
Susanne Palmer Parreira & Sabine Martschinke

Ziele und Möglichkeiten informatischer (Grund-)Bildung in der Primarstufe am Beispiel der Evaluation eines Unterrichtsprojekts

Problemaufriss

In unserer Gesellschaft und damit auch in der Lebenswelt von Kindern spielt Informatik eine immer wichtigere Rolle. In der zunehmend digitalisierten Lebenswelt der Kinder lassen sich nicht nur Informatiksysteme wie beispielsweise Handys, Spielekonsolen oder Fernseher finden, sondern Informatik steckt auch in vielen Alltagsgegenständen wie z. B. Zahnbürsten, Waagen, Uhren, Getränkeautomaten, Saugrobotern, Bewegungsmeldern, Ampelsystemen, elektronischen Anzeigetafeln bis hin zu fahrerlosen U-Bahnen (vgl. KIM-Studie, MPFS 2016). Mittlerweile haben Informatiksysteme in Spielsachen oder zur Kommunikationsunterstützung die Kinderzimmer und den Alltag der Kinder erreicht. Deren Nutzung kann das Leben von Kindern in vielfältiger Weise verändern, bereichern, aber auch Risiken aussetzen, ohne dass die Kinder erkennen (können), dass bestimmte Phänomene das Resultat eines programmierten Informatiksystems sind. Um solche „Aspekte realweltlicher Probleme zu identifizieren, die für eine [informatische] Modellierung geeignet sind, algorithmische Lösungen für diese (Teil-)Probleme zu bewerten und selbst so zu entwickeln, dass diese Lösungen mit einem Computer operationalisiert werden können (Fraillon u. a. 2019, in der Übersetzung von Eickelmann 2019), ist sogenanntes „computational thinking“ als Voraussetzung nötig. Computational thinking bezieht sich allgemein auf die Fähigkeit einer Person, eine Problemstellung zu identifizieren, abstrakt zu modellieren, (algorithmische) Lösungen so zu formalisieren (unabhängig von einer speziellen Programmiersprache), dass sie von „Mensch und Maschine“ verstanden werden kann (Wing 2006; Scherer u.a. 2018). Im Zusammenhang mit diesen Entwicklungen werden häufig alle nach 1980 geborenen Menschen als ‚digital natives‘ bezeichnet und „als mutmaßlich kompetent im Umgang mit digitalen Medien eingeschätzt, einfach weil sie mit diesen aufwachsen bzw. aufgewachsen sind und ihre Sozialisation in einer durch das Netz geprägten Welt stattfindet“ (DIVISI U25-Studie, Ottenberg u.a., S. 26). Allerdings sind diese ‚digital natives‘ nicht automatisch kompetente Nutzerinnen und Nutzer. So besitzt fast ein Drittel der

Achtklässlerinnen und Achtklässler lediglich rudimentäre Fertigkeiten und basale Kenntnisse im Umgang mit digitalen Technologien (ICILS 2013, vgl. Bos u. a. 2014). Für noch jüngere Kinder sind hier ähnliche oder noch geringere Vorkenntnisse zu vermuten. Besonders in der Grundschule gibt es kein entsprechendes flächendeckendes Schulfach, sondern informatische Inhalte werden in andere Fächer integriert und in manchen Bundesländern eher nur am Rande und implizit vermittelt.

Das Spannungsfeld zwischen digitalisierter Lebenswelt auf der einen Seite und gleichzeitig geringen Kompetenzen der Kinder im Bereich digitaler Technologien auf der anderen Seite wirft die Frage auf: Sollen und können wir Kinder *schon in der Grundschule* zum Verstehen und Gestalten ihrer digitalisierten Lebenswelt anleiten bzw. darauf vorbereiten? Und *wie* können wir eine (*frühe*) informatische Bildung anbahnen?

Informatische (Grund-)Bildung – Ziele für die Grundschule?

Ob schon Grundschul Kinder eine informatische (Grund-)Bildung brauchen und – wenn ja – welche Ziele hier verfolgt werden sollten, wird in diversen Fachdiskursen erörtert, unter anderem in der Informatik, der Informatikdidaktik, der Medienpädagogik und der Grundschulpädagogik sowie speziell in der Sachunterrichtsdidaktik.

Als Orientierung für anzustrebende Ziele können die von der KMK (2017) vorgeschlagenen sechs Kompetenzbereiche angesehen werden oder speziell für die Grundschule die Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik (Best u. a. 2019). In der Dagstuhl-Erklärung zur „Bildung in der digitalen vernetzten Welt“ (Brinda u. a. 2016) und in ihrer Erweiterung, dem Frankfurt-Dreieck (Brinda u. a. 2019), werden medienpädagogische und –didaktische Zugänge und Ziele mit informatischer Bildung und Informatikunterricht verknüpft und auf diese Weise informatische (Grund-)Bildung (und damit die technologische Perspektive: Wie funktioniert das?) als wichtige Aufgabe in der Grundschule anerkannt.

Ziele aus der Perspektive der Informatik und Informatikdidaktik

Eine aktuelle informatikdidaktische Position wird von der Gesellschaft für informatische Bildung vertreten, die mit ihren „Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich“ auch in der Grundschule Kompetenzen für informatische Bildung bei den Schülerinnen und Schülern erreichen will (Best u. a. 2019). Die Gesellschaft für Informatik formuliert als Ziel informatischer Bildung im Primarbereich bzw. des Informatikunterrichts in der Grundschule „die Schülerinnen und Schüler zu befähigen, in gegenwärtigen und zukünftigen Lebenssituationen urteilsfähig sowie hand-

lungs- und gestaltungsfähig zu werden“ (Best u. a. 2019, S.2). Das heißt, dass nicht nur Zugangsmöglichkeiten zu digitalen Medien geschaffen werden sollen, sondern dass Schülerinnen und Schüler im Umgang mit digitalen Geräten auch adaptieren, konfigurieren, konstruieren und gestalten können. Hinter der Benutzeroberfläche verborgen, stecken die Prinzipien und Konzepte, die die Grundlage für informatische Bildung darstellen. Nur mit deren Kenntnis können digitale Systeme konstruiert und deren Wirkungsweise beschrieben werden. Damit befähigt informatische Bildung zur effektiven und effizienten Nutzung und Gestaltung von digitalen Geräten (Gander u. a. 2013; Bergner u. a. 2018). Allerdings können informatische Kompetenzen auch in nicht-informatischen Kontexten verwendet werden, in denen computational thinking im Fokus steht. Beispiele hierfür sind das strukturierte Zerlegen von Problemen oder das kreative Modellieren von Problemlösungen. Mit der Förderung von computational thinking trägt Informatik wesentlich zur Allgemeinbildung bei.

