

Christian Fridrich, Barbara Herzog-Punzenberger, Helga
Grössing, Harald Knecht, Norbert Kraker, Gundula Wagner (Hg.)



Forschungsperspektiven 17

Norbert Kraker: **Vorwort**

Christian Fridrich, Helga Grössing, Harald Knecht, Gundula Wagner: **Bildung in Schul- und Hochschulkontexten**

Vorschulische und schulische Bildung

Helmuth Benda: **Co-Teaching mit geteilter Klassenführung**

Christiane Gesierich: **Offene Ohren – Volksschulalltag als akustische Belastung?**

Bernhard Koch: **Klima-Bildung im Setting Kindergarten. Eltern und Fachkräfte im Fokus**

Daniela Krienzer: **Übergangsgestaltung vom Kindergarten in die Volksschule**

Thomas Leitgeb, Wolfram Rollett: **Effekte individueller Merkmale auf das Fähigkeits-selbstkonzept von Schüler*innen im Wahlpflichtfach Coding und Robotik**

Hochschulbildung

Claudia Leditzky: **Diskriminierungskritik als Bildungsinhalt: Chancen und Herausforderungen für die Hochschullehre**

Michaela Panzenböck, Alexandra Marksteiner, Andrea Möller: **Einstellungen österreichischer Biologielehrkräfte zur schulischen Sexualbildung**

Peter Vogl, Michael Methlagl, Barbara Hanfstingl: **Emotionsregulationstraining für Studierende des Lehramts Primarstufe**

Andreas Schreier: **Schulisches Employer Branding: Strategien für ein wertschätzendes und kommunikatives Arbeitsumfeld**

Anastasiya Savran, Thomas Ballhausen, Hendrik Renneberg, Rolf Laven, Michael Hoch: **Forschungsprojekt zum Kunst- und Wissenschaftsvermittlungsformat Cultural Collisions**

Methodenbeitrag

Gundula Wagner: **Kurzanleitung zum qualitativen Forschen**

Die Effekte individueller Merkmale auf das Fähigkeitsselbstkonzept von Schüler*innen im Wahlpflichtfach Coding und Robotik an burgenländischen Sekundarstufenschulen

Thomas Leitgeb, Wolfram Rollett

Abstract Deutsch

In einer vorangegangenen Publikation (Leitgeb, Rollett & Zimmermann 2023) konnten wir den Nachweis erbringen, dass Schüler*innen der Sekundarstufe I in der Entwicklung ihres Fähigkeitsselbstkonzepts (FSK) profitieren, wenn sie an einem, an Computational Thinking und Educational Robotics orientierten, Lernangebot, dem *Wahlpflichtfach Coding und Robotik (Wpf. C&R)*, teilnehmen. Der vorliegende Beitrag berichtet vertiefende Analysen desselben Datensatzes, mit denen der Frage nachgegangen wird, ob bestimmte Schüler*innen in Bezug auf die Selbstkonzeptentwicklung mehr profitieren als andere. Dazu wurde mittels einfaktoriellen Varianzanalysen mit Messwiederholung überprüft, ob bestimmte individuelle Merkmale der Schüler*innen (Geschlecht, Migrationshintergrund, Bildungshintergrund der Eltern, Familiensprache) mit höheren bzw. niedrigeren Effekten auf verschiedene Aspekte des Selbstkonzeptes einhergehen. Für keines der Merkmale ließen sich signifikante Interaktionseffekte nachweisen. Der in der vorangegangenen Publikation berichtete positive Effekt des Wpf. C&R auf das FSK der teilnehmenden Schüler*innen hat sich demnach als unabhängig von den hier betrachteten Merkmalen erwiesen. Demnach profitieren die teilnehmen Schüler*innen, unabhängig von ihren individuellen Merkmalen, von der Teilnahme am Wpf. C&R. Mit dessen curricularem Konzept scheint es demnach gelungen zu sein, ein in Bezug auf das FSK chancengleiches Entwicklungsumfeld für eine heterogene Schülerschaft zu schaffen.

Schlüsselwörter

Fähigkeitsselbstkonzept, Coding und Robotik, soziokulturelle Faktoren, Computational Thinking, Bildungsungleichheiten

Abstract English

In a previous publication (Leitgeb, Rollett & Zimmermann 2023), we were able to demonstrate that secondary school students benefit in the development of their self-concept of ability (FSK) when they participate in a learning program oriented toward computational thinking and educational robotics, the elective subject Coding and Robotics (Wpf. C&R). This article reports in-depth analyses of the same data set, which examine whether certain students benefit more than others in terms of self-concept development. To this end, we examine whether certain individual characteristics of the students (gender, migration background, parents' educational background, family language) are associated with higher or lower effects on various aspects of self-concept. No significant interaction effects could be demonstrated for any of the characteristics. The positive effect of Wpf. C&R on the FSK of the participating students reported in the previous publication has therefore proven to be independent of the characteristics considered here. Accordingly, participating students benefit from participating in Wpf. C&R regardless of their individual characteristics. Its curricular concept therefore appears to have succeeded in creating an equal opportunity development environment for a heterogeneous student body in terms of FSK.

Keywords

Ability self-concept, Coding and Robotics, sociocultural factors, Computational Thinking, educational inequalities

Zu den Autoren

Thomas Leitgeb, HS.-Prof. Dr. BEd MA MA, Pädagogische Hochschule Burgenland, Leitung Zentrum für Digitale Kompetenz und MIN(K)T

Kontakt: thomas.leitgeb@ph-burgenland.at

Wolfram Rollett, Univ.-Prof. Dr., Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Leitung Arbeitsgruppe Schulpädagogik mit dem Schwerpunkt Schulentwicklung

Kontakt: wolfram.rollett@uol.de

1 Ausgangslage, Problemstellung und theoretische Grundlagen

Die fortschreitende Digitalisierung durchdringt mittlerweile sämtliche Lebensbereiche und bedingt sich laufend verändernde lebensweltliche Anforderungen, deren erfolgreiche Bewältigung ausgeprägte digitale Kompetenzen voraussetzt (z. B. Vuorikari, Kluzer & Punie 2022). Um dieser Entwicklung Rechnung zu tragen, ist die Vermittlung und systematische Förderung von

digitalen Kompetenzen inzwischen ein zentraler Bestandteil schulischer Curricula. Digitale Kompetenz lässt sich als die sichere, kritische und verantwortungsbewusste Nutzung sowie reflektierte Auseinandersetzung mit digitalen Technologien zur Bildung, im beruflichen Kontext und für gesellschaftliche Teilhabe beschreiben (European Commission 2019). Sie umfasst eine Kombination aus Wissen, Fähigkeiten und Einstellungen (Ferrari 2013).

