenden*. Dieser Anteil fällt im Vergleich zum auf den internationalen Mittelwert bezogenen Anteil (77.0%) statistisch signifikant geringer aus. Auffallend ist, dass mehr als ein Achtel (13.0%) der Achtklässler*innen in Deutschland in ICILS 2023 angeben, dass sie in der Schule *gar nicht* erlernt haben, *eine Lösung, die für ein Problem funktioniert, zur Lösung eines anderen Problems zu verwenden*. Im Vergleich dazu beträgt der entsprechende, auf den internationalen Mittelwert bezogene Anteil für diesen Aspekt (6.4%) nur etwa die Hälfte des Anteils in Deutschland.

Weiterhin lässt sich feststellen, dass in ICILS 2023 in Deutschland jeweils mehr als die Hälfte der Achtklässler*innen angibt, *mindestens im mittleren Umfang* in der Schule erlernt zu haben, *ein schwieriges Problem zu lösen, indem man es in mehrere leichtere Probleme zerlegt* (54.7%) und *Aufgaben durch systematische Anordnung der notwendigen Bearbeitungsschritte zu planen* (53.5%). Betrachtet man für ICILS 2023 den internationalen Vergleich, so zeigt sich, dass die entsprechenden auf den internationalen Mittelwert bezogenen Anteile (70.5% bzw. 69.2%) deutlich und signifikant größer als die entsprechenden Anteile in Deutschland sind. *Ein schwieriges Problem lösen, indem man es in mehrere leichtere Probleme zerlegt* und *Aufgaben durch systematische Anordnung der notwendigen Bearbeitungsschritte planen* hat jeweils ein hoher Anteil von 16.4 Prozent bzw. 15.2 Prozent der Schüler*innen in ICILS 2023 in Deutschland in der Schule nach eigenen Angaben *gar nicht* erlernt. Die entsprechenden auf den internationalen Mittelwert bezogenen Anteile betragen hier nur 8.0 Prozent bzw. 8.6 Prozent und liegen damit signifikant unter den Anteilen in Deutschland.

Zudem zeigt sich in ICILS 2023, dass etwas weniger als die Hälfte der Schüler*innen in Deutschland in der Schule *mindestens im mittleren Umfang* gelernt hat, *in Daten*

Abbildung 8.10: Umfang erlernter Fähigkeiten im Bereich ‚Computational Thinking‘ durch Schüler*innen in der Schule in ICILS 2023 in Deutschland und im internationalen Mittel (Angaben der Schüler*innen in Prozent)^A



^A Differenzen zu 100% sind im Rundungsverfahren begründet.

Regelmäßigkeiten (Muster) zu erkennen (45.4%) und *Daten zu nutzen, um lebensnahe Probleme besser zu verstehen* (45.2%). Die auf die internationalen Mittelwerte bezogenen Anteile (59.5% bzw. 63.4%) sind diesbezüglich signifikant größer als die entsprechenden Anteile in Deutschland. Darüber hinaus gibt etwa jeweils über ein Fünftel (21.9% bzw. 24.1%) der Schüler*innen in Deutschland an, *gar nicht* in der Schule erlernt zu haben, *in Daten Regelmäßigkeiten (Muster) zu erkennen* und *Daten zu nutzen, um lebensnahe Probleme besser zu verstehen*. Die entsprechenden auf den internationalen Mittelwert bezogenen Anteile liegen jeweils mit 13.7 Prozent bzw. 12.7 Prozent deutlich und signifikant darunter.

Etwas mehr als zwei Fünftel (41.5%) der Schüler*innen in ICILS 2023 in Deutschland haben *mindestens im mittleren Umfang* in der Schule gelernt, *Simulationen zu nutzen, die helfen, Konzepte oder Systeme zu verstehen*. Im Vergleich ist der auf den in-

internationalen Mittelwert bezogene Anteil (55.2%) signifikant höher. Etwas mehr als ein Viertel (26.2%) der Schüler*innen in Deutschland gibt an, diese Aufgabe *gar nicht* in der Schule erlernt zu haben, wohingegen der auf den internationalen Mittelwert bezogene Anteil bei nur etwa einem Sechstel (16.8%) liegt und damit signifikant kleiner ist.

