

Martschinke, Sabine; Palmer Parreira, Susanne; Romeike, Ralf **Informatische (Grund-)Bildung schon in der Primarstufe? Erste Ergebnisse aus einer Evaluationsstudie**

Landwehr, Brunhild [Hrsg.]; Mammes, Ingelore [Hrsg.]; Murmann, Lydia [Hrsg.]: Technische Bildung im Sachunterricht der Grundschule. Elementar bildungsbedeutsam und dennoch vernachlässigt? Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2021, S. 133-150. - (Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts; 12)



Quellenangabe/ Reference:

Martschinke, Sabine; Palmer Parreira, Susanne; Romeike, Ralf: Informatische (Grund-)Bildung schon in der Primarstufe? Erste Ergebnisse aus einer Evaluationsstudie - In: Landwehr, Brunhild [Hrsg.]; Mammes, Ingelore [Hrsg.]; Murmann, Lydia [Hrsg.]: Technische Bildung im Sachunterricht der Grundschule. Elementar bildungsbedeutsam und dennoch vernachlässigt? Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2021, S. 133-150 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-215362 - DOI: 10.25656/01:21536

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-215362>

<https://doi.org/10.25656/01:21536>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<http://www.klinkhardt.de>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk bzw. der Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden. Die neu entstandenen Werke bzw. Inhalte dürfen nur unter Verwendung von Lizenzbedingungen weitergegeben werden, die mit denen dieses Lizenzvertrages identisch oder vergleichbar sind.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-Licence: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work in the public and alter, transform or change this work as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work. If you alter, transform, or change this work in any way, you may distribute the resulting work only under this or a comparable license.

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



Kontakt / Contact:

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

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts

**Brunhild Landwehr
Ingelore Mammes
Lydia Murmann
(Hrsg.)**

Technische Bildung im Sachunterricht der Grundschule

**Elementar bildungsbedeutsam und
dennoch vernachlässigt?**

GDSU e.V.

k linkhardt

**Forschungen zur Didaktik
des Sachunterrichts
Band 12**

Brunhild Landwehr
Ingelore Mammes
Lydia Murmann
(Hrsg.)

Technische Bildung im Sachunterricht der Grundschule

Elementar bildungsbedeutsam und
dennoch vernachlässigt?

Verlag Julius Klinkhardt
Bad Heilbrunn • 2021

k

Schriftenreihe der
Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts e.V.

Die Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) e.V. ist ein Zusammenschluss von Lehrenden aus Hochschule, Lehrerfortbildung, Lehrerweiterbildung und Schule. Ihre Aufgabe ist die Förderung der Didaktik des Sachunterrichts als wissenschaftliche Disziplin in Forschung und Lehre sowie die Vertretung der Belange des Schulfaches Sachunterricht.
www.gdsu.de

Dieser Titel wurde in das Programm des Verlages mittels eines Peer-Review-Verfahrens aufgenommen. Für weitere Informationen siehe www.klinkhardt.de.

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

2021.n. © by Julius Klinkhardt.

Druck und Bindung: AZ Druck und Datentechnik, Kempten.
Printed in Germany 2021.
Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem alterungsbeständigem Papier.



Die Publikation (mit Ausnahme aller Fotos, Grafiken und Abbildungen) ist veröffentlicht unter der Creative Commons-Lizenz: CC BY-NC-SA 4.0 International
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

ISBN 978-3-7815-5869-4 digital doi.org/10.35468/5869
ISBN 978-3-7815-2430-9 print

Inhaltsverzeichnis

<i>Brunhild Landwehr, Ingelore Mammes und Lydia Murmann</i> Editorial	7
<i>Andreas Schmitt und Tanja Fellensiek</i> „Windräder werden mit Strom betrieben, um Wind zu erzeugen ... oder umgekehrt!“ – Schülervorstellungen und Konzeptwechsel zum Thema Windenergie im Sachunterricht	11
<i>Stefan Fletcher und Anja Kleinteich</i> Vorstellungen von Grundschüler*innen zum Ende der Primarstufe über den grundsätzlichen Aufbau eines komplexen technischen Systems zur Energieerzeugung untersucht am Beispiel der Konstruktion eines Wasserkraftwerks aus vorgegebenen Teilsystemen	29
<i>Swantje Dölle</i> LERNnetze – Lernunterstützung im technischen Sachunterricht Erprobung kognitiv aktivierender und inhaltlich strukturierender Maßnahmen der Lernunterstützung und Überprüfung der Angebotsnutzung	51
<i>Victoria Adenstedt</i> Attributionen von Grundschulkindern zur Erklärung von Leistungsergebnissen bei technischen Alltagsaufgaben	73
<i>Svantje Schumann</i> Technische Ereignisse in Stummfilmen erschließen – eine Untersuchung der Bildungsprozesse von Kindern	95
<i>Lennart Goecke, Jurik Stiller und Julia Schwanewedel</i> Algorithmusverständnis in der Primarstufe – Eine Studie im Kontext des Einsatzes von programmierbarem Material	117
<i>Sabine Martschinke, Susanne Palmer Parreira und Ralf Romeike</i> Informatische (Grund-)Bildung schon in der Primarstufe? Erste Ergebnisse aus einer Evaluationsstudie	133

6 | Inhaltsverzeichnis

Eva Gläser und Christina Krumbacher

Ausstattung zur technischen Bildung mangelhaft?

Eine quantitative Studie zur Situation an Grundschulen 151

Verzeichnis der Autorinnen und Autoren 167

Sabine Martschinke, Susanne Palmer Parreira und Ralf Romeike

Informatische (Grund-)Bildung schon in der Primarstufe? Erste Ergebnisse aus einer Evaluationsstudie

1 Problemaufriss

Vom Getränkeautomaten über Saugroboter, Bewegungsmelder, Ampelsysteme und elektronische Anzeigetafeln bis hin zu fahrerlosen U-Bahnen – in immer mehr Bereichen unserer alltäglichen Lebenswelt existieren technische Geräte und automatisierte Abläufe, die vorab von Informatiker*innen programmiert wurden und deswegen vor dem technischen und dem informatischen Hintergrund verstanden werden müssen. Damit gibt es neben Smartphones und Computern als prototypische Geräte der digitalen Welt zahlreiche weitere technische Anwendungen mit digitalen Komponenten. Dem gegenüber stehen ernüchternde Ergebnisse aus der International Computer and Information Literacy Study (ICILS 2013, vgl. Bos u. a. 2014), die zeigen, dass fast ein Drittel der Achtklässler*innen lediglich rudimentäre Fertigkeiten und basale Kenntnisse im Umgang mit digitalen Technologien besitzen. Vor dem Hintergrund der Digitalisierung, die Kinder in zunehmendem Maße umgibt (vgl. KIM-Studie, MPFS 2016), wird es immer bedeutsamer, Kinder bereits früh und damit auch schon in der Grundschule in die durch Informatik geprägte Lebenswelt einzuführen. Da auch die sogenannten „digital natives“ nicht automatisch kompetente Nutzer*innen sind (vgl. DIVISI U25-Studie, Otternberg u. a. 2018), ist für eine kompetente Nutzung digitaler Technologien grundlegendes Wissen über Methoden und Prinzipien der Informatik notwendig. Die Forschungslage zu Effekten geeigneter Maßnahmen, besonders in der Grundschule, ist allerdings bis dato lückenhaft.