Bisher ist die Entwicklung digitaler Kompetenzen in Kindheit und Jugend noch stark von der familiären Herkunft geprägt (Wicht et al. 2023). Damit Schule ihren Bildungsauftrag in diesem Bereich erfüllt, ist die Implementierung innovativer didaktischer Konzepte erforderlich. Ein besonders vielversprechender Ansatz ist die Integration von Computational Thinking (CT) in das schulische Curriculum (Wing 2006). Nach Eickelmann et al. (2019a) umfasst CT die Fähigkeit, reale Problemstellungen zu analysieren, algorithmische Lösungswege zu entwickeln und diese mittels computerbasierter Anwendungen umzusetzen. Die vertiefte Auseinandersetzung mit CT unter Einsatz digitaler Medien und Technologien erlaubt es den Schüler*innen, ihre digitalen Kompetenzen in entsprechend gestalteten Lernangeboten zu erweitern (Eickelmann et al. 2019b). Allerdings stellt der hohe Abstraktionsgrad CT-orientierter Lerninhalte eine erhebliche Herausforderung in der schulischen Praxis dar. Die didaktische Verbindung von CT mit Educational Robotics (ER) – im Folgenden CT&ER – bietet hierfür einen Lösungsansatz, da sich die Prinzipien des CT durch den Einsatz von Robotersystemen anschaulich und handlungsorientiert vermitteln lassen (Eguchi 2016; Leitgeb et al. 2023). In entsprechend konzipierten Unterrichtseinheiten bearbeiten Schüler*innen mithilfe digitaler Technologien kognitiv anspruchsvolle, mit CT zu lösende, Aufgaben, wobei sie u. a. lernen, komplexere Probleme in Teilaufgaben zu zerlegen, Muster zu identifizieren sowie eigene Algorithmen zu entwickeln und anzuwenden (Eickelmann et al. 2019b; Li et al. 2020; Lodi & Martini 2021). Der Einsatz von Robotersystemen ist dabei in dreifacher Hinsicht bedeutsam: (1) als Lernobjekt für Konstruktion und Programmierung, (2) als Lernmedium zur Vermittlung von CT-Inhalten und (3) als Motivationshilfe (Eguchi 2014). Lernangebote zu CT bzw. CT&ER fördern neben Problemlösefähigkeiten auch ein breites Spektrum an kognitiven und nicht-kognitiven Kompetenzen (Guggemos 2021; Leitgeb et al. 2023; Scheel, Vladova & Ullrich 2022). Obwohl die positiven Effekte eines CT-orientierten Unterrichts gut dokumentiert sind, ist die Forschung, welche Bedeutung indi-

viduelle Schülermerkmale für die Effekte und damit für die Wirksamkeit von CT-Lernangeboten haben, noch am Anfang. Die vorliegende Studie geht in diesem Zusammenhang der Frage nach, ob ein an CT orientiertes Curriculum das Fähigkeitsselbstkonzept (FSK) von Schüler*innen von ausgewählten individuellen Merkmalen abhängt.

1.1 Fähigkeitsselbstkonzept

Das Fähigkeitsselbstkonzept wird dabei als ein mehrdimensionales, hierarchisch strukturiertes System von Selbstwahrnehmungen bezüglich eigener Fähigkeiten und Kompetenzen verstanden (Marsh et al. 2006; Shavelson, Hubner & Stanton 1976). Es umfasst sowohl kognitive Dimensionen, beispielsweise die Einschätzung eigener Fertigkeiten in spezifischen Bereichen, als auch affektiv-motivationale Dimensionen wie Interesse, Selbstvertrauen und Erwartungen an die eigene Leistungsfähigkeit (Bong & Skaalvik 2003). Bei Kindern und Jugendlichen ist das schulbezogene akademische Selbstkonzept zentraler Gegenstand der Forschung in diesem Bereich. Eine positive Ausprägung wurde dabei u. a. als wichtige Determinante für Lernmotivation, schulisches Engagement und Schulleistungen identifiziert (Lee 2022). In Bezug auf die Entwicklung des schulischen akademischen Selbst weisen Dickhäuser et al. (2002) auf die Bedeutung individueller Erfolgserfahrungen hin.

Auch in der MINT-didaktischen Forschung hat sich das Fähigkeitsselbstkonzept als ein zentraler Prädiktor für akademische Leistungen, fachliche Kurswahl und Persistenz im jeweiligen Fachgebiet erwiesen (Scherer, Siddiq & Viveros 2019). Dabei wird das Fähigkeitsselbstkonzept häufig herangezogen, um Erfolge bzw. Herausforderungen im schulischen Kontext zu erklären und Interventionsansätze zur Förderung fachspezifischer Kompetenzen zu begründen (siehe z. B. Jansen, Scherer & Schroeders 2015).

1.2 Computational Thinking in der Schule

Seit den 2010er-Jahren erfährt das Konzept des CT im Bildungssektor eine kontinuierlich wachsende Beachtung (Eickelmann et al. 2019b). Dies zeigt sich insbesondere in einem internationalen Trend, CT als Lerninhalt in schulische Curricula aufzunehmen (Shi 2018; Eickelmann et al. 2019b). Trotz dieses Fortschritts wird die Frage, wie CT am besten in das schulische Curriculum bzw. den Unterricht integriert werden kann, nach wie vor kontrovers disku-

tiert. Dabei lassen sich drei Ansätze der Implementation unterscheiden: (1) CT als eigenständiges Unterrichtsfach, (2) CT als Bestandteil des Informatikcurriculums und (3) die fachübergreifende Integration von CT (Department of Education 2013; Eickelmann et al. 2019a; Undervisningsministeriet 2018 zit. nach Eickelmann et al. 2019b).

Auch in Bezug auf Auswahl der zentralen Lerninhalte können deutliche Unterschiede bestehen. Inhaltliche Schwerpunkte lassen sich im CT-Curriculum beispielsweise auf (1) den Aufbau eines Verständnisses algorithmischer Abläufe beim Programmieren, (2) die Vermittlung von Informatikprinzipien zur digitalen Problemlösung oder (3) die Entwicklung eines Verständnisses realer Phänomene durch die Verwendung digitaler Technologien setzen (Steiner & Himpsl-Guterman 2020; Lodi & Martini 2021).

Als konzeptionelle Basis für die inhaltliche Implementierung von CT-Curricula an Schulen dient häufig das Rahmenmodell der Computer Science Teachers Association und der International Society for Technology in Education (CSTA & ISTE 2011; vgl. auch Ma et al. 2019). Dazu gehören die Analyse und formalisierte Beschreibung von Problemen, sodass diese mithilfe digitaler Systeme gelöst werden können, die logische Organisation und Analyse von problemrelevanten Daten sowie ihre abstrahierende Darstellung. Hinzu kommt die Automatisierung von Lösungen mittels Algorithmen, die effiziente und effektive Identifizierung sowie Analyse von Lösungswegen und schließlich die Verallgemeinerung des Problemlösungsprozesses zur Übertragung auf eine Vielfalt unterschiedlicher Problemstellungen (ebd., vgl. auch Leitgeb et al. 2023).