Ziele aus der Perspektive der Grundschulpädagogik und -didaktik

Die Aufgabe der Grundschule ist es, die Fähigkeiten, Interessen und Neigungen der Kinder wahrzunehmen und sie mit fachlichen und fachübergreifenden Inhalten zu verknüpfen. Eine bewusste Teilnahme am Leben in unserer Gesellschaft, aber auch die reflektierte Wahrnehmung und die konstruktive Mitgestaltung der Lebenswelt, setzen zunehmend informatische Kompetenzen voraus. Auch das Fach Sachunterricht setzt die Lebenswelt der Kinder als Ausgangspunkt und Zielperspektive und fordert, dass schon Grundschulkinder im Rahmen des Sachunterrichts ihre natürliche, kulturelle, soziale und technische Umwelt sachbezogen verstehen sollen (GDSU 2013, S.9). Innerhalb der technischen Perspektive des Sachunterrichts (GDSU, 2013, S. 63 ff) heißt es: „Kinder nutzen Technik selbstverständlich in ihrem Alltag. Meist handelt es sich um die Bedienung komplexer technischer Geräte und Prozesse, die kaum einsichtig sind (z. B. Telefon, Computer, Fernsehen)“ (GDSU 2013, S. 66). Kinder sollen sich zwar „als technisch Wirkende erleben“ (ebd.), allerdings eher mit einfachen Geräten und Maschinen wie Schere, Hammer, Säge, Feile, Handbohrmaschine oder Dekupiersäge. Hinsichtlich komplexerer Geräte, wie dem Computer, ist im Perspektivrahmen Sachunterricht nur das Ziel „sachgerechte Entsorgung technischer Erzeugnisse“ (ebd., S. 67) zu finden. Dementsprechend schwierig ist die Einordnung digitaler bzw. informatischer Lerninhalte zur technischen Perspektive. Der perspektivvernetzende Bereich „Medien“ fokussiert eher medienpädagogische und -didaktische Aspekte. Kinder sollen zwar auch „technische Funktionsweisen neuer Medien“ (GDSU 2013, S.85) kennenlernen, jedoch scheint der Schwerpunkt hier auf anwendungsbezogenen Kenntnissen zu liegen und weniger auf informatik-

bezogenen Kompetenzen. So werden auch in den Kompetenzbeschreibungen und im Unterrichtsbeispiel keine informatischen Inhalte erwähnt (ebd., S. 148ff). Daher scheinen Forderungen nachvollziehbar, eine „digitale Perspektive“ in den Perspektivrahmen Sachunterricht aufzunehmen (Straube u. a. 2018).

Die Grundschule als gemeinsame Eingangsstufe kann allen Kindern ermöglichen, eine informatische Grundbildung zu erwerben. So entwickeln schon junge Kinder eine Basis für anschlussfähige Bildungsprozesse, ein erstes Verständnis und Interesse für Informatik und digitale Systeme. Hier geben Lehrpläne und Curricula aus anderen Ländern (z. B. aus England als Beispiel eines Landes, das Pionierarbeit geleistet hat) vorbildhaft einen Einblick, wie informatische Bildung curricular umgesetzt werden kann (Gander u. a. 2013).

Unter Bezugnahme auf internationale und nationale Standards entwickeln Bergner u. a. (2018, S. 135 ff) ein Kompetenzstrukturmodell für junge Kinder im Elementar- und Primarbereich mit zentralen Zieldimensionen, die die (grundschul-)pädagogische Ausrichtung stärken. Es geht dabei nicht nur um informatische Kompetenzen (informatische Prozessbereiche und informatische Inhaltsbereiche), sondern auch um übergreifende Basiskompetenzen (kognitive, (schrift-)sprachliche und soziale Kompetenzen) sowie um Motivation, Interesse und Selbstwirksamkeit im Umgang mit Informatik(systemen) und damit um (pädagogische) Fragen der Persönlichkeitsentwicklung. Mit diesen Zieldimensionen sind auch grundschuldidaktische Fragen berührt, wie Unterricht in Bezug auf die Unterschiedlichkeit der Kinder und ihrer Voraussetzungen altersgemäß und adaptiv gestaltet werden muss. Dann sind, so die Ergebnisse einer Metaanalyse von Scherer u. a. (2018), Übertragungseffekte von informatischer Bildung auf zahlreiche weitere Kompetenzen wahrscheinlich.

Möglichkeiten zur Umsetzung informatischer Bildung

In einer Pilotstudie (Martschinke, Parreira/Romeike 2019) konnte zum einen gezeigt werden, dass Drittklässlerinnen und Drittklässler zum Teil Fehlkonzepte mitbringen, die Informatik beispielsweise mit Elektrizität oder Technik gleichsetzen, oder sehr rudimentäre Vorstellungen zu Informatik äußern bzw. auf Programmieren reduzieren. Zum anderen besitzen sie aber schon einschlägige Fähigkeiten, wie Muster erkennen, Reihenfolgen umkehren oder kurze Wege finden. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit einer allerdings noch sehr dürftigen Forschungslage, dass Kinder sehr wohl fundamentale Ideen der Informatik bereits erfassen (Schwill 2001), algorithmische Handlungsanweisungen verstehen (Weigend 2009) oder mit grafischen Algorithmen umgehen können (Gibson 2012). Petrut u. a. (2017) gehen

allerdings davon aus, dass ohne gezielte Förderung in der Grundschule generell der Computer sehr stark im Mittelpunkt steht und dieser eher als Spielzeug angesehen und weniger aus der informatischen Perspektive betrachtet wird.

Zunächst vorrangig international mit Vorreiterrollen von England, Neuseeland, USA usw. gibt es aber mittlerweile in Deutschland auch diverse Ansätze, Projekte und konkrete Unterrichtsvorschläge (z. B. Bell u. a. 2006, Romeike/Reichert 2011, Portelance u. a. 2016) für den Primarbereich und sogar für den Elementarbereich. Eine zentrale Veröffentlichung für den Elementarbereich aus dem Haus der kleinen Forscher (2017) macht mit dem Titel „Informatik entdecken – mit und ohne Computer“ auf zwei grundsätzliche Zugriffe auf das Thema bei jüngeren Kindern aufmerksam:

Der Zugang *ohne Computer* oder andere programmierbare Geräte kann mit dem eigenen Körper, Alltagsmaterialien und Arbeitsblättern erfolgen. Gerade in schlecht ausgestatteten Schulen mit wenig privilegierten Kindern ist dies eine erfolversprechende Möglichkeit (Brackmann u. a. 2017). Eine Fülle von Anregungen bieten hier beispielsweise die schon erwähnte Broschüre aus dem Haus der kleinen Forscher oder auch die Anregungen von „CS unplugged“ (Bell u. a. 2006). Alternativ gibt es reichlich Praxisideen und Projekterfahrungen *mit Computern und anderen digitalen Geräten*, wie z. B. programmierbaren Spielzeugrobotern oder entsprechender Software, die zum Teil auch eine Programmiersprache visualisiert und intuitiv nutzbar macht.