Nach begrifflich-theoretischen Klärungen und Einordnungen informatischer Bildung wird im folgenden Beitrag begründet, warum und wie informatische Bildung schon in der Grundschule starten soll und auch kann. Es wird das Unterrichtsprojekt „Was und wie arbeiten Informatiker?“ vorgestellt, das Kompetenzen von Grundschulkindern in Bezug auf fundamentale Prinzipien, Konzepte, Problemlösungen sowie Denk- und Arbeitsweisen (Computational Thinking) der In-

formatik zunächst erfasst und dann fördert. Erste Evaluationsergebnisse aus zwei Pilotstudien werden vorgestellt.

2 Begriffsklärungen

2.1 Informatik und informatische Bildung

Informatik als Wissenschaft der automatischen Informationsverarbeitung (Claus & Schwill 2006, 305) wird von Bergner u. a. (2018) in ihrer Funktion in unserer Gesellschaft anschaulich beschrieben:

„Informatik ist überall dort, wo

- **Abläufe automatisiert gesteuert oder geregelt** (die Ampelsteuerung, der Fahrplan der Bahn oder die Tour des Müllwagens, das Programm der Waschmaschine),
- **Daten digital gespeichert und ausgegeben** (Kamera, Hörbuch),
- **Daten übertragen** (Handy, Fernseher, Radio) oder
- **Daten verändert und berechnet werden** (die Wettervorhersage, der Taschenrechner, das Navigationssystem im Auto...).“ (ebd., 20).

Um solche Vorgänge nicht nur zu nutzen, sondern sie auch zu verstehen, ist informatische Bildung notwendig. Die Gesellschaft für Informatik beschreibt informatische Bildung als „das Ergebnis von Lernprozessen, in denen Grundlagen, Methoden, Anwendungen, Arbeitsweisen und die gesellschaftliche Bedeutung von Informatiksystemen erschlossen werden“ (GI 2000, 1) und fordert:

„Aufgabe der allgemein bildenden Schule muss es sein, allen Schülerinnen und Schülern [...] einen gleichberechtigten Zugang zu informatischen Denk- und Arbeitsweisen und modernen Informations- und Kommunikationstechniken zu öffnen, informatische Bildung zu vermitteln und damit auch auf lebenslanges Lernen [...] vorzubereiten“ (ebd.).

Das heißt, dass nicht nur Zugangsmöglichkeiten geschaffen werden sollen, die vorgegebene Abläufe nachvollziehen, sondern im Umgang mit digitalen Geräten sollen Schüler*innen auch adaptieren, konfigurieren, konstruieren und gestalten. Hinter der Benutzeroberfläche verborgen stecken die Prinzipien und Konzepte, die die Grundlagen 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 (Humbert & Puhmann 2004; Mittermeir 2010; Gander u. a. 2013; Brandhofer 2014; Bergner u. a. 2018). Informatische Bildung ist also notwendig, damit Kinder Probleme, die im Kontext von Informatiksystemen auftreten, durch eigenständige Lösungen bewältigen

können. Allerdings sind informatische Kompetenzen nicht nur in Verbindung mit Informatiksystemen hilfreich, sondern können auch auf nicht-informatische Kontexte transferiert werden. Darunter fällt beispielsweise das Modellieren von Problemlösungen und ein strukturiertes Zerlegen von Problemen. Im anglo-amerikanischen Raum findet man dafür oft den Begriff Computational Thinking. Scherer u. a. (2018) zeigten in einer Meta-Analyse, dass Übertragungseffekte von informatischer Bildung auf zahlreiche weitere Kompetenzen nachweisbar sind. So kann Informatik auch zur Allgemeinbildung beitragen.

2.2 Das Verhältnis von informatischer Bildung, Medienbildung und digitaler Bildung

Die durch Digitalisierung geprägte Welt erfordert mediale und informatische Kompetenzen.

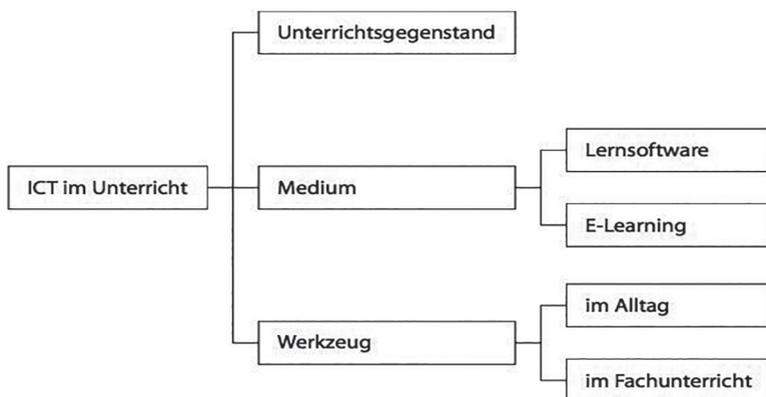


Abb. 1: Verschiedene Rollen des Computers in der Ausbildung (entnommen aus Hartmann u. a. 2007, 4)

Wenn informatische Bildung das zentrale Unterrichtsziel darstellen soll, so werden Medien bzw. ICT (information and communications technology: Informations- und Kommunikationstechnik) in erster Linie als Unterrichtsgegenstand eingesetzt (Hartmann u. a. 2007). Andere Einsatzformen von ICT sind die Verwendung als Werkzeug (z. B. zum Gestalten von Bildern oder Texten) oder als Medium (z. B. das Lernen mit Lernsoftware), was dann häufig als Medienbildung oder Medienerziehung bezeichnet wird. Hier steht die Nutzung von ICT im Vordergrund. Spezifisch informatisches Wissen stellt für die Verwendung der Programme keine notwendige Bedingung dar, jedoch ist „für die effiziente Nutzung dieser Werkzeuge [...] ein Verständnis grundlegender informatischer Konzepte notwendig“ (ebd., 3).