1.3 Forschungsstand zu Wirkungen von Computational Thinking, Educational Robotics und ihrer Verbindung (CT&ER) in der Schule

Zu den Wirkungen, die CT-Lernangebote bzw. konzeptuell entsprechend angereicherter Unterricht auf Lernende entfalten können liegen die Ergebnisse verschiedener Metaanalysen vor. So konnten Scherer, Siddiq und Viveros (2019) auf der Grundlage von 105 Studien und 539 Effektgrößen positive Effekte von CT-basiertem Unterricht auf kognitive und metakognitive Fähigkeiten sowie kreatives Denken nachweisen. Metaanalysen, die die Wirkbedingungen von CT-Lernangeboten vertiefend untersuchten, identifizierten methodisch-didaktische Ansätze wie Pair-Programming, „unplugged“-

Aktivitäten und projektbasiertes Lernen als besonders wirksam (Chen, Wang & Li 2023).

Auch für ER-Lernangebote wurden metaanalytisch signifikante positive Effekte auf eine Bandbreite an kognitiven Fähigkeiten sowie auf das wissenschaftliche Verständnis nachgewiesen (Anwar et al. 2019; Wang et al. 2023). Allerdings gibt es bisher nur wenige Studien zur kombinierten Wirkung von CT und ER auf Schüler*innen. Ioannou und Makridou (2018) führen in ihrer Übersichtsarbeit zur Befundlage Forschungsarbeiten zu positiven Effekten auf das schlussfolgernde Denken bzw. Problemlösen, das Verständnis mathematischer Konzepte, das Fähigkeitsselbstkonzept und technisches Selbstvertrauen auf.

Ausgehend von dem Forschungsstand zur Wirkung von CT-, bzw. CT&ER-Lernangeboten und der Selbstkonzeptforschung untersucht der vorliegende Beitrag, inwieweit positive Effekte eines CT&ER Lernangebotes auf das Fähigkeitsselbstkonzept der teilnehmenden Schüler*innen mit deren individuellen Merkmalen (Geschlecht, Migrationshintergrund, Bildungshintergrund der Eltern, Familiensprache) in Verbindung steht. Dabei baut die Analyse auf einer früheren Arbeit von Leitgeb et al. (2023) auf, in der positive Effekte auf das Fähigkeitskonzept der teilnehmenden Schüler*innen für ein im nächsten Abschnitt beschriebenes Lernangebot nachgewiesen werden konnten, und verwendet neuerlich deren Datensatz.

2 Das Wahlpflichtfach C&R im schulischen Curriculum der Sekundarstufe I im Burgenland

Im Schuljahr 2017/2018 wurde das Wahlpflichtfach Coding und Robotik (Wpf. C&R) an 24 von 38 burgenländischen Pflichtschulen der Sekundarstufe I eingeführt. Es wird über zwei Schuljahre hinweg in der siebten und achten Schulstufe im Umfang von drei Wochenstunden angeboten. Um das Fach anzubieten, mussten Schulen einerseits Robotersysteme (wie LEGO Mindstorms) und genügend digitale Endgeräte (PCs, Laptops, Tablets) beschaffen und andererseits Lehrkräfte, die C&R unterrichten sollten, zu einer modularen Fortbildung mit 78 Unterrichtseinheiten zur Nutzung digitaler Medien und Robotersysteme entsenden (Leitgeb 2019; Leitgeb et al. 2023).

Zur Umsetzung von C&R können die Schulen über die Lernplattform LMS¹ auf kompetenzorientierte Jahresplanungen sowie darauf abgestimmte Lern- und Lehrmaterialien zugreifen. Diese Lernaufgaben sind fächerübergreifend konzipiert und werden allen Schulen in Form von E-Books zur Verfügung gestellt. Das Curriculum verbindet Computational Thinking (CT) mit Educational Robotics (ER) und umfasst Kompetenzen wie Sach-, Selbst- und Sozialkompetenz, Ambiguitätstoleranz, Kommunikations- und Problemlösungsfähigkeiten, Umgang mit Komplexität, Ausdauer, handlungsleitendes und wertbezogenes Wissen, Geschlechterrollen in technischen Berufen sowie geschlechterspezifische Interessen und Bedürfnisse (PPHB 2018).

Das zugrunde liegende Kompetenzmodell für das Wpf. C&R (Leitgeb et al. 2023) basiert auf dem Digital-Literacy-Framework der britischen Organisation Joint Information Systems Committee (JISC 2014). Da dieses Modell ursprünglich für die tertiäre Bildung konzipiert wurde, musste es für die Sekundarstufe I adaptiert werden. Bereiche wie Digital Scholarship und Career and Identity Management wurden gestrichen, während CT&ER als Querschnittsdimension aufgenommen wurde. ER wird dabei als ein Zusammenspiel unterschiedlicher Kompetenzen, Techniken und Strategien mit einem klaren Bezug zu digitalen Technologien verstanden. In der fachdidaktischen Umsetzung erfüllt ER die Funktion als Lernmittel, konkreter Lerninhalt sowie Motivations- und Aktivierungsmaßnahme beim Lernen (Leitgeb et al. 2023).

Das TMIP-Modell wurde zur Vermittlung des Fachwissens im Wpf. C&R für den schulischen Einsatz angepasst (Leitgeb et al. 2023). Dieses Modell basiert auf den drei Phasen Think, Make und Improve des TMI-Modells von Martinez und Stager (2013) und wurde um die zusätzliche Phase Present erweitert. In der Think-Phase wird die Aufgabenstellung identifiziert und Vorwissen aktiviert. In der Make-Phase wird das Wissen kooperativ zur Lösung der Aufgabenstellung angewendet. Die Improve-Phase dient der Reflexion und Verbesserung der Ergebnisse. In der Präsentationsphase wird das Produkt vorgestellt und diskutiert, was eine systematische Darstellung der Lerninhalte erfordert.

¹ www.lms.at

3 Forschungsdesign und Stichprobe

Die Datenerhebung erfolgte im Rahmen einer längsschnittlichen, quasi-experimentellen Studie im Schuljahr 2018/2019, an der Schüler*innen der siebten Jahrgangsstufe aus allen 38 Mittelschulen im österreichischen Bundesland Burgenland teilnahmen. Die finale Nettostichprobe umfasste 1.381 Schüler*innen, und entsprach damit 85,5 % der ursprünglichen Bruttostichprobe ($n = 1.682$). Zur Erfassung der intraindividuellen Entwicklung wurden drei Erhebungszeitpunkte realisiert: Zu Beginn des Schuljahres im September 2018 (t1), zur Mitte des Schuljahres im Februar 2019 (t2) und zum Ende des Schuljahres im Juni 2019 (t3).