In ICILS 2023 gibt etwa ein Drittel der Schüler*innen in Deutschland an, *mindestens im mittleren Umfang* in der Schule erlernt zu haben, *Flussdiagramme zu erstellen, um darzustellen, wie ein Computerprogramm funktionieren sollte* (36.2%) bzw. *Computerprogramme systematisch zu testen, um Bugs, Fehler oder andere Probleme zu finden* (31.9%). Diese Anteile sind signifikant kleiner als die auf den internationalen Mittelwert bezogenen Anteile (50.9% und ebenfalls 50.9%). Weiterhin gibt etwa ein Drittel (35.2%) bzw. etwa zwei Fünftel (43.1%) der Schüler*innen in Deutschland an, die entsprechenden Aufgaben *gar nicht* in der Schule erlernt zu haben. Auch bezogen auf diese vorgenannten Aspekte liegen die Anteile, die sich auf den internationalen Mittelwert beziehen, mit 21.7 Prozent bzw. 23.3 Prozent deutlich und signifikant unter den Anteilen in Deutschland.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass in allen hier betrachteten Bereichen der nach Angaben der Schüler*innen in der Schule erlernten Fähigkeiten im Kontext von ‚Computational Thinking‘ die auf die internationalen Mittelwerte bezogenen Anteile teilweise deutlich, in jedem Fall aber signifikant höher sind als in Deutschland.

4.4 Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ und computer- und informationsbezogenen Kompetenzen von Schüler*innen

Im Folgenden wird den Ergebnisteil des vorliegenden Kapitels abschließend, wie bereits im Rahmen von ICILS 2018, jedoch auf der Grundlage der neuen ICILS-2023-Daten, der Zusammenhang zwischen Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ und computer- und informationsbezogenen Kompetenzen (siehe Kapitel II in diesem Band) von Schüler*innen untersucht. Dafür werden in Tabelle 8.2 die Korrelationskoeffizienten r als Maß des Zusammenhanges zwischen den beiden in der Studie ICILS 2023 untersuchten Kompetenzbereichen von allen ICILS-2023-Teilnehmerländern, die am Zusatzmodul ‚Computational Thinking‘ teilgenommen haben, im internationalen Vergleich sowie zum Vergleich auch für ICILS 2018 in Deutschland dargestellt. Die Ergebnisdarstellung erfolgt dabei absteigend nach der Höhe des Korrelationskoeffizienten der ICILS-2023-Teilnehmerländer, die am Zusatzmodul ‚Computational Thinking‘ teilgenommen haben und zudem die internationalen Teilnahmequoten erfüllen (siehe Kapitel I in diesem Band).

In ICILS 2023 zeigt sich zunächst einmal für Deutschland ein hoher Zusammenhang zwischen Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ und den computer- und informationsbezogenen Kompetenzen von $r = .78$. In ICILS 2018 ergab sich ebenfalls ein hoher Zusammenhang von $r = .81$ in Deutschland. Der internationale Mittelwert in ICILS 2023 liegt bei $r = .76$. Im Gesamtüberblick wird deutlich, dass die Korrelationen zwischen den beiden Kompetenzbereichen in den ICILS-2023-Teilnehmerländern, die am Zusatzmodul ‚Computational Thinking‘ teilgenommen haben und die gleichzeitig die internationalen Teilnahmequoten erfüllen (siehe Kapitel I in diesem Band), zwischen $r = .82$ (Slowakei) und $r = .69$ (Slowenien), variiert. Deutlich wird damit einerseits ein hoher Zusammenhang und andererseits aber auch erneut die Eigenständigkeit der beiden in ICILS 2023 betrachteten und getesteten Kompetenzkonstrukte. Für weiterführende internationale Vergleiche der Daten aus ICILS 2023 ist zu berücksichtigen, dass gemäß Tabelle 8.2 die Korrelation zwischen den beiden getesteten Kompetenzbereichen in Deutschland vergleichsweise hoch ist.