Grundschulpädagogisch relevant ist, dass handelndes und entdeckendes Lernen nachweisbar auf informatische Inhalte übertragbar ist (Romeike/Reichert 2011; Portelance u. a. 2016) und Effekte auch im Bereich der Motivation wahrscheinlich macht (Xie u. a. 2008, Ruf u. a. 2014).

Das Unterrichtprojekt

Die Unterrichtssequenz zur informatischen Grundbildung mit dem Titel „Was und wie arbeiten Informatiker und Informatikerinnen?“, zu der im Folgenden auch Evaluationsergebnisse berichtet werden, ist in sechs Unterrichtseinheiten (ca. 60 – 90 Minuten) gegliedert, die sich über mehrere Wochen erstrecken. Inhaltlich führen sie von fachgemäßen Arbeitsweisen von Informatikern und Informatikerinnen bis hin zur Bedeutung von Informatik in der kindlichen Lebenswelt. Die verschiedenen Programmieraufgaben (on- und offline) sollen das Verständnis für einfache Algorithmen, das Schritt-für-Schritt-Vorgehen (mit dem BeeBot), für Schleifen (mit JRScratch) und für eine Wenn-Dann-Logik (offline) aufbauen helfen. Dabei wird aber nicht nur implizites Wissen aufge-

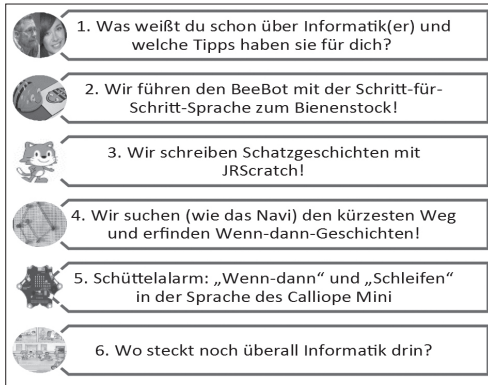


Abb. 1: Überblick über den Aufbau des Projekts

baut, sondern den Kindern wird explizit über den „roten Faden“ und besonders durch die Vermittlung von informatischen Arbeitsweisen, die am Ende jeder Unterrichtseinheit zur Reflexion herangezogen werden, die Zielstellung der Unterrichtseinheit und jeder einzelnen Stunde bewusstgemacht.

Zusätzlich – im Vergleich zu einem Pilotprojekt (Martschinke/Parreira 2018) – wurde eine Unterrichtseinheit mit dem Calliope Mini, einem kleinen Minicomputer, eingefügt. Das Ziel dieses Bausteins besteht darin, das Verständnis für die vielfältigen informatischen Anwendungen zu steigern und auch für technische Elemente wie Sensoren zu sensibilisieren. Dies könnte Kindern helfen, die ‚versteckten‘ informatischen Elemente in ihrer Lebenswelt noch leichter zu entdecken.

Die letzte Einheit rundet die Sequenz ab und fokussiert nochmals auf die Lebenswelt. Die Kinder denken in Gruppen gemeinsam nach, wo Informatik in ihrer Lebenswelt präsent ist. Unterstützend helfen Puzzleteile aus einem großen Wimmelbild (Haus der kleinen Forscher 2018) und Forscherfragen, die auf die gelernten informatischen Prinzipien und Konzepte Bezug nehmen.

Ergebnisse

Fragestellungen

In einer vorauslaufenden Pilotierung der Studie zeigten sich über die Auswertung quantitativer Daten günstige Auswirkungen auf die informatikspezifische Selbstkonzeptentwicklung, keine Effekte allerdings auf Wissen und Kompetenzen (Martschinke u. a. 2019). Allerdings steigt die Erkenntnis der Grundschul Kinder, so die ersten Hinweise aus qualitativen Daten, dass ihre aktuelle Lebenswelt von Informatik geprägt ist.



Abb. 2: Puzzleteil eines Wimmelbildes (Haus der kleinen Forscher 2018) aus der Lebenswelt mit Forscherfragen

Die vorliegende Folgestudie, in der drei geschulte Studierende den Unterricht durchführten, versucht nun, belastbarere *quantitative* Ergebnisse durch die Verbesserung des Instruments und die Vergrößerung der Stichprobe zu generieren. In einem Prä-Posttestdesign mit je einem Messzeitpunkt vor und nach der Unterrichtseinheit wird mit der ersten Fragestellung untersucht, wie sich Selbstkonzept, informatische Grundbildung sowie zusätzlich Interesse durch die Intervention entwickeln. Geprüft wird auch, ob mögliche Effekte unabhängig von der Jahrgangsstufe entstehen und ob differenzielle Effekte für Kinder mit unterschiedlichen Voraussetzungen nachzuweisen sind. Darüber hinaus soll mit einer zweiten Fragestellung über *qualitative* Daten (offene Fragen im Fragebogen und Schülerinnen- und Schülerinterviews) erfasst werden, ob die Kinder durch die Intervention die informatische Prägung ihrer Lebenswelt gezielter wahrnehmen.

Damit stehen folgende Fragen und Teilfragen im Mittelpunkt der Evaluation des Unterrichtsprojekts:

- 1 Wie entwickeln sich Selbstkonzept, Interesse und informatische Grundbildung?
 - » Wie verläuft die Entwicklung bei unterschiedlichen Ausgangswerten im Selbstkonzept?
 - » Gibt es Unterschiede in der Entwicklung zwischen den Jahrgangsstufen?
- 2 Wie entwickelt sich die wahrgenommene Bedeutung von Informatik in der alltäglichen Lebenswelt?
 - » Welche Konzepte haben die Kinder über die Funktion von Informatik und wie entwickeln sie sich?
 - » Welche Dinge, in denen Informatik „steckt“, kennen die Kinder und wie entwickeln sich diese Kenntnisse in Abhängigkeit von der Jahrgangsstufe?

Stichprobe und Instrumente

Die Daten wurden in einer einzelnen Schule, die sich speziell um Medienkonzepte zur Vorbereitung auf ein Leben in einer zunehmend digitalisierten Welt bemüht, in je zwei dritten und vierten Klassen ($N = 87$) über einen Fragebogen mit quantitativen, aber auch qualitativen, offenen Fragen zu zwei Messzeitpunkten (t1 und t2: vor und nach der Intervention) erfasst. Zusätzlich wurden Schülerinnen und Schüler einer der vierten Klassen im Interview befragt.