In fast allen Curricula allgemeinbildender Schulen weltweit werden sowohl Anwendungsfertigkeiten (digital skills), als auch Konzeptionswissen vermittelt (Gander u. a. 2013). Die häufig vorzufindende Trennung von Nutzungsfertigkeiten und informatischer Bildung könnte unterschiedliche Ursachen haben: zum einen die Angst, informatische Bildung auf Anwendungsfertigkeiten zu reduzieren, zum anderen den Wunsch, den neuen Bildungsbereich an die akademische Disziplin anzuknüpfen (vgl. Bergner u. a. 2018, 57). Die Autor*innen plädieren dafür, von einem Zusammenhang der vermeintlich getrennten Bereiche „Gestalten/Konstruieren“ und „Anwenden“ auszugehen (vgl. auch Crutzen 2000).

Aktuelle Ansätze versuchen, die unterschiedlichen Perspektiven zu vereinbaren, so dass sie sich in Bildungsprozessen sinnvoll ergänzen. Beispielsweise könnte zu einer Einführung in innertechnische Wirkprinzipien ein Lebensweltbezug verdeutlicht werden oder zu einer Nutzungsschulung ein Einblick gegeben werden in digitaltechnische Systeme, mit dem Ziel der Adaption an individuelle Bedürfnisse. In der Dagstuhl-Erklärung zur „Bildung in der digitalen vernetzten Welt“ (Brinda u. a. 2016) wird deutlich, dass sowohl Medienbildung als auch Informatikunterricht für den Kompetenzaufbau wichtig sind:

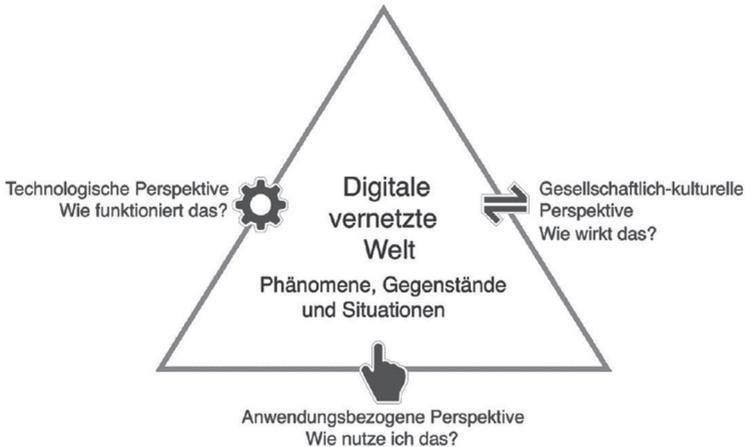


Abb. 2: Das Dagstuhl-Dreieck: Erkenntnisperspektiven auf die digitale Welt (Brinda u. a. 2016)

Hier zeigt sich auch ein mehrperspektivischer Zugang: Bildung muss sich demnach auf Phänomene, Gegenstände und Situationen der digitalen Welt aus anwendungsbezogener, technologischer *und* gesellschaftlich-kultureller Perspektive beziehen.

3 Implementierung von informatischer Bildung in der Grundschule

3.1 Zieldimensionen für informatische Bildung in der Grundschule

Die Grundschule als gemeinsame Eingangsstufe sollte, wie in anderen Ländern schon üblich (Gander u. a. 2013), eine informatische Grundbildung implementieren, um bei allen Kindern ein erstes Verständnis und Interesse für Informatik und digitale Systeme zu entwickeln.

Für die Bildungsziele in der Grundschule können die von der Gesellschaft für Informatik vorgeschlagenen Standards für die Sekundarstufe I als Orientierung herangezogen werden (GI 2008). Unter Bezugnahme auf internationale Standards entwickeln Bergner u. a. (2018, 135 ff.) daraus ein Kompetenzstrukturmodell für informatische Bildung in der Primarstufe mit folgenden zentralen Zieldimensionen:

- Motivation, Interesse und Selbstwirksamkeit im Umgang mit Informatik(systemen)
- informatische Kompetenzen (informatische Prozessbereiche und informatische Inhaltsbereiche)
- übergreifende Basiskompetenzen (kognitive, (schrift-)sprachliche und soziale Kompetenzen).

3.2 Verankerung der Informatischen Bildung in der Grundschule

Vor dem Hintergrund gesellschaftlicher Transformation und zunehmender Digitalisierung findet man bildungspolitische Initiativen, Kinder bereits in der Grundschule in die durch Informatik geprägte Lebenswelt einzuführen und mit ihnen und für sie zu erschließen. Die KMK (2009) empfiehlt eine „informatische Vorbildung“ (KMK 2009, 4). Die KMK-Strategie (2016) legt den Schwerpunkt auf eine fächerintegrierte digitale Medienbildung, obwohl sich die Gesellschaft für Informatik in ihrer Stellungnahme für eine Verankerung informatischer Bildung bereits in der Grundschule ausspricht (GI 2016). Das Strategiedokument des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF 2016) plädiert für eine Stärkung von Informatikunterricht ab der Grundschule und fächerintegrierte digitale Medienbildung.

Damit werden Fragen aufgeworfen, wo die informatische (Grund-)Bildung verortet werden kann. Informatische Bildung weist Übereinstimmungen mit den Zielsetzungen für den Sachunterricht auf. Sie lässt sich mit dem Perspektivrahmen für den Sachunterricht im Sinne grundlegender Bildung (GDSU 2013, 9) insofern vereinbaren, da das Ziel, Kinder zu befähigen, ihre Lebenswirklichkeit „sachbezogen zu verstehen, sich auf dieser Grundlage bildungswirksam zu erschließen und sich darin zu orientieren, mitzuwirken und zu handeln“ (ebd.) auch für den

Bereich der informatischen Bildung gilt. Nur mit informatischer Bildung können diese Ziele in einer durch digitale Geräte geprägten Welt erreicht werden.

Spezifisch geht es dabei um die Orientierung in der digitalen Welt und um das Verstehen der digitalen Welt, die bereits in der Lebenswirklichkeit der Kinder bedeutsam ist. Zudem sollen Kinder Möglichkeiten kennen lernen, gestalterisch an der Weiterentwicklung dieser digitalen Welt mitwirken zu können.

Medien und ICT spielen bereits seit Längerem eine Rolle im Rahmen der Medienbildung in der Grundschule, allerdings geht es dabei vor allem um die sachgerechte, reflektierte und kritische Mediennutzung (Borowski u. a. 2010; Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts 2013, 83ff.). Es ist daher notwendig, die Ziele des Sachunterrichts in Bezug auf das Thema ‚digitale Medien‘ an die aktuellen Erfordernisse anzupassen. Wenn Kinder angemessen auf die Zukunft vorbereitet werden sollen, müssen sie befähigt werden, ihre technisierte Lebenswelt zu verstehen. Deshalb muss die Thematisierung von digitalen Medien über das reine Anwendungslernen und über den Erwerb allgemeiner Medienkompetenzen hinausgehen und auch das Ziel in den Fokus nehmen, Kindern Konzeptionswissen zu vermitteln (Gibson 2012, 34).