Tabelle 8.2: Korrelation zwischen Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ und computer- und informationsbezogenen Kompetenzen von Schüler*innen in ICILS 2023 im internationalen Vergleich und in ICILS 2018 in Deutschland

Teilnehmer	Korrelationskoeffizient CT und CIL	
	r	(SE)
Slowakei	.82	(0.01)
Finnland	.81	(0.01)
Belgien (Fläm. Gem.)	.81	(0.01)
² <i>Nordrhein-Westfalen</i>	.80	(0.01)
Malta	.79	(0.01)
Frankreich	.78	(0.01)
Deutschland	.78	(0.01)
Luxemburg	.78	(0.01)
Italien	.78	(0.01)
² Serbien	.77	(0.01)
Taiwan	.77	(0.01)
VG EU	.76	(0.00)
² Schweden	.76	(0.01)
Internat. Mittelwert	.76	(0.00)
² Österreich	.76	(0.01)
Uruguay	.76	(0.01)
² Tschechien	.75	(0.01)
² ⁸ Norwegen	.75	(0.01)
⁵ USA	.74	(0.01)
² Lettland	.74	(0.01)
² Dänemark	.74	(0.01)
Republik Korea	.73	(0.01)
² Portugal	.72	(0.02)
² Kroatien	.70	(0.02)
² Slowenien	.69	(0.01)
Vergleich ICILS 2018		
Deutschland	.81	(0.01)

Kursiv gesetzt ist der Benchmark-Teilnehmer Nordrhein-Westfalen.

IEA: International Computer and Information Literacy Study 2023

© ICILS 2023

5. Zusammenschau und Diskussion der Ergebnisse

Bereits mit dem zweiten Zyklus der Studie ICILS 2018 wurde der Kompetenzbereich ‚Computational Thinking‘ als eigene, zusätzliche Testdomäne eingeführt (Eickelmann et al., 2019). Im Rahmen von ICILS 2018 hatten nur neun Teilnehmerländer an diesem Zusatzmodul teilgenommen, darunter auch Deutschland. Mit ICILS 2023 nimmt nun mit 24 Teilnehmerländern eine deutlich größere Anzahl an Bildungssystemen weltweit an dem ICILS-Zusatzmodul ‚Computational Thinking‘ teil. Auf dieser deutlich umfangreicheren Datengrundlage können mit ICILS 2023 nicht nur erneut Ergebnisse für Deutschland im internationalen Vergleich erzielt und mit den Ergebnissen aus ICILS 2018 verglichen werden, sondern erstmals empirisch hergeleitete Kompetenzstufen im Bereich ‚Computational Thinking‘ gebildet werden.

Für Deutschland und eine kleine Anzahl weiterer Staaten bzw. Bildungssysteme ist mit dem aktuellen Studienzyklus daher neben der Erfassung eines aktuellen Stands zu Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ und dem Umfang des schulischen Erwerbs von Fähigkeiten in diesem Kompetenzbereich nun ein Vergleich der Ergebnisse über einen fünfjährigen Zeitraum möglich. Dabei ist vorab festzuhalten, dass im Gegensatz zu zahlreichen anderen Staaten, wie z.B. den USA, Österreich, der Schweiz, Frankreich und Finnland, der Kompetenzbereich ‚Computational Thinking‘ in Deutschland in

der Fläche in den letzten Jahren nach wie vor noch vergleichsweise wenig Beachtung erfahren hat. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der schulische Bildungsbereich von erheblichen, nicht zuletzt durch die Pandemie bedingten Herausforderungen geprägt war, die es möglicherweise besonders erschwert haben, zukunftsgerichtete Innovationen systemisch auszuarbeiten und zu implementieren. Gleichwohl finden sich auch in Deutschland in den letzten Jahren wichtige Ansätze, die eine curriculare Abbildung von ‚Computational Thinking‘ andeuten oder ganz explizit einfordern. Hierzu gehört neben der KMK-Strategie ‚Bildung in der digitalen Welt‘ (KMK, 2016) das Aufgreifen von Aspekten des kompetenten Umgangs mit Algorithmen und Modellierungen in verschiedenen bundeslandspezifischen Konzepten. Eine erwähnenswerte Initiative ist darüber hinaus der Bundeswettbewerb ‚Informatik-Biber‘, mithilfe dessen Schüler*innen spielerisch u.a. Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ unter Wettbewerbsbedingungen erproben können und der in den letzten Jahren steigende Teilnehmer*innenzahlen zu verzeichnen hat (BWINF, 2024).

Neben Fragen zur grundsätzlichen Relevanz des Kompetenzbereiches ‚Computational Thinking‘ – auch im Sinne einer internationalen Anschlussfähigkeit schulischer Bildung in Deutschland – stellt sich die Frage, über welche diesbezüglichen Kompetenzen die Schüler*innen hierzulande im internationalen Vergleich verfügen und wie sich Lernprozesse zur Unterstützung dieses Kompetenzerwerbs gestalten. Die Studie ICILS 2023 legt dazu neue Ergebnisse vor und kann so auf empirischer Grundlage auf mögliche Stärken und mögliche Entwicklungsbereiche im Sinne einer Bereitstellung von Steuerungswissen hinweisen.