Für die quantitativen Variablen des informatikspezifischen Interesses und Selbstkonzepts wurde eine vierstufige Likertskala verwendet und auf verschiedene fachgemäße Denk- und Arbeitsweisen eines Informatikers bzw. einer Informatikerin bezogen (s. Tab.1). Die Antworten zu den Kompetenzen im Bereich informatische Grundbildung wurden mit „richtig“ (1) bzw. „falsch“ (0) bewertet. Genutzt oder adaptiert wurden unter anderem Items aus dem bundesweiten Informatikwettbewerb (BWINF) bzw. aus dem Informatik-Biber der Schweiz (Blöchinger u. a. 2015).

Variable	Items	N	Cronbachs α		Beispielitems
			t1	t2	
Interesse	7	87	.76	.93	Interessiert dich, wie Informatiker Fehler finden? (Antwortformat: Das interessiert mich gar nicht = 1, eher nicht = 2, ein bisschen = 3, sehr = 4)
Selbstkonzept	5		.60	.63	Fällt es dir leicht oder schwer, an schwierigen Aufgaben zu tüfteln? (Antwortformat: Es fällt mir ganz schwer = 1, nicht ganz so schwer = 2, nicht ganz so leicht = 3, ganz leicht = 4)
Kompetenzen im Bereich informatische Grundbildung	5		.60	.66	Schalte die Ampel! Ordne die Befehle mit Zahlen so, dass die Ampel von ROT nach GELB und dann nach GRÜN schaltet und die Farben jeweils lang genug leuchten! (Antwortformat: falsch = 0, richtig = 1)

Tab.1: Überblick über die wichtigsten Variablen (quantitative Daten)

Trotz diverser Überarbeitungen kann in den Skalen zum Selbstkonzept und zur informatischen Grundbildung noch keine hinreichende Reliabilität erreicht werden, so dass die Ergebnisse vorsichtig interpretiert werden müssen und auch eine Weiterentwicklung der Instrumente notwendig ist, eventuell mit einer Ergänzung von für die Klassenstufe geeigneten Items aus einem Testpool von Román-González u. a. (2017). Zusätzlich werden deswegen auch offene Fragen herangezogen.

Wissen zur informatisch bestimmten Lebenswelt	offene Fragen im Fragebogen (N = 87): » In einem Computer, in einem Handy oder dem Fernseher „steckt Informatik drin“. Vielleicht weißt du das schon. Erkläre, was damit gemeint sein könnte! » Kennst du (außer Computer, Handy und Fernseher) noch weitere Dinge, in denen Informatik steckt? Schülerinterview (N = 28, eine vierte Klasse) » Wie erkennst du Dinge, in denen Informatik steckt, in deinem Alltag?
---	--

Tab.2: Überblick über ausgewählte offene Fragen (qualitative Daten)

Wie entwickelt sich Selbstkonzept, Interesse und informatische Grundbildung?

Im ersten Schritt wurden zur Prüfung der *Entwicklung* in den Variablen Selbstkonzept, Interesse und Kompetenzen in der informatischen Grundbildung der nonparametrische, rangbasierte Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben gerechnet, da die Variablen der Voraussetzung der Normalverteilung nicht entsprechen. Wie schon in der Pilotstudie zeigt sich eine signifikante und positive Entwicklung im *Selbstkonzept* ($z(87) = -5.75, p = .000, r = .62$). Die Effektstärke (berechnet über den Korrelationskoeffizienten Pearson) mit $r = .53$ entspricht nach Cohen (1992) einem starken Effekt. Die Entwicklung in den *informatischen Kompetenzen* verfehlt nur knapp das Signifikanzniveau ($z(87) = -1.87, p = .061, r = .20$) mit einem schwachen Effekt von $r = .20$. Im *Interesse* gibt es keine signifikanten Veränderungen nach der Intervention ($z(75) = -0.03, p = .979, r = .08$), die Tendenz auf der Mittelwertsebene ist sogar eher in negativer Richtung.

	M t1	M t2	Median t1	Median t2	N	p	r
Interesse	3.54	3.44	3.71	3.71	87	.979	0.08
Selbstkonzept	3.23	3.55	3.4	3.6	87	.000**	0,62
Kompetenz	.60	.67	.60	.80	75	.061	0,20

Tab.3: Ergebnisse zum Wilcoxon-Test bei verbundenen Stichproben

Wie verläuft die Entwicklung bei unterschiedlichen Ausgangswerten im Selbstkonzept?

Die Frage ist, ob die positive Selbstkonzeptentwicklung für alle Kinder gleich verläuft. Zur Beantwortung dieser Frage wurden die Kinder nach ihren Ausgangswerten im informatikspezifischen Selbstkonzept zu Messzeitpunkt 1 in vier Quartile eingeteilt (Gruppe 1: < 3, Gruppe 2: zwischen 3 und 3.4, Gruppe 3: zwischen 3.4 und 3.6, Gruppe 4: > 3,6) und dann für jedes Quartil der Differenzenmittelwert im Selbstkonzept zwischen t1 und t2 berechnet. Tatsächlich profitieren die Kinder der Gruppe 1 mit niedrigerem Selbstkonzept mit Abstand am meisten ($M_{\text{Quartil}_1} = 0.64$, $n = 28$), Gruppe 2 und 3 zeigen noch kleinere Zuwächse ($M_{\text{Quartil}_2} = 0.26$, $n = 33$; $M_{\text{Quartil}_3} = 0.11$, $n = 16$). Bei Gruppe 4 sinkt das Selbstkonzept sogar ein wenig ($M_{\text{Quartil}_4} = -0.05$, $n = 10$).

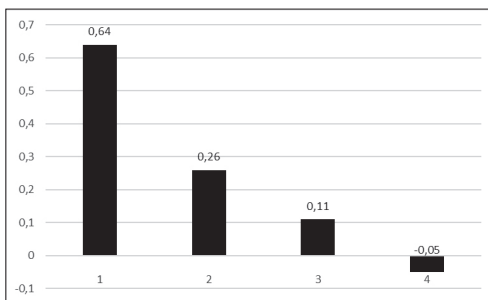


Abb. 3: Balkendiagramm der Differenzenmittelwerte zwischen t1 und t2 (Selbstkonzept) in Abhängigkeit von den Ausgangswerten im Selbstkonzept (Quartile)

Dieser Trend ist auch gut mit Deckeneffekten für die Gruppen mit hohen Ausgangswerten zu erklären, d.h. dass das Instrument nicht geeignet ist, Varianzen bei hohen Ausprägungen im Selbstkonzept sichtbar zu machen. Es stimmt aber zumindest optimistisch, dass man Kinder in so jungem Alter, die sich selbst im informatischen Bereich eher schlecht einschätzen, besonders gut durch eine Intervention fördern kann.