Dieses Ziel stimmt mit dem Bildungspotenzial der technischen Perspektive im Sachunterricht überein (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts 2013, 63), so dass die zukünftige Aufnahme informatischer Bildung in die technische Perspektive des Sachunterrichts sinnvoll erscheint, allerdings wäre über den Begriff der informatisch-technischen Bildung oder ähnliche sprachliche Signale eine größere Aufmerksamkeit auf die neue Aufgabe zu lenken.

4 Forschungsstand

4.1 Kognitive Grundlagen

Die empirische Befundlage ist noch dürftig, aber erste Studien zeigen, dass Grundschul Kinder sehr wohl kognitiv in der Lage sind, wichtige fundamentale Ideen der Informatik bereits zu erfassen. So prüfte Schwill (2001) die Fähigkeit von Kindern, grundlegende Prinzipien der Informatik zu verstehen. Grundschul Kinder können u. a. aus Schlussfolgerungen heraus Hypothesen ziehen und ein Problem in mehrere Teilprobleme zerlegen, wenn die Inhalte handlungsorientiert, anschaulich und kindgerecht aufbereitet sind. Weigend (2009) zeigte, dass die meisten Kinder aus dritten und vierten Klassen bereits Erfahrungen mit algorithmischen Handlungsanweisungen (z. B. Aufbauanleitungen, Spielregeln) gesammelt haben. Dabei scheint es ihnen nicht schwer zu fallen, naive Algorithmen ohne Computereinsatz umzusetzen. Dass Grundschul Kinder, selbst wenn sie noch nicht lesen oder schreiben können, mit grafischen Algorithmen umgehen kön-

nen, zeigte Gibson (2012). Empirische Evidenz gibt es auch für die Annahme, dass informatische Grundbildung und entsprechende Denk- und Arbeitsweisen (Computational Thinking) in der Grundschule eingeführt werden können (Tedre & Denning 2016).

4.2 Interesse und Einstellungen

Es scheint naheliegend, dass Grundschulkindern Interesse an Informatik entwickeln. Denn Kinder interessieren sich für Neue Medien und auch bei jüngeren Kindern lässt sich ein starker Anstieg an genutzten Medien verzeichnen (vgl. KIM-Studie, MPFS 2016; miniKIM, MPFS 2014). Ob sich das große Interesse an der Mediennutzung auch auf das Interesse für die informatischen Hintergründe überträgt, ist allerdings empirisch noch nicht belegt. Yardi und Bruckmann (2007) zeigten in einer qualitativen Interviewstudie, dass Kinder und Jugendliche ab 11 Jahren eher der Meinung waren, Informatik sei langweilig, eine einsame Beschäftigung und ohne Realitätsbezug, während Informatik-Studierende sich fasziniert äußerten und meinten, Informatik sei eine soziale Beschäftigung und habe Alltagsrelevanz. Erfahrungen aus Projekten, wie z. B. dem Roberta-Projekt (Petersen u. a., 2007), sind Hinweise dafür, dass Kinder (in diesem Fall Mädchen) begeistert werden können, wenn sie selbst programmieren dürfen. Auch bestehende Vorurteile, besonders von Mädchen im Grundschulalter, können abgebaut werden können (Master u. a. 2017).

4.3 Zugangsweisen und Auswirkungen

Bisher liegen kaum Forschungsergebnisse zu Auswirkungen eines Unterrichts, der informatische Inhalte in der Grundschule in den Fokus nimmt, vor. Verschiedene Projekte zeigen erste Erfahrungen und Ergebnisse. Einige davon werden im Folgenden kurz beschrieben. Die Projekte können unterschieden werden, je nachdem, auf welche Weise sie den Kindern Zugänge zur Informatik ermöglichen. Zum einen können Zugänge ohne den Einsatz von Computern oder Technik geschaffen werden: Bell u. a. (2006) entwickeln in ihrem Buch zahlreiche Spiel- und Lernmöglichkeiten zur Informatik, die teils auch für die Grundschule geeignet sein sollen. Borowski u. a. (2010) beschreiben, wie Kinder das Prinzip der Druckerwarteschlange aus Perspektive der informatischen Bildung handelnd erleben. Des Weiteren kann der Zugang über physische Erfahrungen erfolgen, beispielsweise über programmierbares Spielzeug: Hier erweist es sich als Vorteil, dass eine Beschäftigung mit physischen Objekten für Kinder einfacher und motivierender ist, wie Xie u. a. (2008) zeigen konnten. Romeike und Reichert (2011) berichten von positiven Erfahrungen mit dem Einsatz von PicoCrickets mit Viertklässlern, die mit Hilfe einer visuellen Programmiersprache vielfältige Kreationen aus Bausteinen erstellen. Ein weiteres Beispiel für ein Spielzeug, das sich direkt am Gerät

programmieren lässt, ist der Bee-Bot, welcher auch in der vorliegenden Studie eingesetzt wurde. Schließlich bietet der Einsatz von Software eine Möglichkeit, einen Zugang zu Informatik zu schaffen. Mit Hilfe von Mikrowelten, in denen die Komplexität reduziert wurde (z. B. durch den Einsatz visueller Bausteine, die Syntaxfehler ausschließen), erfolgt eine erste Begegnung mit dem Programmieren: Im Unterricht konnte beim Einsatz solcher softwarebasierter Werkzeuge eine erhöhte Motivation nachgewiesen werden (Ruf u. a. 2014). Portelance u. a. (2016) schildern für das Kreieren von Spielen und Animationen mit der altersgemäßen Programmierumgebung ScratchJr, dass Kinder ab fünf Jahren Algorithmen erstellen können.

Diese ersten Ergebnisse in einem noch wenig erforschten Feld zeigen, dass es möglich ist, nicht nur medienpädagogische und -didaktische Zielstellungen bereits in der Grundschule zu verfolgen (nicht nur Nutzung als Werkzeug und Medium vgl. Punkt 2), sondern Informatik auch als Unterrichtsgegenstand in der Grundschule zu bearbeiten. Spezifisches Wissen zu Lernvoraussetzungen von Kindern fehlt noch in größerem Umfang, auch Effekte werden noch selten berichtet.

5 Forschungsfrage und Erläuterung des Forschungsdesigns

5.1 Forschungsfrage und Erhebungsinstrumente

Die im Folgenden dargestellte Studie soll folglich prüfen, welche Kompetenzen Grundschul Kinder in Bezug auf fundamentale Prinzipien, Konzepte, Problemlösungen sowie Denk- und Arbeitsweisen (Computational Thinking) der Informatik mitbringen (Teilfrage 1) und ob sie gefördert werden können (Teilfrage 2). Die Studie ist in einem Prä-Posttestdesign mit je einem Messzeitpunkt vor und nach der Unterrichtseinheit angelegt. Als Zieldimensionen werden sowohl informatische Kompetenzen als auch das Selbstkonzept im Umgang mit Informatik(systemen) angestrebt.