Die mit diesem Kapitel vorgelegten ersten Ergebnisse der ICILS-2023-Studie zum Kompetenzbereich ‚Computational Thinking‘ weisen für Deutschland folgende zentrale Befunde aus:

- Die mittleren Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Achtklässler*innen sind in Deutschland seit ICILS 2018 (486 Punkte) weder gestiegen noch gesunken und liegen für ICILS 2023 (479 Punkte) in einem – bis auf eine kleine Auswahl von Staaten bzw. Bildungssystemen – schwachen Länderfeld im unteren Bereich des internationalen Mittelfeldes. Dabei ist jedoch zu beachten, dass bereits in ICILS 2018 vergleichsweise geringe mittlere Kompetenzen für Deutschland festgestellt wurden, sodass ein Kompetenzrückgang durchaus bemerkenswert gewesen wäre.
- Die Verteilung der Achtklässler*innen auf die Kompetenzstufen zeigt zwei zentrale Ergebnisse: Deutlich mehr als ein Drittel der Achtklässler*innen (36.2%) verfügt in Deutschland im Bereich ‚Computational Thinking‘ nur über sehr basale Kompetenzstände, die nicht über die Kompetenzstufe II hinausgehen. Jedoch erreichen mehr als 5 Prozent (genau: 5.1%) der Schüler*innen hierzulande die höchste Kompetenzstufe V. Sie sind also in der Lage, eigenständig komplexe Problemlösungen herbeizuführen oder Codierungslösungen zu testen und weiterzuentwickeln. Dieses Ergebnis ist umso beachtlicher, als dass zum einen die Tests im Bereich ‚Computational Thinking‘ den Schüler*innen in Deutschland insgesamt schwerer gefallen sind als die im Bereich der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen und hier im Haupttestbereich der Studie ICILS dieselbe Schüler*innenkohorte (gleiche Testgruppe, gleicher Testtag) nur eine Spitzengruppe von 1.1 Prozent auf der Kompetenzstufe V aufweist.
- Es zeigt sich zudem, dass die Kompetenzstände von Gymnasiast*innen der 8. Jahrgangsstufe (555 Punkte), wie bereits in ICILS 2018, deutlich höher liegen als an den anderen Schulformen der Sekundarstufe I (438 Punkte), wobei auch an den Gymnasien ein Anteil von 10.0 Prozent nur über sehr geringe Kompetenzen verfügt (maximal Kompetenzstufe II). Dieser Wert ist mit fast 50 Prozent (genau: 49.8%) an den nicht gymnasialen Schulformen in Deutschland extrem hoch.