Gibt es Unterschiede in der Entwicklung zwischen den Jahrgangsstufen? Die Unterschiede in der Entwicklung zwischen der dritten und vierten Jahrgangsstufe wird zunächst deskriptiv betrachtet:

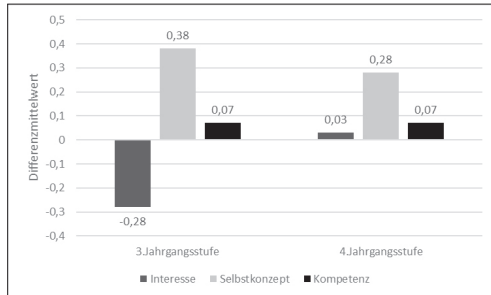


Abb. 4: Balkendiagramm der Differenzmittelwerte zwischen t1 und t2 (Selbstkonzept, Interesse und Kompetenz) in Abhängigkeit von der Klassenstufe

Auffällig sind die unterschiedlichen Entwicklungen im Interesse in den beiden Jahrgangsstufen. Nur in der dritten Jahrgangsstufe sinkt das Interesse tendenziell, während das Selbstkonzept aber deutlicher steigt als in der vierten Jahrgangsstufe. Man könnte vermuten, dass das Selbstkonzept in der dritten Jahrgangsstufe so hoch ist, dass den Kindern ein Weiterlernen an den bearbeiteten Inhalten und Arbeitsweisen (so die Operationalisierung des Interesses, s. Tab.1) nicht sinnvoll oder notwendig erscheint.

Im nächsten Schritt wird geprüft, ob die deskriptiv beschriebenen *Unterschiede* in den Effekten der Förderung in Abhängigkeit von der *Jahrgangsstufe* signifikant sind. Dazu werden einfaktorielle Varianzanalysen, die sehr robust bei der Verletzung der Normalverteilungsannahme sind, mit der unabhängigen Variable „Jahrgangsstufe“ gerechnet und als abhängige Variable Differenzmaße von Interesse, Selbstkonzept und Kompetenz vom zweiten und ersten Messzeitpunkt genutzt:

	M 3.Jg.	M 4.Jg.	df	F	p	η ²
Interesse	-.28	.03	86	4.272	.042*	.048
Selbstkonzept	.38	.28	86	1.2	.259	.015
Kompetenz	.07	.07	74	.000	.970	.000

Tab.4: Ergebnisse der einfaktoriellen univariaten Varianzanalysen

Tatsächlich zeigt sich bei einer univariaten Prüfung ein signifikanter Unterschied in der Entwicklung im Interesse ($F(86) = 4.27, p = .042$) mit einem klei-

nen Effekt ($\eta^2 = .048$) in der Interpretation von Cohen. In den anderen beiden Variablen Selbstkonzept ($F(86) = 1.2, p = .259$) und Kompetenz ($F(86) = 0.00, p = .970$) gibt es keine signifikanten Unterschiede.

Wie entwickelt sich die wahrgenommene Bedeutung von Informatik in der alltäglichen Lebenswelt?

Auch die offene Frage „In einem Computer, in einem Handy oder dem Fernseher steckt Informatik drin“. Vielleicht weißt du das schon. Erkläre, was damit gemeint sein könnte!“ wurde zu zwei Messzeitpunkten von den Kindern beantwortet.

Welche Konzepte haben die Kinder über die Funktion von Informatik und wie entwickeln sie sich?

Die Äußerungen der Kinder unter dieser Leitfrage wurde in Anlehnung an die zusammenfassende qualitative Inhaltsanalyse von Mayring (2015) induktiv in drei Kategorien gebündelt. Die erste Kategorie fasst fehlenden Aussagen oder nicht inhaltsrelevante Aussagen zusammen (K1: keine Erklärung). Kategorie 2 enthält Fehlkonzepte (K2: Technik, Elektrik, Anwendung), die technische oder elektrische Elemente als Erklärung nutzt (Ankerbeispiele: „in einem Fernsehern ist Elektromatik drin“; „Wegen den Strommaste kommt in das Haus und dann geht es“) oder sich hauptsächlich auf eine sehr vereinfachte Anwenderperspektive bezieht (Ankerbeispiel „zum nach kucken im internet“). Nur die Kategorie 3 (K3: ausbaufähige Erklärungsansätze) enthält ausbaufähiges Wissen zur Bedeutung von Informatik in der alltäglichen Lebenswelt der Kinder (Ankerbeispiele: „Es ist Informatik drin weil sonst könnte er nicht funktionieren“; „Weil da ist entweder ein kleiner Computer drin oder es gibt eine Wiederholung, wenn/dann regel“).

Der quantifizierende Vergleich der Häufigkeit der Kategorien der Kinder vor und nach der Intervention (siehe Abb.5) zeigt eine deutliche Verringerung der Aussagen der Kategorie 1 ($n_{t1} = 43, n_{t2} = 27$) und der Fehlvorstellungen bzw. nicht ausbaufähigen Konzepte der Kategorie 2 ($n_{t1} = 32, n_{t2} = 12$). Im Gegensatz dazu vervierfachen sich Konzepte der Kinder (Kategorie 3), die richtige Erklärungen bzw. Erklärungsansätze enthalten ($n_{t1} = 11, n_{t2} = 44$).

Unterstützung findet das Ergebnis auch in den 28 Interviews, die von geschulten Studierenden geführt und protokolliert wurden. Durch die Nachfragemöglichkeit, woran und wie die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass Dinge in ihrem Alltag programmiert sind, verweisen alleine zehn Kinder auf die erworbene Wenn-Dann-Regel bzw. auf programmierte Schleifen.

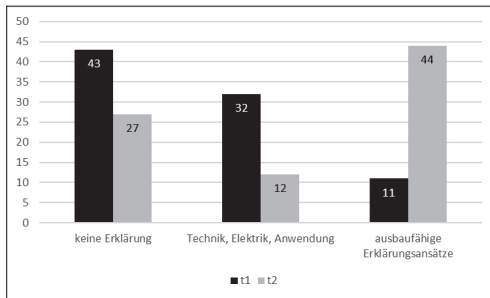


Abb. 5: Entwicklung der Konzepte über die Funktion von Informatik

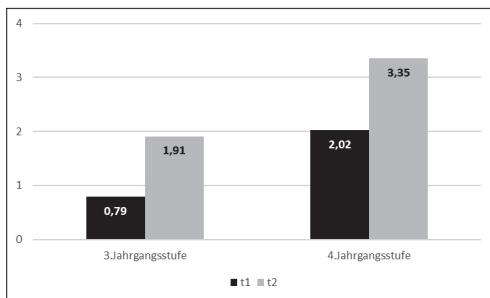


Abb. 6: Balkendiagramm zur Frage nach „Dingen, in denen Informatik steckt“

Welche „Dinge, in denen Informatik steckt“, kennen die Kinder und wie entwickeln sich diese Kenntnisse in Abhängigkeit von der Jahrgangsstufe? Ergänzend kann man noch die Aussagen auf die Frage „Kennst du (außer Computer, Handy und Fernseher) noch weitere Dinge, in denen Informatik steckt?“ hinzuziehen. Schon bei der Frage wurden dabei die klassischen Geräte, die üblicherweise mit Informatik in Verbindung gebracht werden, ausgeklammert. Bei der Auswertung wurden zusätzlich Spielkonsolen und weitere Geräte mit Bildschirm ausgenommen. Die weiteren Nennungen (z. B. Ampel, Poolroboter, Rolltreppe, Spülmaschine, automatische Tür, usw.) wurden ausgezählt. Im Durchschnitt nennt jedes Kind vor der Intervention 1.54 Dinge (Spannweite 0 bis 8), die Informatik enthalten, nach der Intervention 2.76 (Spannweite 0-9) über die klassischen Geräte hinaus.