Bis dato wurden zwei Pilotstudien ($n^a = 53$, $n^b = 79$) durchgeführt, in denen Instrumente entwickelt wurden und Studierende die Unterrichtseinheit in dritten Klassen erprobt haben. Die Erhebungsinstrumente (qualitativ und quantitativ) wurden zwischen den beiden Pilotierungen verbessert, so dass die Daten nicht oder nur zum Teil zusammengefasst werden können. Das Vorwissen über das Berufsbild eines Informatikers bzw. einer Informatikerin und die Funktionsweise eines Navis wird offen erfasst. Selbstkonzept und Kompetenzen im Bereich informatischer Bildung werden mit einem eigens entwickelten quantitativen Instrument erhoben.

Tab.1: Überblick über die wichtigsten Erhebungsinstrumente (^a nur in der ersten Erhebungswelle, ^b nur in der zweiten Erhebungswelle)

Bereiche des Fragebogens	Variable	Items	N	α	Beispielitems
1. Weißt du, was ein Informatiker bzw. eine Informatikerin macht? ^a Weißt du, wie ein Navi funktioniert? ^b Wo steckt Informatik drin? ^b	Wissen	offen	53 ^a 79 ^b	-	Weißt du, was ein Informatiker bzw. eine Informatikerin macht? ^a Papa, woher weiß das Navi, WIE es uns schnell und auf kürzestem Weg zum Ziel bringt? ^b
2. Kannst du schon, wie ein Informatiker arbeiten?	Selbstkonzept	4	130 ^{a,b} 122 ^{a,b}	t1: .59 t2: .62	Fällt es dir leicht oder schwer, an schwierigen Aufgaben zu tüfteln?
3. Aufgaben zum Nachdenken	Kompetenzen	9	66 ^b	t1 .50 t2 .65	Welcher Weg ist der schnellste? Kreuze an! Kreuze alle Dinge an, in denen „Informatik“ drin steckt“! ^b

Die Skala zum Selbstkonzept bezieht sich auf verschiedene fachgemäße Denk- und Arbeitsweisen eines Informatikers bzw. einer Informatikerin und zeigt keine zufriedenstellende, allerhöchstens eine hinreichende Reliabilität. Da aber nur vier Items eingehen, die alle positive Trennschärfen über .20 aufweisen, wird die Skala zur weiteren Berechnung aufgenommen. Mit ähnlicher Güte ist die Skala zu Kompetenzen einzuschätzen, die auf der Basis der angestrebten Ziele und unter Einbezug von Items aus dem bundesweiten Informatikwettbewerb (BWINF) bzw. aus dem Informatik-Biber in der Schweiz (Blöchingen u. a. 2015) entwickelt wurde. Hier müssen die Kinder beispielsweise für einen Roboter, der nur vorwärts und sich um ein Viertel nach rechts drehen kann, eine Vierteldrehung nach Links „programmieren“, „kurze Wege“ bestimmen oder sie müssen Muster im Sinne von Algorithmen erkennen.

Ergebnisse zu den beiden Skalen müssen aufgrund der eher geringen Reliabilität mit einer gewissen Vorsicht interpretiert werden. Für Folgestudien wird eine Weiterentwicklung angestrebt. Zusätzlich wurden eine Geschlechtsvariable und Vorerfahrungen erfasst.

5.2 Das Unterrichtsprojekt

Die ca. dreiwöchige Intervention umfasste insgesamt fünf Doppelstunden und wurde in enger Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Grundschulforschung und der Didaktik der Informatik entwickelt.

Eine zentrale Rolle spielen die kindgerecht formulierten Arbeitsweisen eines Informatikers bzw. einer Informatikerin, die mit den Kindern im Unterricht erarbeitet wurden. Alle Unterrichtseinheiten wurden vor dem Hintergrund dieser Arbeitsweisen reflektiert.



Abb. 3: Arbeitsweisen einer Informatikerin/eines Informatikers

In der ersten Unterrichtseinheit werden gemeinsam möglicherweise vorhandene Klischeevorstellungen (z. B. Informatiker sind männlich, arbeiten alleine und ausschließlich am PC und tragen eine Brille) bewusstgemacht. Exemplarisch werden dazu Edsger Wybe Dijkstra als Erfinder eines nach ihm benannten Algorithmus in den Niederlanden und Jade Raymond, eine kanadische Computerspiele-Entwicklerin, vorgestellt, um die Arbeitsweisen als Tipps von Expert*innen einzuführen und Klischees diskutieren und damit abbauen zu können. In der zweiten Unterrichtseinheit lernen und erarbeiten die Kinder die „Schritt-für-Schritt-Sprache“ des BeeBot, eines programmierbaren Bienenroboters. In der dritten Unterrichtseinheit programmieren sie auf höherem Abstraktionsniveau mit Scratch-Junior (ScratchJr) auf dem Tablet. Ein Stück weit in die Lebenswelt der Kinder hinein führt die beispielhafte Auseinandersetzung mit der Frage, wie ein Navigationsgerät funktioniert. Erste Überlegungen zur sinnvollen Berechnung des kürzesten Weges klären über die Leistung eines Navis auf. Als letzte Einheit denken die Kinder gemeinsam nach, wo Informatik in ihrer Lebenswelt präsent ist. Über den

Vergleich verschiedener Zahnbürsten (Handzahnbürste, elektrische Zahnbürste, Zahnbürste mit Sensor) werden die Kinder für informatische Lösungen in ihrer Umwelt sensibilisiert.

Tab.2: Übersicht über die Unterrichtseinheiten

Unterrichtseinheiten	Thema
1. Einheit	Was weißt du schon über Informatik(er) und welche Tipps haben sie für dich?
2. Einheit	Wir führen den BeeBot mit der Schritt-für-Schritt-Sprache zum Bienenstock!
3. Einheit	Wir schreiben Schatzgeschichten mit ScratchJr!
4. Einheit	Wir suchen (wie das Navi) den kürzesten Weg!
5. Einheit	Wo steckt noch überall Informatik drin?

Methodisch können sich die Kinder in vielen Phasen des Unterrichts kooperativ mit anderen Kindern auseinandersetzen und lernen dabei auch die informatische Arbeitsweise des Zusammenarbeitens kennen. Beispielsweise können BeeBots in Dreiergruppen so programmiert werden, dass sie auf großen Matten (in A1) einen Weg zum Bienenstock finden, der an Blumen zum Honigsammeln vorbeiführt, aber auch die Felder mit gefährlichen Spinnennetzen meidet. Zu jeder Station gehören Arbeitsblätter mit kognitiv aktivierenden Aufgaben und mit Kontrollmöglichkeiten mit Hilfe des BeeBot für die Fehlersuche als wichtiger informatischer Arbeitsweise.