410 Schüler*innen der Stichprobe belegten das Wpf. C&R, während 971 Schüler*innen andere Wahlpflichtfächer (z. B. Naturwissenschaften, Sprachen oder Kunst) wählten. Das Curriculum der siebten Schulstufe sah zudem eine Wochenstunde im Fach „Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT)“ und eine Stunde mit „Digitale Grundbildung“ mit insgesamt etwa 80 Unterrichtseinheiten vor, dass alle Schüler*innen verpflichtend besuchten. Dabei wurden Themen behandelt, die in einem engen Zusammenhang zum Wpf. C&R standen wie gesellschaftliche Aspekte des Medienwandels, Informations- und Medienkompetenz, Betriebssysteme, Mediengestaltung, digitale Kommunikation, Internetsicherheit sowie technische Problemlösung (Leitgeb et al. 2023).

Die Datenerhebung erfolgte mittels der Open-Source-Software Lime Survey. Sie wurden von geschulten Lehrkräften administriert, die zuvor eine zweistündige Schulung erhalten haben.

Unabhängige Variablen

Die unabhängigen Variablen wurden zum ersten Messzeitpunkt (MZP) erhoben. Das *Geschlecht* der Schüler*innen wurde dichotom kodiert (0 = männlich, 1 = weiblich). Der *Migrationshintergrund* wurde anhand des Geburtslandes von Eltern und Kind ermittelt (0 = ohne Migrationshintergrund, 1 = mit Migrationshintergrund). Der höchste Schulabschluss der Eltern wurde separat für Mutter und Vater erfasst und als Indikator für die Variable *schulischer Bildungshintergrund der Eltern* verwendet (0 = kein Elternteil mit höherer schulischer Bildung, 1 = mind. ein Elternteil mit höherer schulischer Bildung). Die Variable *Familiensprache* bildet die im familiären Alltag überwiegend verwendete Sprache ab und damit einen Aspekt des individuellen kulturellen Hintergrun-

des ab. Die Variable wurde dichotom kodiert: Schüler*innen, in deren Familie primär Deutsch gesprochen wird, erhielten den Wert „0“; Schüler*innen, bei denen zu Hause überwiegend eine andere Sprache als Deutsch gesprochen wird, den Wert „1“.

Abhängige Variablen

Die Skala *Fähigkeitsselbstkonzept im Umgang mit digitalen Medien (FSK-UDM)* umfasst sechs Items, mit denen die Schüler*innen ihre Kompetenzen im Umgang mit digitalen Medien (Computer, Tablet und Laptop) einschätzen. Die Items werden auf einer vierstufigen Likert-Skala bewertet (1 = trifft zu, 2 = trifft eher zu, 3 = trifft eher nicht zu, 4 = trifft nicht zu). Eines der Items beinhaltet eine soziale Referenz („Ich kenne mich mit digitalen Medien besser aus als meine Schulkolleg*innen“), ein weiteres bezieht sich auf das individuelle Begabungskonzept („Ich bin im Umgang mit digitalen Medien begabt“). Die übrigen vier Items erfassen die Einschätzung der subjektiven Zugänglichkeit und Nützlichkeit digitaler Medien für schulische Aufgaben sowie auf deren wahrgenommene Komplexität („Für das, was ich in der Schule brauche, komme ich gut mit digitalen Medien aus“; „Ich finde das Arbeiten mit digitalen Medien sehr einfach“; „Digitale Medien sind gute Hilfsmittel für das Lernen“; „Digitale Medien sind zu kompliziert für mich“ [rekodiert]).

Die Skala *Fähigkeitsselbstkonzept im Umgang mit spezifischen digitalen Technologien (FSK-SDT)* erfasst mit elf Items das individuelle Fähigkeitsselbstkonzept hinsichtlich konkreter digitaler Technologien und typischer Nutzungsszenarien. Die Schüler*innen bewerteten ihre Kompetenzen auf einer fünfstufigen Notenskala entsprechend dem österreichischen Schulnotensystem (1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = befriedigend, 4 = genügend, 5 = nicht genügend). Die Instruktion lautete: „Wenn du dir eine Schulnote geben müsstest: Wie gut kennst du dich in folgenden Dingen auf einer Notenskala von 1 bis 5 aus?“. Zu bewerten waren folgende Bereiche: (1) gezieltes Finden von Informationen im Internet, (2) Internet allgemein, (3) Smartphone-Nutzung, (4) Computerspiele, (5) Computerprogramme, (6) Programmieren mit Scratch, (7) Computer und Hardware, (8) Apps auf einem Smartphone installieren, (9) Computerprobleme beheben, (10) Videos aufnehmen und schneiden sowie (11) eine Präsentation mit dem Computer erstellen. Die letzten drei Items wurden aus dem Instrument zur Erfassung der computerbezogenen Selbstwirksamkeit von Spannagel und Bescherer (2009) übernommen und für die Verwendung in der

vorliegenden Studie adaptiert. Alle Items beziehen sich auf Inhalte, die in der untersuchten Schulstufe Bestandteil des Curriculums in dem für alle Schüler*innen verpflichtenden Fächer „IKT“ und „Digitale Grundbildung“ waren.

Die Skala *schulbezogenes akademisches Selbstkonzept (SASK)* basiert auf der theoretischen Konzeption von Dickhäuser et al. (2002) und wurde in Anlehnung an etablierte Instrumente entwickelt (ebd. Schöne et al., 2012). Sie umfasst fünf Items, die auf einer dreistufigen Likert-Skala beantwortet werden (1 = ja, 2 = unsicher, 3 = nein): 1) „Ich bin in einem Unterrichtsfach besonders gut“, 2) „In den meisten Unterrichtsfächern lerne ich schnell“, 3) „In den meisten Unterrichtsfächern habe ich gute Noten“, 4) „Das Lernen von neuen Sachen fällt mir leicht“ sowie 5) „Ich bin für die Schule begabt“. Diese Skala wurde zu den Messzeitpunkten t1 und t3 erhoben.

Die Itemwerte wurden für jede der drei FSK- Skalen aufsummiert und zur besseren Interpretierbarkeit durch die Anzahl der Items der jeweiligen Skala geteilt. Die Eindimensionalität der drei Fähigkeitsselbstkonzeptskalen wurde mithilfe explorativer Faktorenanalysen überprüft. Sowohl das Bartlett-Test als auch das Kaiser-Meyer-Olkin-Kriterium (KMO) bestätigten die Angemessenheit der jeweiligen Skalenbildungen. Die interne Konsistenz der drei Skalen erwies sich als zufriedenstellend bis gut (Chronbachs α : FSK-UDM, .79–.86; FSK-SDT, .80–.85; SASK, .84–.85).