Abbildung 6 zeigt, dass – bei deutlich höheren Ausgangswerten - die Viertklässlerinnen und die Viertklässler ($M_{3.Jahrgangsstufe} = 1.23$; $M_{4.Jahrgangsstufe} = 1.44$) et was mehr profitiert haben. Unter Umständen hat das höhere Vorwissen der älteren Kinder dazu geführt, dass die Schülerinnen und Schüler den Unterricht besser nutzen konnten.

Diskussion und Ausblick

Profitieren die Kinder?

Die Antwort auf diese Frage ist nicht ganz einfach angesichts der differenziellen und komplexen Ergebnisse: Positive Effekte in der Selbstkonzeptentwicklung zeigten sich in der Vorstudie in dritten Klassen (Martschinke u.a. 2019) und nun auch in der aktuellen Studie in dritten und vierten Klassen, aber hier besonders in der dritten Klasse. Insgesamt haben Kinder mit eher niedrigem Selbstkonzept zu Beginn der Intervention profitiert, ein ohne weiteres wünschenswerter Effekt, weil man aufgrund des Zusammenspiels von Leistungs- und Persönlichkeitsentwicklung eine indirekte, aber eventuell langfristige Förderung im Leistungsbereich erhoffen kann. Hier streben wir eine adaptive Weiterentwicklung der Intervention an, die unterschiedliche Ausgangslagen von Kindern noch besser berücksichtigt. Gerade lernschwache, lernbehinderte und sozial schwache Schülerinnen und Schüler könnten von solchen und ähnlichen Projekten besonders profitieren (Israel u. a. 2014). Gleichzeitig stellt die Förderung von Kindern mit hohen Ausgangswerten im Bereich des Selbstkonzeptes eine Herausforderung dar. Unter Umständen brauchen gerade diese Kinder anspruchsvollere Aufgabenstellungen, die ihnen als Erfolgfelder dienen können. Kritisch zu sehen, besonders in der dritten Klasse, sind negative Tendenzen in der Interessensentwicklung und der eher geringe Wissenszuwachs im Bereich informatischer Grundbildung in beiden Jahrgangsstufen. Die Ergebnisse der qualitativen Befragung stehen aber im Gegensatz dazu und machen deutlich, dass die Kinder sehr wohl einen besseren Zugang zu und Einblick in informatische Lösungen in unserer Umwelt gewinnen, die zur kritischen Analyse und Gestaltung einer digitalisierten Lebenswelt notwendig sind. Auch hier sieht man einen deutlicheren Gewinn durch die älteren Kinder.

Limitationen der Studie

Unterschiede zwischen Klassenstufen können ein Hinweis darauf sein, dass die Frage nach informatischer Grundbildung in der Grundschule noch zu allgemein gestellt ist und differenzierter nach Klassenstufen oder zumindest nach der Passung und Eignung für unterschiedliche Lernvoraussetzungen gefragt werden muss. Eine Folgestudie soll deswegen auch Ergebnisse aus zweiten Klassen liefern. Da letztlich aber bis dato nur je zwei Klassen in die Berechnun-

gen einbezogen wurden, kann die Erklärung der Jahrgangsunterschiede auch auf Klassenunterschiede zurückzuführen sein. Durch eine größere Stichprobe und eine Erfassung der Unterrichtsqualität sollte auch der Klasseneffekt besser kontrolliert werden können. Die fehlende Kontrollgruppe und auch die angesprochenen Mängel im Instrument schränken ebenfalls die Belastbarkeit der Ergebnisse noch ein und bedürfen noch weiterer Forschungsbemühungen.

Konsequenzen für die Lehreraus- und -fortbildung

Bei Lehrkräften existieren insbesondere Vorbehalte bei der Frage, ob informatische Bildung schon in der Grundschule umgesetzt werden kann oder ob eine Lehrkraft Kompetenzen im Bereich Digitaler Bildung, die informatische Grundbildung einschließt, vermitteln will oder kann (vgl. Schmid u. a. 2017, S. 6; Thom u. a. 2017, S. 7; Herzig/Grafe 2007; Eickelmann 2010; Petko 2012). Schweizer und Horn (2014) zeigten anhand einer Studie mit 99 Lehrkräften, dass genau an solchen „Einstellungen, normativen Überzeugungen und personalen Faktoren“ (Schweizer/Horn, 2014, S. 60) angesetzt werden muss. Gleichwertig neben diesen Vorbehalten wird aber auch immer wieder der Wunsch nach einem hochwertigen Angebot an Fort- und Weiterbildungen deutlich (Herzig/Grafe 2007; BITKOM 2011; Schmid u. a. 2017).

Damit Lehrkräfte die Herausforderungen der informatischen Bildung sinnvoll in Angriff nehmen können, sind aus unserer Sicht deswegen solche Fort- und Weiterbildungen notwendig, die erprobte und evaluierte Projekte als Bausteine für die Lehreraus- und -fortbildung liefern - eine mögliche Gelingensbedingung für die dringend notwendige Professionalisierung von Lehrkräften. In einer aktuellen hochschuldidaktischen Pilotstudie wird das Unterrichtsprojekt in einem Seminar für Studierende genutzt. Die Studierenden lernen entlang der Intervention, analysieren das erprobte Material und das unterrichtliche Vorgehen, teilweise auch bei Beobachtungen in Klassen.

Im Rahmen des Tandem Fellowships „Profil“ (Professionalisierung im Bereich informatischer Grundbildung für Lehramtsstudierende in der Grundschule; gefördert durch den Stifterverband) wird dieses Seminarangebot zunächst für Lehramtsstudierende im Grundschullehramt verstetigt. Im zweiten Schritt sollen „Online-Bausteine“ für die Hochschullehre entwickelt werden. Besonders im Fokus stehen Effekte im Bereich der Einstellungen zu Informatik und zur didaktischen Umsetzung in der Grundschule, die als Stellschraube angesehen werden, die *Möglichkeiten* einer informatischen Grundbildung in der Grundschule – ohne Vorbehalte – besser zu nutzen und umzusetzen.