- Betrachtet man zudem die Schulformen einzeln zeigt sich, dass im Fünfjahresvergleich seit ICILS 2018 die mittleren Kompetenzstände der Schüler*innen im Bereich ‚Computational Thinking‘ sowohl an Gymnasien (ICILS 2018: 549 Punkte; ICILS 2023: 555 Punkte) als auch an anderen Schulformen der Sekundarstufe I (ICILS 2018: 450 Punkte; ICILS 2023: 438 Punkte) keine signifikanten Unterschiede zu ICILS 2023 aufweisen. Dies ist insofern bemerkenswert, als dass im Vergleich dazu die computer- und informationsbezogenen Kompetenzen an anderen Schulen der Sekundarstufe I in den gleichen Betrachtungszeiträumen deutlich und signifikant zurückgegangen sind.
- Die Betrachtung der Kompetenzstände differenziert nach Hintergrundmerkmalen der Schüler*innen zeigt erhebliche Entwicklungsbedarfe für Deutschland auf. So ergeben sich für den Bereich ‚Computational Thinking‘ vor allem in Bezug auf die Merkmale Zuwanderungshintergrund, Familiensprache und soziale Herkunft (operationalisiert über das kulturelle Kapital) erhebliche Bildungsdisparitäten. Dabei führt Deutschland die internationale Rangliste der Staaten mit den größten Bildungsdisparitäten für die Bereiche des Zuwanderungshintergrunds und der sozialen Herkunft in besorgniserregender Weise an. Für das Merkmal der überwiegend gesprochenen Sprache in der Familie finden sich nur in der Slowakei noch größere Bildungsdisparitäten als in Deutschland. Die festgestellten Disparitäten sind zudem seit ICILS 2018 in Teilen nochmals deutlich angestiegen bzw. – in Bezug auf die soziale Herkunft – unverändert hoch geblieben. Zu ergänzen ist, dass sich, wie schon in ICILS 2018, erneut keine mittleren Kompetenzunterschiede im Bereich ‚Computational Thinking‘ zwischen Mädchen und Jungen zeigen. Dieses Ergebnis kann jedoch nicht als Anlass für eine positive Einschätzung genommen werden, da die mittleren Kompetenzstände in Deutschland für beide vorgenannten Schüler*innengruppen als gleichermaßen niedrig einzuschätzen sind.
- Schaut man darauf, in welchem Umfang die Schüler*innen angeben, Fähigkeiten im Bereich ‚Computational Thinking‘ in der Schule erlernt zu haben, so wird im Gesamtblick auf die Ergebnisse in verschiedenen Themenfeldern (z.B. *ein schwieriges Problem zu lösen, indem man es in mehrere leichte Probleme zerlegt* oder *in Daten Regelmäßigkeiten zu erkennen*) deutlich, dass in Bezug auf alle betrachteten Ergebnisse die Werte für Deutschland im internationalen Vergleich unterdurchschnittlich sind. Hier wäre, um zukünftige Entwicklungen in Deutschland anzustoßen, für weitere vertiefende Analysen interessant zu untersuchen, welche Teilnehmerländer hier über besonders hohes Engagement in der schulischen Förderung von Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ verfügen und welche dahinterliegenden Lehr- und Lernprozesse als zuträglich eingestuft werden können.
- Zuletzt wird als eher informierende Analyse nochmals, wie bereits für ICILS 2018, der Zusammenhang zwischen den beiden in ICILS 2023 getesteten Kompetenzkonstrukten betrachtet. Dabei gehört Deutschland im internationalen Vergleich zu den Staaten, die einen vergleichsweise hohen mittleren Zusammenhang ($r = .78$) zwischen den beiden in ICILS 2023 betrachteten Kompetenzbereichen aufweisen. Im internationalen Vergleich variiert dieser zwischen $r = .82$ (Slowakei) und $r = .69$ (Slowenien). Die Ergebnisse verdeutlichen erneut die Notwendigkeit im Kontext der digitalen Kompetenzen den Bereich ‚Computational Thinking‘ auch in Deutschland als eigenständigen, für alle Heranwachsenden zu fördernden Kompetenzbereich zu betrachten und die Entwicklung von entsprechenden Lehr- und Lernsettings zu forcieren.

Die Frage, wie die hier vorgelegten Ergebnisse zum Kompetenzbereich ‚Computational Thinking‘ einzuordnen sind, ist in Deutschland zukünftig aus mehrerer Perspektiven zu betrachten. Hierzu gehört die schon angesprochene (1) internationale Anschlussfähigkeit, (2) die Frage nach der Weiterentwicklung schulischer Bildung über

curriculare Verortungen und entsprechend anknüpfende Professionalisierungsangebote für Lehrkräfte aller Fächer sowie (3) die Entwicklung von geeigneten Lehr-Lernsettings zur Unterstützung dieser, aus internationaler Perspektive auch im Hinblick auf die dynamischen Entwicklungen im KI-Bereich, höchstrelevanten Kompetenzbereiche.

In Bezug auf (1) die internationale Anschlussfähigkeit stellt sich für Deutschland die Frage, inwiefern andere Bildungssysteme als Referenz für mögliche Weiterentwicklungen des Kompetenzbereiches ‚Computational Thinking‘ herangezogen werden können. Trotz eingeschränkter Übertragbarkeit könnten Ansätze aus Ländern mit längerer Tradition bezogen auf die Implementierung von Kompetenzen aus dem Bereich ‚Computational Thinking‘ in schulische Curricula (Labusch & Eickelmann, 2021) und deren Erfahrungen mit Blick auf die systematische Gestaltung von daran angebotenen Lehr-Lernsettings in allen Unterrichtsfächern mögliche Impulse für notwendige Weiterentwicklungen in Deutschland bereitstellen.