Der inferenzstatistische Vergleich der Mittelwerte der individuellen Variablen erfolgte anhand von einfaktoriellen Varianzanalysen mit Messwiederholung unter Berücksichtigung der Clusterung auf Schulebene (cluster = school). Die Analysen wurden mit SPSS 29 durchgeführt. Dabei wurden für die Schüler*innen der Versuchsgruppe differenzierende Analysen für verschiedene Teilstichproben der unabhängigen Variablen durchgeführt. Auf diese Weise sollte geprüft werden, ob sich die Entwicklungsverläufe in Abhängigkeit von individuellen Merkmalen der Schüler*innen unterscheiden. Gegenübergestellt wurden dabei die Entwicklungsverläufe der Schüler*innen nach Geschlecht, Migrationsstatus, schulischer Bildungshintergrund der Eltern und Familiensprache. Vor den eigentlichen Analysen wurde die Normalverteilung der abhängigen Variablen mittels Schiefe, Wölbung und PP-Plots geprüft, wobei keine wesentlichen Abweichungen festgestellt wurden. Für alle Signifikanztests wurde ein zweiseitiges α von fünf Prozent festgelegt.

Von den 1381 Schüler*innen der Gesamtstichprobe beteiligten sich 1222 (88,4 %) am ersten, 1253 (90,6 %) am zweiten und 1213 (87,7 %) am

dritten Messzeitpunkt. Fehlende Werte bei FSK-UDM, FSK-SDT und SASK lagen zwischen 1,5 % und 3,2 % und wurden unter der MAR-Annahme mittels MICE mit CART (20 Imputationen, 40 Iterationen) behandelt (Buuren & Oudshoorn 2011; Graham et al. 2007).

Ergebnisse

Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse beschrieben, die sich in einer früheren Arbeit (Leitgeb et al. 2023) für den inferenzstatistischen Vergleich der Entwicklungsverläufe der Versuchsgruppe (WpF. C&R) und der Kontrollgruppe (andere Wahlpflichtfächer) in den drei Selbstkonzeptskalen ergeben haben. Anschließend werden die vertiefenden Analysen für verschiedenen Teilstichproben der Versuchsgruppe dargestellt.

Die Befunde aus Leitgeb et al. (2023), auf denen die vertiefenden Analysen aufbauen, lassen sich wie folgt zusammenfassen: In allen drei FSK-Skalen ließ sich im vorliegenden Kontrollgruppendesign ein positiver Effekt der Teilnahme am WpF. C&R nachweisen. Dabei waren die Effektgrößen nach Cohen (1988) für die Skalen *Fähigkeitsselbstkonzept im Umgang mit digitalen Medien* (FSK-UDM) und *Fähigkeitsselbstkonzept im Umgang mit spezifischen digitalen Technologien* (FSK-SDT) mittelhoch und für die Skala *schulbezogenen akademische Selbstkonzepts* (SASK) hoch (partielles η^2 : .079, .60 und .123). Schüler*innen des WpF. C&R entwickelten sich demnach in Bezug auf ihr FSK im Vergleich zur Kontrollgruppe günstiger.

Übersicht 1 bis 3 geben die Ergebnisse für die Teilstichproben der Versuchsgruppen wieder. Berichtet werden Mittelwerte und Streuungen für die drei Messzeitpunkte sowie die Signifikanztest für die Interaktionseffekt der einfaktoriellen Varianzanalysen. Ziel war es zu prüfen, ob die verschiedenen Teilstichproben in gleichem Maße von den für das WpF. C&R berichteten positiven Effekten auf die drei hier betrachteten Komponenten des Fähigkeitsselbstkonzept profitieren. Für den Vergleich wurden die Merkmale Geschlecht, Migrationshintergrund, schulischer Bildungshintergrund der Eltern und die Familiensprache herangezogen.

In Übersicht 1 sind die Ergebnisse für die Skala FSK-UDM aufgeführt. In den vier durchgeführten Varianzanalysen zeigten sich keine signifikanten Interaktionseffekte in Bezug auf die Unterscheidung nach Geschlecht, Migrationshintergrund, schulischem Bildungshintergrund der Eltern oder Famili-

ensprache. Für letztere lässt sich ein marginal^2 signifikanter Interaktionseffekt beobachten. Hintergrund ist, dass Schüler*innen mit einer anderen Familiensprache als Deutsch zu Schuljahresbeginn einen geringfügig niedrigeren Mittelwert aufweisen und sie diesen Nachteil über das Schuljahr hinweg ausgleichen.

FSK-UDM		t1 MW (s)	t2 MW (s)	t3 MW (s)	F-Wert (p-Wert)	Partielles η^2
Geschlecht ¹	Jungen	2.93 (.60)	3.44 (.43)	3.68 (.40)	1.255 (.283)	.003
	Mädchen	2.97 (.59)	3.34 (.49)	3.62 (.32)		
Migrationshintergrund ²	Ja	3.02 (.61)	3.40 (.47)	3.64 (.35)	2.699 (.101)	.007
	Nein	2.92 (.60)	3.41 (.45)	3.66 (.31)		
Schulischer Bildungshintergrund der Eltern ³	Mit allg. Hochschulreife	2.95 (.59)	3.39 (.43)	3.66 (.39)	.151 (.698)	.000
	Ohne allg. Hochschulreife	2.94 (.58)	3.38 (.47)	3.65 (.32)		
Familiensprache ⁴	Deutsch	3.01 (.60)	3.39 (.45)	3.64 (.36)	3.469* (.063)	.008
	Andere Sprache	2.91 (.60)	3.39 (.44)	3.66 (.33)		

Datengrundlage: Multiple imputierte Daten; n=410; Freiheitsgrade, in Klammer die Signifikanz, Eta-Quadrat als Maß der Effektstärke; ** p < . 01; * p < . 05; + p < . 10 (zweiseitig).

¹ Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich
² Migrationshintergrund: 0 = ohne Migrationshintergrund, 1 = mit Migrationshintergrund;
³ Schulischer Bildungshintergrund der Eltern: 0 = kein Elternteil mit allgemeiner Hochschulreife, 1 = mindestens ein Elternteil mit allgemeiner Hochschulreife;
⁴ Familiensprache: 0 = andere Sprache, 1 = Deutsch

Übersicht 1: Ergebnisse der einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung der Variable FSK-UDM (Greenhouse-Geisser; cluster = school): Interaktionseffekte Gruppe x Zeit (Quelle: eigene Darstellung)

² Als *marginal signifikant* werden Werte bezeichnet, die knapp über der Signifikanzgrenze von 0.05 liegen. Siehe z. B. <https://www.psychologicalscience.org/observer/how-marginal-are-marginally-significant-p-values>

Auch für die Variable FSK-SDT (siehe Übersicht 2) erwies sich keiner der geprüften Interaktionseffekte als signifikant. Die Ergebnisse sprechen für eine in Bezug auf das FSK-SDT gleichförmige Entwicklung in den in den Analysen unterschiedenen Gruppen.