Literatur

- Bell, Tim C./Witten, Ian H./Fellows, Michael (2006): Computer Science Unplugged. <https://www.csunplugged.org/de>. [Zugriff: 23.09.2019]
- Bergner, Nadine/Köster, Hilde/Magenheim, Johannes/Müller Kathrin/Romeike, Ralf/Schroeder, Ulrik/Schulte, Carsten (2018): Zieldimensionen informatischer Bildung im Elementar- und Primarbereich. In: Haus der kleinen Forscher (Hrsg.), Frühe informatische Bildung – Ziele und Gelingenbedingungen für den Elementar- und Primarbereich. Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ (Band 9). Op-laden: Budrich, 38-267.
- Best, Alexander/Borowski, Christian/Büttner, Katrin/Freudenberg, Rita/Fricke, Martin/Haselmeier, Kathrin/Herper, Henry/Hinz, Volkmar/Humbert, Ludger/Müller, Dorothee/Schwill, Andreas/Thomas, Marco (2019). Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich - Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e.V.. In: LOG IN 191,192/2019, Berlin: LogIn Verlag https://dl.gi.de/bitstream/handle/20.500.12116/20121/61-GI-Empfehlung_Kompetenzen_informatische_Bildung_Primarbereich.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Zugriff: 23.09.2019]
- Biermann, Ralf (2009). Der mediale Habitus von Lehramtsstudierenden. Eine quantitative Studie zum Medienhandeln angehender Lehrpersonen. Springer: Wiesbaden.
- BITKOM (Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V.) (2011). Schule 2.0. Eine repräsentative Untersuchung zum Einsatz elektronischer Medien an Schulen aus Lehrersicht. <https://www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/BITKOM-Publikation-Schule-20.pdf>. [Zugriff: 23.09.2019]
- Blömeke, Sigrid (2003). Lehren und Lernen mit neuen Medien - Forschungsstand und Forschungsperspektiven - In: Unterrichtswissenschaft 31/2003, S. 57-82
- Brackmann, Christian Puhlmann/Román-González, Marcos/Robles, Gregorio/Moreno-León, Jesús/Casali, Ana/Barone, Dante (11/2017). Development of computational thinking skills through unplugged activities in primary school. In: Proceedings of the 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education (S. 65-72). New York: ACM. <https://doi.org/10.1145/3137065.3137069> [Zugriff: 23.09.2019]
- Bos, Wilfried/Eickelmann, Birgit/Gerick, Julia/Goldhammer, Frank/Schaumburg, Heike/Schwippert, Knut/Wendt, Heike (2014): ICILS 2013. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich. Münster: Waxmann.
- Brinda, Thorsten, Diethelm, Ira, Gemulla, Rainer, Romeike, Ralf, Schöning, Johannes/Schulte, Carsten (2016): Bildung in der digitalen vernetzten Welt. <https://www.gi.de/aktuelles/meldungen/detailansicht/article/dagstuhl-erklaerung-bildung-in-der-digitalen-ernetzten-welt.html> [Zugriff: 23.09.2019]
- Brinda, Torsten/Brüggen, Niels/Diethelm, Ira/Knaus, Thomas/Kommer, Sven/Kopf, Christina/Missomelius, Petra/Leschke, Rainer/Tilemann, Friederieke/Weich, Andreas (2019). Frankfurt-Dreieck zur Bildung in der digital vernetzten Welt. Ein interdisziplinäres Modell. <https://www.keine-bildung-ohne-medien.de/wp-content/uploads/2019/07/Frankfurt-Dreieck-zur-Bildung-in-der-digitalen-Welt.pdf> [Zugriff: 23.09.2019]
- Cohen, Jacob (1992). A power primer. In: Psychological Bulletin, 112, S. 155-159.

- Eickelmann, Birgit (2010). Digitale Medien in Schule und Unterricht erfolgreich implementieren. Eine empirische Analyse aus Sicht der Schulentwicklungsforschung. Münster: Waxmann.
- Eickelmann, Birgit (2019). Computational Thinking (internationale Zusatzoption zu IEA-ICILS 2018). <https://kw.uni-paderborn.de/institut-fuer-erziehungswissenschaft/arbeitsbereiche/schulpaedagogik/forschung/forschungsprojekte/computational-thinking/> [Zugriff: 23.09.2019]
- Gander, Walter/Petit, Antoine/Berry, Gérard/Demo, Barbara/Vahrenhold, Jan (2013): Informatics education: Europe cannot afford to miss the boat. Report of the joint Informatics Europe/ACM Europe Working Group on Informatics Education. <http://www.informatics-europe.org/images/documents/informatics-education-acm-ie.pdf> [Zugriff: 23.09.2019]
- GDSU (Hrsg.) (2013). Perspektivrahmen Sachunterricht (vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe). Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Gibson, J. Paul (2012): Teaching graph algorithms to children of all ages. In: T. Lapidot/J. Gal-Ezer/M. E. Caspersen/O. Hazzan (Hrsg.): Proceedings of the 17th ACM annual conference on Innovation and technology in computer science education, S. 34–39. New York: ACM.
- Herzig, Bardo/Grafe, Silke (2007). Digitale Medien in der Schule. Standortbestimmung und Handlungsempfehlungen für die Zukunft. Studie zur Nutzung digitaler Medien in allgemeinbildenden Schulen in Deutschland. Bonn: Dt. Telekom.
- Israel, Maya/Pearson, Jamie N./Tapia, Tanya/Wherfel, Quentin M./Reese, George (2014). Supporting all learners in school-wide computational thinking: A cross-case qualitative analysis. In: Computers/Education, 82, S. 263-279.
- Kommer, Sven/Welzel, Manuela (Hrsg.) (2006). In: Treibel, Annette/Maier, Maja S./Kommer, Sven/Welzel, Manuela (2006). Gender medienkompetent. Medienbildung in einer heterogenen Gesellschaft. Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwissenschaften, S. 193-206.
- Kommer, Sven (2006). Leben in verschiedenen Welten: Der mediale Habitus von Lehramtsstudierenden und SchülerInnen. In: Treibel-Illian, Annette/Maier, Maja S./Kommer, Sven/Welzel, Manuela (Hrsg.): Gender medienkompetent. Neue Medien und Geschlechterrelationen in Theorie und Praxis. Wiesbaden: VS-Verlag, S.165-177.
- Kommer, Sven (2010). Kompetenter Medienumgang? Eine qualitative Untersuchung zum medialen Habitus und zur Medienkompetenz von SchülerInnen und Lehramtsstudierenden. Leverkusen.
- Mayring, Philipp (2015). Qualitative Inhaltsanalyse. Weinheim: Beltz Verlag.Meurer, Moritz (2006). „Es ist noch zu früh.“ - Habituskonstruktionen von Grundschullehrerinnen im Umgang mit Neuen Medien. In: Treibel, Annette/Maier, Maja S./Kommer, Sven/Welzel, Manuela (2006). Gender medienkompetent. Medienbildung in einer heterogenen Gesellschaft. Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwissenschaften, S. 193-206.
- KMK – Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.) (2017): Strategie der Kultusministerkonferenz »Bildung in der digitalen Welt«. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 08.12.2016 – Stand: 09.11.2017. [Um »Weiterbildung« ergänztes Dokument der KMK.] Berlin/Bonn: Sekretariat der KMK, 9. Nov. 2017. Online unter: <https://t1p.de/k4vk> [Zugriff: 23.09.2019]
- Martschinke, Sabine/Palmer Parreira, Susanne/Romeike, Ralf (2019, im Druck). Informatische (Grund-)Bildung schon in der Grundschule? Erste Ergebnisse zu einer Evaluationsstudie. In: I. Mammes, L. Murmann (Hrsg.): Technische Bildung im Elementar- und Primarbereich (Arbeitstitel). Bad Heilbrunn: Klinkhardt. (GDSU- Forschungsband/Bd. 11).