Hinsichtlich (2) der curricularen Umsetzungen finden sich zwar bereits erste Empfehlungen und Ansätze in Deutschland, wie Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ in Curricula eingebettet werden können, jedoch fehlt es bisher an einer flächendeckenden und expliziten Implementierung in allen Bundesländern. Mit der curricularen Umsetzung einhergehend finden sich auch Forderungen, wie bspw. von der SWK (2022), die u.a. die Einführung des Pflichtfaches Informatik empfiehlt. Dabei gilt es Informatik jedoch nicht nur als einzelnes Fach zu stärken, sondern über alle Fächer hinweg mögliche Anwendungskompetenzen im Bereich der Informatik und damit verbunden im Bereich ‚Computational Thinking‘ auszubilden. Damit eng verknüpft gewinnt die systematische Implementierung von Informatikkompetenzen und damit, als ein Teilbereich dieser Kompetenzen, auch die Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ in der Aus- und Weiterbildung aller Lehrkräfte an Bedeutung (Diethelm et al., 2023; SWK, 2022). Hierzu gilt es Lehrkräfte aller Fächer im Bereich ‚Computational Thinking‘ – entsprechend möglicher Curricula-Implementierungen – zu qualifizieren, um die Ausbildungsmöglichkeiten dieser Querschnittskompetenz in fachbezogenen Anwendungen zu realisieren. Argumentativ kann hierbei auch an die KMK-Strategie aus dem Jahr 2016 angeknüpft werden (KMK, 2016).

Neben einer derartigen Qualifizierung der Lehrkräfte müssten zugleich (3) geeignete fachdidaktisch und pädagogisch fundierte Lehr-Lernsettings zur Unterstützung der konkreten Unterrichtsgestaltung zum Erwerb von Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ entwickelt werden. Dabei können bereits existente Lernumgebungen fachbezogen weiterentwickelt und gezielt genutzt werden. In diesem Kontext sollten auch aktuelle Entwicklungen in Bezug auf technologische Fortschritte in der Realisierung des Kompetenzerwerbs der Schüler*innen bedacht werden sowie im Sinne einer Metaperspektive mögliche Weiterentwicklungen des Kompetenzkonstruktes ‚Computational Thinking‘ reflektiert werden. So zeigen sich enge Verknüpfungen und Überschneidungen zwischen Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ und solche für den KI-Bereich (Wong et al., 2020), weshalb begründet mit der Ausweitung von KI in schulischen Kontexten und insgesamt anzunehmen ist, dass die Relevanz von Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ deutlich zunehmen wird. Jedoch gehen zukünftig möglicherweise auch notwendige Erweiterungen bzw. Adaptionen des Kompetenzkonstruktes im Bereich ‚Computational Thinking‘ mit den technologischen Entwicklungen in Bezug zur KI einher, da mit einer Verlagerung auf KI-Systeme datenbasierte Aspekte weiter zunehmend an Relevanz gewinnen werden als regelbasierte Aspekte, wie sie derzeit im Bereich der Kompetenzen von ‚Computational Thinking‘ vorzufinden sind (Grover, 2024; Vartiainen et al., 2021). Sowohl zu entwickelnde Lehr-Lernsettings als auch die curriculare Gestaltung müssten auch in Deutschland diesen hochgradig dynamischen Entwicklungen Rechnung tragen und erfordern eine stetige Weiterentwicklung und Anpassung an aktuelle und zukünftige Anforderungen.

Abschließend sei gesagt: Während noch die ICILS-2018-Studie, trotz vorgelegter und fundierter Erkenntnisse zum Kompetenzbereich ‚Computational Thinking‘ für Deutschland im internationalen Vergleich hierzulande in der Fläche nicht zu einer zukunftsorientierten bildungspolitischen Reflexion der seinerzeit vorgelegten Ergebnisse geführt hat, bietet nun ICILS 2023 für diesen Bereich neue Ansatzpunkte und neues Steuerungswissen, das es vor dem Hintergrund der dynamischen Entwicklungen im Kontext der digitalen Transformation nun aufzugreifen gälte.