FSK-SDT		t1 MW (s)	t2 MW (s)	t3 MW (s)	F-Wert (p-Wert)	Partielles η^2
Geschlecht¹	Jungen	3.42 (.49)	3.81 (.67)	4.20 (.48)	.992 (.320)	.002
	Mädchen	3.27 (.48)	3.51 (.62)	4.04 (.56)		
Migrations- hintergrund²	Ja	3.34 (.52)	3.66 (.70)	4.25 (.44)	.000 (.991)	.000
	Nein	3.38 (.49)	3.73 (.66)	4.20 (.53)		
Schulischer Bildungshin- tergrund der Eltern³	Mit allg. Hochschulreife	3.30 (.50)	3.62 (.70)	4.23 (.44)	1.342 (.247)	.003
	Ohne allg. Hochschulreife	3.36 (.49)	3.65 (.66)	4.25 (.53)		
Familien- sprache⁴	Deutsch	3.33 (.49)	3.65 (.69)	4.22 (.44)	.009 (.924)	.000
	Andere Sprache	3.35 (.49)	3.69 (.67)	4.24 (.51)		

Datengrundlage: Multiple imputierte Daten; n=410; Freiheitsgrade, in Klammer die Signifikanz, Eta-Quadrat als Maß der Effektstärke; ** p < .01; * p < .05; + p < .10 (zweiseitig).

¹ Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich

² Migrationshintergrund: 0 = ohne Migrationshintergrund, 1 = mit Migrationshintergrund;

³ Schulischer Bildungshintergrund der Eltern: 0 = kein Elternteil mit allgemeiner Hochschulreife, 1 = mindestens ein Elternteil mit allgemeiner Hochschulreife;

⁴ Familiensprache: 0 = andere Sprache, 1 = Deutsch

Übersicht 2: Ergebnisse der einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung der Variable FSK-SDT (Greenhouse-Geisser; cluster = school): Interaktionseffekte Gruppe x Zeit (Quelle: eigene Darstellung)

In Übersicht 3 sind die Ergebnisse für das SASK aufgeführt. Wiederum zeigte sich kein signifikanter Interaktionseffekt für die untersuchten Subgrup-

² Quantitative Erhebungsinstrumente: „Regulation of Emotion Systems Survey (RESS) (De France & Hollenstein, 2017) und „Interpersonal Emotion Regulation Questionnaire“ (IERQ) (Hofmann et al., 2016)

pen Ein marginal signifikanter Befund ergab sich für den schulischen Bildungshintergrund der Eltern, zugunsten von Schüler*innen, bei denen mindestens einem Elternteil die allgemeine Hochschulreife hat.

SASK		t1 MW (s)	t3 MW (s)	F-Wert (p-Wert)	Partielles η^2
Geschlecht ¹	Jungen	2.50 (.52)	2.70 (.40)	.318 (.513)	.000
	Mädchen	2.51 (.54)	2.68 (.43)		
Migrationshintergrund ²	Ja	2.44 (.58)	2.61 (.46)	.000 (.993)	.000
	Nein	2.52 (.51)	2.71 (.51)		
Schulischer Bildungshintergrund der Eltern ³	Mit allg. Hochschulreife	2.49 (.51)	2.70 (.40)	2.914* (.089)	.007
	Ohne allg. Hochschulreife	2.50 (.53)	2.58 (.42)		
Familiensprache ⁴	Deutsch	2.43 (.57)	2.62 (.45)	.006 (.941)	.000
	Andere Sprache	2.51 (.50)	2.71 (.51)		

Datengrundlage: Multiple imputierte Daten; n=410; Freiheitsgrade, in Klammer die Signifikanz, Eta-Quadrat als Maß der Effektstärke; ** p < . 01; * p < . 05; + p < . 10 (zweiseitig).

¹ Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich
² Migrationshintergrund: 0 = ohne Migrationshintergrund, 1 = mit Migrationshintergrund;
³ Schulischer Bildungshintergrund der Eltern: 0 = kein Elternteil mit allgemeiner Hochschulreife, 1 = mindestens ein Elternteil mit allgemeiner Hochschulreife;
⁴ Familiensprache: 0 = andere Sprache, 1 = Deutsch

Übersicht 3: Ergebnisse der einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung der Variable SASK (Greenhouse-Geisser; cluster = school): Interaktionseffekte Gruppe x Zeit (Quelle: eigene Darstellung)

Zusammenfassung und Fazit

Vor dem Hintergrund einer alle Lebensbereichen zunehmend durchdringenden Digitalisierung ist die Vermittlung digitaler Kompetenzen ein wichtiger Teil des schulischen Bildungsauftrags geworden. Damit stellt sich die Frage, in welcher Weise Schulen den Bildungsbedürfnissen in diesem Bereich Rech-

nung tragen können. Ein vielversprechender pädagogischer Ansatz ist die Integration von Computational Thinking (CT) und Educational Robotics (ER) in das schulische Curriculum. Die internationale Forschung zu solchen Lernangeboten belegt, dass Schüler*innen, die an solchen Lernangeboten teilnehmen, in kognitiver wie motivationaler Hinsicht profitieren können. Allerdings gibt es nur wenige Belege, inwieweit diese Effekte mit individuellen Merkmalen der Schüler*innen in Verbindung stehen und ob bestimmte Gruppen ggf. stärker als andere profitieren. Dieser Frage wurde in dem vorliegenden Beitrag in Bezug auf die positiven Effekte eines Lernangebotes zu Computational Thinking und Educational Robotics (CT&ER) auf das Fähigkeitsselbstkonzept der teilnehmenden Schüler*innen nachgegangen. Dazu wurden die Daten von 410 Schüler*innen der siebenten Jahrgangsstufe ausgewertet, die über ein Schuljahr hinweg das *Wahlpflichtfach Coding & Robotik* besucht haben. Dabei wurden drei Aspekte des Fähigkeitsselbstkonzepts (Umgang mit digitalen Medien, Umgang mit spezifischen digitalen Technologien und schulbezogenes akademisches Selbstkonzept) und vier individuelle Merkmale der Schüler*innen (Geschlecht, Migrationshintergrund, schulischer Bildungshintergrund der Eltern und Familiensprache) in den Blick genommen. Dass die am C&R-Lernangebot teilnehmenden Schüler*innen in dem Schuljahr in den drei Aspekten des FSK profitiert haben, konnte bereits in einer früheren Arbeit quasiexperimentell nachgewiesen werden (Leitgeb et al. 2023). Die in diesem Beitrag vorgestellten vertiefenden Analysen belegen, dass die teilnehmenden Schüler*innen unabhängig von ihren individuellen Merkmalen gleichermaßen in Bezug auf ihre Fähigkeitsselbstkonzeptentwicklung profitieren. Diese Befunde sprechen dafür, dass es mit dem vorliegenden CT&ER-Lernangebot gelungen ist, ein, für eine heterogene Schülerschaft in Bezug auf das FSK, chancengleiches Entwicklungsumfeld zu schaffen. Homogene Fördereffekte dieser Art wurden in der Literatur als „Fahrstuhleffekt“ beschrieben (Baumert & Maaz 2006).