Namen: _____

Erkläre der Biene den Weg: Station 4

Schritt-für-Schritt-Sprache:

↑
vorwärts

↓
rückwärts

↷
nach rechts
drehen

↶
nach links
drehen

Schreibe in der Schritt-für-Schritt-Sprache:



Prüfe das Ergebnis mit deiner Biene!
Alles richtig?
Sonst suche den Fehler!

Abb. 4: Arbeitsblatt an einer Station für die Gruppenarbeit (Einheit 2)

6 Darstellung der Ergebnisse

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt entlang zweier Teilfragen. In der ersten Teilfrage interessiert besonders, welche spezifischen Lernvoraussetzungen Drittklässler*innen schon mitbringen. Erst in einem zweiten Teilschritt wird geprüft, ob mit einem Unterrichtsprojekt eine Förderung des Wissens, des Selbstkonzepts und spezifischer Kompetenzen erreicht werden kann.

6.1 Lernvoraussetzungen der Schüler*innen

Während der ersten Unterrichtseinheit wurden Plakate aufgehängt, mit denen die Kinder durch Bepunkten (Jungen und Mädchen mit unterschiedlichen Farben) ihre Vorannahmen zum Berufsbild von Informatikerinnen und Informatikern ausdrücken konnten, so dass die Punktanordnung (in der zweiten Pilotstudie) als Ratingskala zwischen 1 und 4 (4 als hohe Ausprägung einer Klischeevorstellung) interpretiert werden kann.

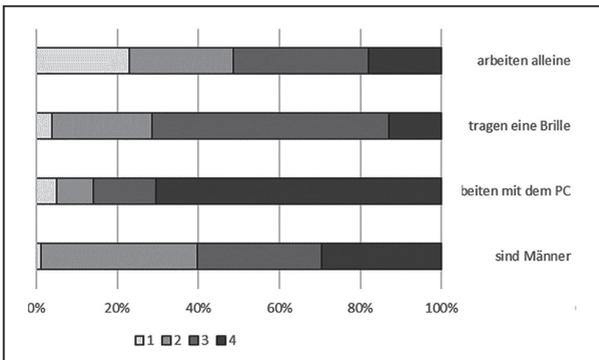


Abb. 5: Ausprägung der Klischeevorstellungen

Die erwarteten Klischeevorstellungen finden sich bei einem Teil der Kinder, so sind ca. 30 Prozent der Kinder der Meinung, dass Informatiker*innen ausschließlich Männer sind. Dies geben 17 Jungen und nur sechs Mädchen an.

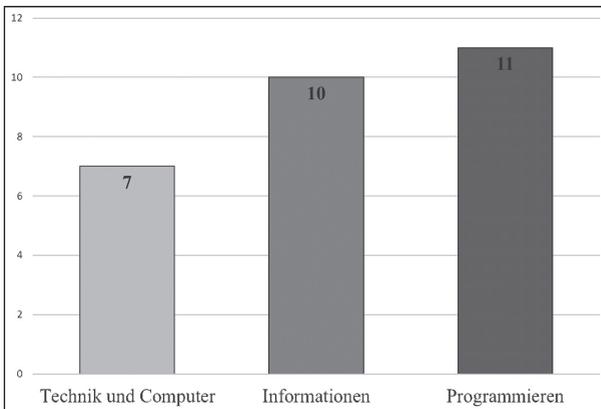


Abb. 6: Was ist und macht ein Informatiker? Kategorienbildung zu Messzeitpunkt 1

Auf die Frage, was denn ein Informatiker bzw. eine Informatikerin tut, gaben von 53 Kindern der ersten Pilotstudie 25 Kinder an, „keine Idee“ zu haben. Die anderen offenen Antworten konnten inhaltsanalytisch in drei Kategorien gebündelt werden. Unter der Kategorie „Technik und Computer“ geben die Kinder Antworten mit hoher Nähe zu Elektronik, Elektrizität, Technik und Computern an (z. B. „Sie machen viel mit Elektronik“, „Er beschäftigt sich mit Strom und Cimputern“, usw.). Mit der Kategorie „Informationen“ gehen die Kinder vom Wortstamm aus und vermuten, dass Informatik mit Informationen zu tun hat (z. B. „Er informiert sich und andere auch“, „Er sucht Nachrichten und dann zeigt er zum Beispiel es einer Zeitung und sie veröfentlicht dann die Nachricht“, usw.). Mit diesen ersten beiden Kategorien sind häufig Fehlkonzepte verbunden. Unter der Rubrik „Programmieren“ verstecken sich zwar richtige und einschlägige Aktivitäten (z. B. Er Prokramiren und Baut“, „Ein Informatiker könnte etwas brugramiere“, usw.). Informatik als Wissenschaft wird aber nur in einem eingeschränkten Umfang wahrgenommen.

Trotzdem zeigen die Kinder beider Pilotstudien (N=132) in den Ausgangswerten zum informatikspezifischen Selbstkonzept durchschnittlich sehr hohe Werte ($M=3.14$; $SD=.506$):

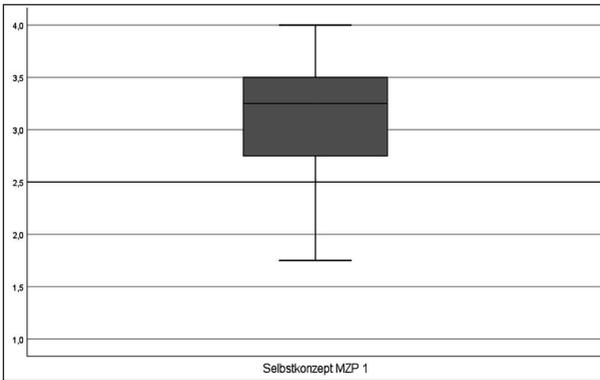


Abb. 7: Selbstkonzept in Bezug auf Arbeitsweisen von Informatiker*innen zu Messzeitpunkt 1

Die Streuung ist groß, nicht einmal 25 Prozent der Kinder liegen unter dem theoretischen Mittelwert, der große Rest der Kinder schätzt sich in den Arbeitsweisen von Informatikern schon vor der Unterrichtseinheit sehr positiv ein.

Auch die erfassten Kompetenzen liegen mit einem Mittelwert von $M=.77$ auf einer Skala von 0 bis 1 ($SD= .180$) in einem sehr hohen Bereich. Die Kinder können also sehr wohl beispielsweise „programmieren“, Muster erkennen, Reihenfolgen umkehren, kurze Wege finden usw. Es gibt keine Unterschiede zwischen den Klassen, auch nicht in Abhängigkeit vom Geschlecht und den Vorerfahrungen in den Ausgangswerten.