Literatur

- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Kamylyis, P., Dagienė, V., Wastiau, P., Engelhardt, K., Earp, J., Horvath, M., Jasutė, E., Malagoli, C., Masiulionytė-Dagienė, V. & Stupurienė, G. (2022). *Reviewing Computational Thinking in Compulsory Education. State of play and practices from computing education*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/126955>
- BWINF (Bundeswettbewerb Informatik). (2024). *Informatik-Biber. Informatik für alle*. <https://bwinf.de/biber/>
- Diethelm, I., Bergner, N., Brinda, T., Dittert, N., Döbeli Honegger, B., Freudenberg, R., Funke, F., Hannappel, M., Hildebrandt, C., Humbert, L., Kramer, M., Losch, D., Nenner, C., Pampel, B., Schmitz, D., Spalteholz, W. & Weinert, M. (2023). *Informatikkompetenzen für alle Lehrkräfte*. Gesellschaft für Informatik e.V. https://doi.org/10.18420/rec2023_064
- 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). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_4
- Eickelmann, B., Vahrenhold, J. & Labusch, A. (2019). Der Kompetenzbereich ‚Computational Thinking‘. Erste Ergebnisse des Zusatzmoduls für Deutschland im internationalen Vergleich. In B. Eickelmann, W. Bos, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, M. Senkbeil & J. Vahrenhold (Hrsg.), *ICILS 2018 #Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking* (S. 367–398). Waxmann. <https://doi.org/10.25656/01:18330>
- European Commission. (2020). *Digital Education Action Plan 2021–2027. Resetting education and training for the digital age*. https://education.ec.europa.eu/sites/default/files/document-library-docs/deap-communication-sept2020_en.pdf
- Fraillon, J. (Hrsg.). (2024). *An international perspective on digital literacy: Results from ICILS 2023*. IEA. <https://www.iea.nl/publications/icils-2023-international-report>
- Fraillon, J., Ainley, J., Schulz W., Friedman, T. & Duckworth, D. (Hrsg.). (2020). *Preparing for life in a digital world. IEA International Computer and Information Literacy Study 2018. International report*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-38781-5>
- Fraillon, J. & Rožman, M. (Hrsg.). (2024). *IEA International Computer and Information Literacy Study 2023. Assessment framework*. IEA. https://www.iea.nl/sites/default/files/2023-12/20231221%20ICILS2023_Assessment_Framework_Final_0.pdf
- Grover, S. (2024). Teaching AI to K-12 learners: Lessons, issues, and guidance. In B. Stephenson, J. A. Stone, L. Battestilli, S. A. Rebelsky & L. Shoop (Hrsg.), *Proceedings of the 55th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1* (S. 422–428). ACM. <https://doi.org/10.1145/3626252.3630937>
- KMK (Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland). (2016). *Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 08.12.2016 in der Fassung vom 07.12.2017*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2016/2016_12_08-Bildung-in-der-digitalen-Welt.pdf
- Labusch, A. & Eickelmann, B. (2021). Students' learning of computational Thinking in schools with different curriculum approaches including individual student characteristics. In C. K. Looi, B. Wadhwa, V. Dagienė, P. Seow, Y. H. Kee & L. K. Wu (Hrsg.), *Proceedings of the 5th APSCE International Computational Thinking and STEM in Education Conference 2021* (S. 43–46). National Institute of Education.

- Labusch, A. & Eickelmann, B. (2023). Learning computational Thinking in secondary school (year 8) in Germany in international comparison: Results from ICILS 2018. In T. Keane & A. E. Fluck (Hrsg.), *Teaching coding in K-12 schools: Research and application* (S. 319–329). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21970-2_21
- Senkbeil, M., Eickelmann, B., Vahrenhold, J., Goldhammer, F., Gerick, J. & Labusch, A. (2019). Das Konstrukt der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen und das Konstrukt der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ in ICILS 2018. In B. Eickelmann, W. Bos, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, M. Senkbeil & J. Vahrenhold (Hrsg.), *ICILS 2018 #Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking* (S. 79–111). Waxmann. <https://doi.org/10.25656/01:18321>
- SWK (Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz). (2022). *Digitalisierung im Bildungssystem: Handlungsempfehlungen von der Kita bis zur Hochschule. Gutachten der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK)*. SWK. <https://doi.org/10.25656/01:25273>
- Vartiainen, H., Toivonen, T., Jormanainen, I., Kahila, J., Tedre, M. & Valtonen, T. (2021). Machine learning for middle schoolers: Learning through data-driven design. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 29, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100281>
- Wong, G. K. W., Ma, X., Dillenbourg, P. & Huan, J. (2020). Broadening artificial intelligence education in K-12. *ACM Inroads*, 11(1), 20–29. <https://doi.org/10.1145/3381884>