Die vorgestellten Ergebnisse weisen aber auch Einschränkungen auf. Die Untersuchung beschränkt sich auf eine einzelne Alterskohorte und ein CT&ER-Angebot, was die Generalisierbarkeit der Ergebnisse begrenzt. Zudem basierten alle Daten zu individuellen Merkmalen der Schüler*innen auf deren Selbstauskunft. Während des ersten Messzeitpunkts kam es aufgrund von Serverüberlastungen zu unvollständigen Datenerfassungen, was zu einem etwas höheren Anteil fehlender Werte geführt hat. Darüber hinaus berücksich-

tigt die Studie nicht die möglichen Einflüsse von Lehrkräften oder Schulen. Die hierarchische Struktur der Daten wurde allerdings berücksichtigt.

Trotz der methodischen Einschränkungen ermöglichen die Ergebnisse der vorliegenden Studie Einblicke in die Potenziale, die sich aus der curricularen Integration von Computational Thinking und Educational Robotics für schulische Bildungsprozesse ergeben. Durch die Implementation von CT&ER in das Curriculum können Schüler*innen Lernangebote gemacht werden, die ihnen zukunftsrelevante Kompetenzen vermitteln. Zudem sprechen die berichteten Befunde dafür, dass viele Schüler*innen unabhängig von ihren individuellen Ausgangsbedingungen profitieren können.

Dies ist von besonderer Bedeutung, da die Digitalisierung zunehmend alle Bereiche des Lebens durchdringt und digitale Kompetenzen zu einer grundlegenden Voraussetzung für den beruflichen Erfolg und die gesellschaftliche Teilhabe werden. Die Forschung zu CT&ER unterstreicht die Notwendigkeit, Bildungspläne an die fortschreitende digitale Transformation anzupassen, um zu gewährleisten, dass Schüler*innen nicht nur über operatives Wissen zu bestehenden Technologien verfügen, sondern auch die Anpassungsfähigkeit besitzen, um innovativ und kritisch mit einer sich ständig weiterentwickelnden digitalen Lebenswelt umzugehen. Schulen benötigen für die Umsetzung aber zweifellos eine umfangreiche und qualitätsvolle Unterstützung, sowohl konzeptionell als auch technologisch, um das volle Potenzial von CT&ER auszuschöpfen.

Abschließend lässt sich feststellen, dass die Integration von CT&ER in das Schulcurriculum große Vorteile und Lerngewinne für die Schüler*innen verspricht. Sie zu erreichen erfordert allerdings konzertierte Anstrengungen auf mehreren Ebenen, von der Politikgestaltung bis hin zur Infrastrukturentwicklung. Diese Aufgabe mag anspruchsvoll sein, aber ihr Potenzial, Schüler*innen für das digitale Zeitalter besser vorzubereiten, macht sie zu einem lohnenden Unterfangen.

Literatur:

Anwar, S., Bascou, N. A., Menekse, M. & Kardgar, A. (2019). A Systematic Review of Studies on Educational Robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 9(2), Article 2. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.7771/2157--9288.1223> (2025-08-30).

- Baumert, J. & Maaz, K. (2006). Bildungsungleichheit und Bildungsarmut – der Beitrag von Large-Scale-Assessments. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(1), 5–24. Abrufbar unter: https://doi.org/10.1007/978--3-658--19573--1_10 (2025–08–30).
- Bong, M. & Skaalvik, E. M. (2003). Academic self-concept and self-efficacy: How different are they really? *Educational Psychology Review*, 15(1), 1–40. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.1023/A:1021302408382> (2025–08–30).
- Buuren, S. van & Groothuis-Oudshoorn, K. (2011). mice: Multivariate imputation by chained equations in R. *Journal of Statistical Software*, 45(3), 1–67. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.18637/jss.v045.i03> (2025–08–30).
- Chen, Y., Wang, Y. & Li, Y. (2023). The Effectiveness of Teaching Approaches in Computational Thinking Education: A Meta-Analysis. In *Proceedings of the 14th International Conference on Education Technology and Computers (ICETC '22)* (S. 386–92). Association for Computing Machinery. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.1145/3572549.3572611> (2025–08–30).
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum.
- Computer Science Teachers Association & International Society for Technology in Education (CSTA & ISTE). (2011). *Operational Definition for Computational Thinking*. Abrufbar unter: <https://cdn.iste.org/www-root/ct-documents/computational-thinking-operational-definitionflyer.pdf?sfvrsn=2> (Abrufdatum nicht mehr verfügbar). (2025–08–30).
- Department of Education UK. (2013). Computing programmes of study: key stages 1, 2, 3 and 4. Abrufbar unter https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/239067/SECONDARY_national_curriculum_-_Computing.pdf (2025–08–17).
- Dickhäuser, O., Schöne, C., Spinath, B. & Stiensmeier-Pelster, J. (2002). Die Skalen zum akademischen Selbstkonzept. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 23(4), 393–405. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.1024/0170--1789.23.4.393> (2025–08–30).
- Eguchi, A. (2014). Educational robotics for promoting 21st century skills. *Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems*, 8(1), 5–11. Abrufbar unter: https://doi.org/10.14313/JAMRIS_1--2014/1 (2025–08–30).
- Eguchi, A. (2016). Computational thinking with educational robotics. In G. Chamblee, & L. Langub (Hrsg.), *Proceedings of society for information technology & teacher education international conference* (S. 79–84). Savannah: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). Abrufbar unter: <https://www.learntechlib.org/p/172306> (2025–08–17).
- Eickelmann, B., Bos, W. & Labusch, A. (2019a). Die Studie ICILS 2018 im Überblick – Zentrale Ergebnisse und mögliche Entwicklungsperspekti-