6.2 Effekte der Förderung

Im zweiten Schritt soll gezeigt werden, ob sich durch das Unterrichtsprojekt das Wissen, das Selbstkonzept und die spezifischen Kompetenzen verändern.

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

	<i>M t1</i>	<i>M t2</i>	<i>df</i>	<i>T</i>	<i>p</i>
Selbstkonzept	3.14	3.32	120	4.96	.000**
Kompetenzen	.788	.793	53	.202	.840

Ein t-Test für verbundene Stichproben ergab einen signifikanten Zuwachs ($t(120)=4.96, p=.000$) für das Selbstkonzept. Der Mittelwert stieg von 3.14 auf 3.32. Der Zuwachs in den informatikbezogenen Kompetenzen ist minimal und nicht signifikant ($t(53)=.202, p=.840$).

Dieses Ergebnis aus den quantitativen Daten überrascht, da der Unterrichtsverlauf Lernprozesse deutlich gemacht hat. Deswegen wurde zusätzlich aus der ersten Pilotstudie die einschlägige Frage nach den Vorstellungen zum Berufsbild eines

Informatikers bzw. einer Informatikerin („Was macht ein Informatiker bzw. eine Informatikerin?“) in Bezug auf einen Lernfortschritt analysiert.

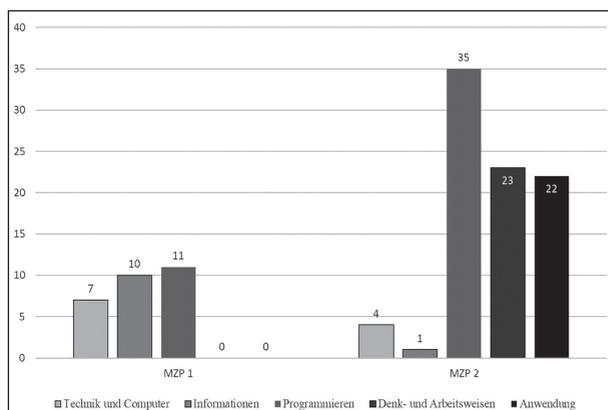


Abb. 8: Vorstellungen zum Berufsbild eines Informatikers zu MZP 1 und 2

Die Anzahl der antwortenden Schüler*innen ist nicht nur deutlich von 28 auf 51 gestiegen, auch die Anzahl der Äußerungen ist von 28 auf 85 angewachsen und die Antworten sind reichhaltiger geworden und decken mehrere inhaltliche Kategorien ab. Die Fehlkonzepte oder inhaltlich wenig weiterführende Aussagen unter der Kategorie „Technik und Computer“ und „Informationen“ sind deutlich zurückgegangen. Das Bewusstsein, dass auch „Programmieren“ zu den Aktivitäten eines Informatikers bzw. einer Informatikerin gehört, wird mehr als dreimal so häufig geäußert. Besonders auffallend sind aber die beiden weiteren Kategorien, die induktiv gebildet werden konnten. Zum einen sind das die „Denk- und Arbeitsweisen“ (z. B. „Sie tüfteln bei schweren Aufgaben. Sie suchen nach Fehlern und verbessern wenn etwas falsch ist“). Zum anderen ist das der neue Blick auf weitere Anwendungen in der Lebenswelt der Kinder, die mit Informatik zusammengebracht werden (z. B. „Oder sie programmieren eine Tür die aufgeht wenn man unter einer Lichtschranke“; „Ich habe gelernt dass die Informatiker Dinge programmieren wie z. B. Ampeln, iPad, Anzeigetafel...und alles mögliche“).

7 Zusammenfassung und Ausblick

Für die Lernvoraussetzungen ergibt sich ein uneinheitliches Bild (Teilfrage 1): Die Kinder bringen, so das Ergebnis der quantitativen Auswertungen, einerseits schon hohe Kompetenzen in der Anwendung von Computational Thinking mit, unter Umständen, weil viele Fragen nur einen naiven Algorithmen Einsatz for-

derten oder mit grafischen Algorithmen gearbeitet wurde (Weigend 2009, Gibson 2012). Andererseits ist das Vorwissen zur Arbeitsweise von Informatiker*innen in der qualitativen Befragung bei vielen Kindern klischeehaft, lückenhaft und teilweise durch Fehlkonzepte belastet.

Zusammenfassend zeigt die Prüfung der Effekte der Intervention (2. Teilfrage) „Was und wie arbeiten Informatiker*innen?“ günstige Auswirkungen auf die informatikspezifische Selbstkonzeptentwicklung. Aber auch hier entsteht für die Entwicklung von Wissen und Kompetenzen ein zwiespältiges Ergebnis: Über die quantitativen Daten können keine Effekte nachgewiesen werden. Die qualitativen Daten zeugen dagegen von einem vertieften und ausbaufähigen Wissen über das Berufsbild eines Informatikers bzw. einer Informatikerin. Gerade die Kategorie „Anwendung“ macht deutlich, dass die Erkenntnis angebahnt wird, dass die moderne Lebenswelt von Grundschulkindern von Informatik geprägt ist.

Erklärung für die fehlenden Effekte der quantitativen Befragung liefern zum einen die mangelnde Qualität des Instruments, zum anderen aber auch mögliche Deckeneffekte, da die Kinder schon mit sehr hohen Werten eingestiegen sind. Das heißt, dass das Instrument hinsichtlich der Schwierigkeit der Aufgaben überarbeitet werden muss. In der Folgestudie sollen außerdem belastbare Daten zum Lernprozess der Schüler*innen erfasst werden. Eine erste Auswertung der bearbeiteten Gruppenarbeitsaufgaben zeugt von hoher kognitiver Aktivierung der Kinder, ohne dass bis dato systematische Analysen der Dokumente oder Beobachtungen durchgeführt wurden.

Auch wenn eine Kontrollgruppe fehlt, erscheinen die Ergebnisse in die richtige Richtung zu weisen. Kinder können mit geeigneter Unterstützung informatische Kompetenzen erwerben, die dringend notwendig sind für den Zugang zu ihrer mittlerweile digitalisierten Lebenswelt. Um das Verständnis für die vielfältigen informatischen Anwendungen zu steigern, soll in einer Folgestudie in einer zusätzlichen Unterrichtseinheit der Calliope mini zum Einsatz kommen, der die „versteckten“ informatischen Elemente noch sichtbarer werden lassen könnte.