- MPFS (Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest) (2016). KIM-Studie 2016. Kindheit, Internet, Medien. <http://www.mpfs.de/studien/kim-studie/2016> [Zugriff: 23.09.2019]
- Petko, Dominik (2012). Hemmende und förderliche Faktoren des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht: Empirische Befunde und forschungsmethodische Probleme. In: Schulz-Zander, Renate/Eickelmann, Birgit/Moser, Heinz/Niesyto, Horst/Grell, Petra (Hrsg.) (2012). *Jahrbuch Medienpädagogik 9*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. S. 29-50.
- Petrut, Sandra-Jasmin/Bergner, Nadine/Schroeder, Ulrik (2017). Was Grundschulkindern über Informatik wissen und was sie wissen wollen. *Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt*. Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 63-72.
- Portelance, Dylan J./Strawhacker, Amanda L./Bers, Marina Umaschi (2016). Constructing the ScratchJr programming language in the early childhood classroom. In: *International Journal of Technology and Design Education*, 26.4/2017, S. 489-504.
- Román-González, Marcos/Pérez-González, Juan-Carlos/Jiménez-Fernández, Carmen (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. In: *Computers in Human Behavior*, 72/2016, S. 678-691.
- Romeike, Ralf/Reichert, D. (2011). PicoCrickets als Zugang zur Informatik in der Grundschule. In: Thomas, Marco (Hrsg.): *Informatik in Bildung und Beruf*. Bonn, 177-186. <https://pdfs.semanticscholar.org/64e8/358b67c18913ad264cf60c6e0030e1da8e1d.pdf> [Zugriff: 23.09.2019]
- Ottenberg, Meike/Schmölz, Joanna (2018). DIVSI U25-Studie. Euphorie war gestern. Deutsches Institut für Vertrauen und Sicherheit im Internet (DIVSI). <https://www.divsi.de/wp-content/uploads/2018/11/DIVSI-U25-Studie-euphorie.pdf> [Zugriff: 23.09.2019]
- Ruf, Alexander/Mühling, Andreas/Hubwieser, Peter (2014). Scratch vs. Karel: Impact on Learning Outcomes and Motivation. In: *WiPSCE '14, Proceedings of the 9th Workshop in Primary and Secondary Computing Education* (S. 50–59). New York, ACM. <https://www.ddi.edu.tum.de/fileadmin/tueds10/www/Publikationen/2014/2014-ruf-muehling-hubwieser-preprint-wipsce.pdf>. [Zugriff: 23.09.2019]
- Scherer, Ronny/Siddiq, Fazilat/Sánchez Viveros, Bárbara (2018). The Cognitive Benefits of Learning Computer Programming: A Meta-Analysis of Transfer Effects. *Journal of Educational Psychology* 111(5), 7/2019, S. 764-792 <http://dx.doi.org/10.1037/edu0000314> [Zugriff: 23.09.2019]
- Schmid, Ulrich/Goertz, Lutz/Behrens, Julia (2017). *Monitor Digitale Bildung. Die Schulen im digitalen Zeitalter*. Bertelsmann Stiftung https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/BSt_MDB3_Schulen_web.pdf [Zugriff: 23.09.2019]
- Schweizer, Karin/Horn, Michael (2014). Kommt es auf die Einstellung zu digitalen Medien an? Normative Überzeugungen, personale Faktoren und digitale Medien im Unterricht: eine Untersuchung mit Lehrpersonen und Lehramtsstudierenden. *Merz – Medien und Erziehung, Zeitschrift für Medienpädagogik* 58 (2014) 6. München: Kopaed, S. 50–62.
- Schwill, Andreas (2001). Ab wann kann man mit Kindern Informatik machen? Eine Studie über informatische Fähigkeiten von Kindern. In: Keil-Slawik, Reinhard/Megenheim, Johannes (Hrsg.): *Informatikunterricht und Medienbildung INFOS 2001*. Bonn. Gesellschaft für Informatik, S. 13-30.
- Straube, Philipp/Brämer, Martin/Köster, Hilde/Romeike, Ralf. Eine digitale Perspektive für den Sachunterricht? *Fachdidaktische Überlegungen und Implikationen*. www.widerstreit-sa

- chunterricht.de, 24/10/2018 <http://www.widerstreit-sachunterricht.de/ebene1/superworte/zumsach/straubeetal.pdf> [Zugriff: 23.09.2019]
- Thom, Sabrina/Behrens, Julia/Schmid, Ulrich/Goertz, Lutz (2017). Monitor Digitale Bildung. Die Hochschulen im digitalen Zeitalter. Bertelsmann Stiftung https://www.bertelsmannstiftung.de/fileadmin/files/BSst/Publikationen/GrauePublikationen/DigiMonitor_Hochschulen_final.pdf [Zugriff: 23.09.2019]
- Weigend, Michael (2009). Algorithmik in der Grundschule. In: B. Koerber (Hrsg.): Zukunft braucht Herkunft – 25 Jahre „INFOS – Informatik und Schule“. Bonn Gesellschaft für Informatik e.V., S. 97-108.
- Wing, Jeannette M. (2006): Computational Thinking, *Communications of the ACM*, vol. 49, no. 3, S. 33-35.
- Xie, Lesley/Antle, Alissa N./Motamedi, Nima (2008): Are tangibles more fun?: Comparing children's enjoyment and engagement using physical, graphical and tangible user interfaces. In: *Proceedings of the Second International Conference on Tangible and Embedded Interaction (TEI'08)*. Papier zur Konferenz vom 18.-20.02.2008 in Bonn, S. 191-198.