- ven. 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 Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking* (S. 7–32). Münster, New York: Waxmann. Abrufbar unter: https://www.pedocs.de/volltexte/2020/18319/pdf/Eickelmann_Bos_Labusch_Die_Studie_ICILS_2018_im_Ueberblick.pdf (2025–08–17).
- Eickelmann, B., Vahrenhold, J. & Labusch, A. (2019b). 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 (Eds.), *ICILS 2018 #Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking* (S. 367–98). Münster: Waxmann. Abrufbar unter: <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-183309> (2025–08–17).
- European Commission: Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture. (2019). *Key competences for lifelong learning. Publications Office*. Abrufbar unter: <https://data.europa.eu/doi/10.2766/569540> (2025–08–17).
- Ferrari, A. (2013). *DIGCOMP: A framework for developing and understanding digital competence in Europe*. Abrufbar unter <http://digcomp.org.pl/wp-content/uploads/2016/07/DIGCOMP-1.0--2013.pdf> (2025–08–17).
- Graham, J., Olchowski, A. & Gilreath, T. (2007). How Many Imputations Are Really Needed? Some Practical Clarifications of Multiple Imputation Theory. *Prevention Science: the Official Journal of the Society for Prevention Research* 8, 206–13. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.1007/s11121--007--0070--9>. (2025–08–30).
- Guggemos, J. (2021). On the predictors of computational thinking and its growth at the high-school level. *Computers & Education*, 161. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104060> (2025–08–30).
- Ioannou, A. & Makridou, E. (2018). Exploring the potentials of educational robotics in the development of computational thinking: A summary of current research and practical proposal for future work. *Education and Information Technologies*, 23, 2531–44. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.1007/s10639--018--9729-z> (2025–08–30).
- Jansen, M., Scherer, R. & Schroeders, U. (2015). Students‘ self-concept and self-efficacy in the sciences: Differential relations to antecedents and educational outcomes. *Contemporary Educational Psychology*, 41, 13–24. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2014.11.002> (2025–08–30).
- Joint Information Systems Committee (JISC). (2014). *Developing Digital Literacies*. Abrufbar unter: <https://www.jisc.ac.uk/guides/developing-digital-literacies> (Abrufdatum nicht mehr verfügbar).

- Lee, A. A. (2022). *Academic Self-Concept*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780367198459-REPRW166--1>.
- Leitgeb, T. (2019). *Digital-unterstützte Lehrkräftefortbildung am Beispiel Coding und Robotik* [Master thesis, University of Applied Sciences Burgenland]. Abrufbar unter: ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/336578633_Digital_inkludierte_Lehrerprofessionalisierung_am_Beispiel_von_Coding_und_Robotik_ii (2025–08–17).
- Leitgeb, T., Rollett, W. & Zimmermann, A. (2023). Effekte der Teilnahme am Wahlpflichtfach Coding und Robotik auf die Entwicklung des Fähigkeitsselbstkonzepts bei Schüler:innen der Sekundarstufe I im österreichischen Burgenland. *Medien-Pädagogik: Zeitschrift für Theorie Und Praxis Der Medienbildung*, 2023 [Occasional Papers], 279–302. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.21240/mpaed/00/2023.08.24.X> (2025–08–30).
- Li, Y., Schoenfeld, A., di Sessa, A., Graesser, A., Benson, L., English, L. & Duschl, R. (2020). Computational Thinking Is More about Thinking than Computing. *Journal for STEM Education Research*, 3, 1–18. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.1007/s41979--020--00030--2> (2025–08–30).
- Lodi, M. & Martini, S. (2021). Computational Thinking Between Papert and Wing. *Science & Education*, 30, 883–908. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.1007/s1191--021--00202--5> (2025–08–30).
- Ma, X., Liu, J., Li, S., Fan, C. & Liang, J. (2019). Research on the Curriculum Design of the Computer Public Course Oriented to the Cultivation of Computational Thinking Ability. *Creative Education*, 10, 3270–85. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.4236/ce.2019.1013250> (2025–08–30).
- Marsh, H. W., Trautwein, U., Lüdtke, O., Köller, O. & Baumert, J. (2006). Integration of multidimensional self-concept and core personality constructs: construct validation and relations to well-being and achievement. *Journal of personality*, 74(2), 403–456. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.1111/j.1467--6494.2005.00380.x> (2025–08–30).
- Martinez, S. & Stager, G. (2013). *Invent to learn – Making, Tinkering and Engineering in the classroom*. Torrance: Constructing Modern Knowledge Press.
- Private Pädagogische Hochschule Burgenland (PPHB). (2018). *Curriculum Hochschulehrgang Coding und Robotik*. Abrufbar unter: https://www.ph-burgenland.at/fileadmin/user_upload/Studium/Hochschullehrgaenge/HLG_Coding_und_Robotik.pdf (2025–08–17).
- Scheel, L., Vladova, G. & Ullrich, A. (2022). The influence of digital competences, self-organization, and independent learning abilities on students' acceptance of digital learning. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1), 44. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.1186/s41239--022--00350-w> (2025–08–30).

- Scherer, R., Siddiq, F. & Viveros, B. (2019). The Cognitive Benefits of Learning Computer Programming: A Meta-Analysis of Transfer Effects. *Journal of Educational Psychology*, 111(5), 764–92. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.1037/edu0000314> (2025–08–30).
- Schöne, C., Dickhäuser, O., Spinath, B. & Stiensmeier-Pelster, J. (2012). *Skalen zur Erfassung des schulischen Selbstkonzepts (SESSKO)* (2., überarb. und neu normierte Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
- Shavelson, R. J., Hubner, J. J. & Stanton, G. C. (1976). Self-Concept: Validation of Construct Interpretations. *Review of Educational Research*, 46(3), 407–441. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.3102/00346543046003407> (2025–08–30).
- Shi, W. (2018). Summary of global research and practice of Computational Thinking. *Computer Engineering and Applications*, 54(4), 31–35. 10.3778/j.issn.1002--8331.1711--0041
- Spannagel, C. & Bescherer, C. (2009). Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung in Lehrveranstaltungen mit Computernutzung. *Notes on Educational Informatics – Section A: Concepts and Techniques* 5(1), S. 23–43. Abrufbar unter: https://www.academia.edu/50770040/Computerbezogene_Selbstwirksamkeitserwartung_in_Lehrveranstaltungen_mit_Computernutzung (2025–08–30).
- Steiner, M. & Himpsl-Gutermann, K. (2020). Computational Thinking und Kontextorientierung. *Medienimpulse*, 58(1). Abrufbar unter: <https://doi.org/10.21243/mi-01--20--21> (2025–08–30).
- Vuorikari, R., Kluzer, S. & Punie, Y., (2022). *DigComp 2.2, The Digital Competence framework for citizens – With new examples of knowledge, skills and attitudes*, Publications Office of the European Union. Abrufbar unter: <https://data.europa.eu/doi/10.2760/115376> (2025–08–17).
- Wang, K., Sang, G.-Y., Huang, L.-Z., Li, S.-H. & Guo, J.-W. (2023). The Effectiveness of Educational Robots in Improving Learning Outcomes: A Meta-Analysis. *Sustainability*, 15, 4637. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.3390/su15054637> (2025–08–30).
- Wicht, A., Kleinert, C. & Schmidt, I. (2023, November 24). The development of ICT skills in adolescence at the intersection of gender and family background. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.31235/osf.io/vewbf> (2025–08–30).
- Wing, J. (2006). Computational Thinking. *Communication of the ACM*, 49, 33–35. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215> (2025–08–30).