Literatur

- Bell, T. C., Witten, I. H. & Fellows, M. (2002): Computer Science Unplugged. Computer Science Unplugged. Online unter: <https://www.csunplugged.org/de>. (Abrufdatum: 23.11.2018).
- Blöching, I., Datzko, Ch. & Emi, H. (2015). Informatik-Biber-Schweiz. <http://www.informatik-biber.ch>. (Abrufdatum: 23.11.2018)
- Brinda, T. (2017): Medienbildung und/oder informatische Bildung?. In: DDS – Die Deutsche Schule 2017 (2), 175-186.
- Brinda, T., Diethelm, I., Gemulla, R., Romeike, R., Schöning, J. & Schulte, C. (2016): Bildung in der digitalen vernetzten Welt. Online unter: <https://www.gi.de/aktuelles/meldungen/detailansicht/article/dagstuhl-erklaerung-bildung-in-der-digitalen-vernetzten-welt.html>. (Abrufdatum: 23.11.2018).
- Bundesweite Informatikwettbewerbe (BWINF). <https://bwinf.de/biber/downloads/>. (Abrufdatum: 23.11.2018).

- Bergner, N., Köster, H., Magenheimer, J., Müller K., Romeike, R., Schroeder, U. & Schulte, C. (2018): Zieldimensionen informatischer Bildung im Elementar- und Primarbereich. In: Haus der kleinen Forscher (Hrsg.), *Frühe informatische Bildung – Ziele und Gelingensbedingungen für den Elementar- und Primarbereich*. Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ (Band 9). Opladen: Budrich, 38-267.
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2016): *Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft*. Online unter: https://www.bmbf.de/files/Bildungsoffensive_fuer_die_digitale_Wissensgesellschaft.pdf. (Abrufdatum: 23.11.2018).
- Borowski C., Diethelm, I. & Mesaroş, A-M. (2010): *Informatische Bildung im Sachunterricht der Grundschule*. Online unter: www.widerstreit-sachunterricht.de, Nr. 15. (Abrufdatum: 23.11.2018).
- Bos, W., Eickelmann, B., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Schwippert, K. & Wendt, H. (2014): ICILS 2013. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich. Münster: Waxmann.
- DIVSI U25-Studie: Euphorie war gestern (2018): DIVSI. Online unter: <https://www.divsi.de/wp-content/uploads/2018/11/DIVSI-U25-Studie-euphorie.pdf>. (Abrufdatum: 23.11.2018).
- Gander, W., Petit, A., Berry, G., Demo, B., Vahrenhold, J. & McGettrick, A. (2013): *Informatics education: Europe cannot afford to miss the boat*. Report of the joint Informatics Europe & ACM Europe Working Group on Informatics Education. Online unter: <http://www.informatics-europe.org/images/documents/informatics-education-acm-ie.pdf>. (Abrufdatum: 23.11.2018).
- GDSU (Hrsg.) (2013): *Perspektivrahmen Sachunterricht (vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe)*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- GI – Gesellschaft für Informatik (2000): *Empfehlungen für ein Gesamtkonzept zur informatischen Bildung an allgemein bildenden Schulen*. Online unter: http://www.gi-ev.de/fileadmin/redaktion/empfehlungen/gesamtkonzept_26_9_2000.pdf. (Abrufdatum: 23.11.2018).
- GI – Gesellschaft für Informatik e.V.(2008): *Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I: Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e. V. (Band 28)*. LOG IN. Online unter: http://www.informatikstandards.de/docs/bildungsstandards_2008.pdf. (Abrufdatum: 23.11.2018).
- Gibson, J.P. (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*, 34–39. New York: ACM Press. Online unter: <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2325296.2325308>. (Abrufdatum: 23.11.2018).
- Hartmann, W., Näf, M. & Reichert, R. (2006): *Informatikunterricht planen und durchführen*. Berlin: EXamen.press.
- Henschel, L. (2018): *Informatische Bildung in der Grundschule – Evaluation eines Unterrichtsprojekts in der dritten Klasse. Zulassungsarbeit im Rahmen des Staatsexamens für das Lehramt an Grundschulen*. FAU Nürnberg.
- KMK (Kultusministerkonferenz) (2009): *Empfehlung der Kultusministerkonferenz zur Stärkung der mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bildung (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.05.2009)*. Online unter: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2009/2009_05_07-EmpfMINT.pdf. (Abrufdatum: 23.11.2018).
- KMK (Kultusministerkonferenz) (2016): *Bildung in der digitalen Welt. Beschluss vom 08.12.2016*. Online unter: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2016/Bildung-digitale_Welt_Webversion.pdf. (Abrufdatum: 23.11.2018).
- Master, A., Cheryan, S., Moscatelli, A. & Meltzoff, A. N. (2017): Programming experience promotes higher STEM motivation among first-grade girls. *Journal of experimental child psychology*, 160, 92-106.

- MPFS (Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest) (2016). KIM-Studie 2016. Kindheit, Internet, Medien. Online unter: <http://www.mpfs.de/studien/kim-studie/2016>. (Abrufdatum: 23.11.2018).
- MPFS (Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest) (2014). miniKIM 2014. Kleinkinder und Medien. Online unter: <http://www.mpfs.de/studien/minikim-studie/2014>. (Abrufdatum: 23.11.2018).
- Petersen, U., Theidig, G., Bördig, J., Leimbach, T. & Flintrop, B. (2007): Abschlussbericht Roberta. Online unter: <http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e01fb08/557939003.pdf>. (Abrufdatum: 23.11.2018).
- Portelance, D. J., Strawhacker, A. L. & Bers, M. U. (2016): Constructing the ScratchJr programming language in the early childhood classroom. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(4), 489-504.
- Romeike, R. & Reichert, D. (2011): PicoCrickets als Zugang zur Informatik in der Grundschule. In: Thomas, M. (Hrsg.): *Informatik in Bildung und Beruf*. Bonn, 177-186. Online unter: <https://pdfs.semanticscholar.org/64e8/358b67c18913ad264cf60c6e0030e1da8e1d.pdf>. (Abrufdatum: 23.11.2018).
- Ruf, A., Mühling, A. M. & Hubwieser, P. (2014): Scratch vs. Karel: Impact on Learning Outcomes and Motivation. In: *WiPSCE '14, Proceedings of the 9th Workshop in Primary and Secondary Computing Education*, 50-59. New York, ACM. Online unter: <https://www.ddi.edu.tum.de/fileadmin/tueds10/www/Publicationen/2014/2014-ruf-muehling-hubwieser-preprint-wipsce.pdf>. (Abrufdatum: 23.11.2018).
- Scherer, R., Siddiq, F. & Sánchez Viveros, B. (2018): The Cognitive Benefits of Learning Computer Programming: A Meta-Analysis of Transfer Effects. *Journal of Educational Psychology*. Online unter: <http://dx.doi.org/10.1037/edu0000314>. (Abrufdatum: 23.11.2018).
- Schwill, A. (2001): Ab wann kann man mit Kindern Informatik machen?. Eine Studie über informatische Fähigkeiten von Kindern. In: R. Keil-Slawik (Hrsg.): *Informatikunterricht und Medienbildung*, 9.
- Tedre, M. & Denning, P. J. (2016): The long quest for computational thinking. In: *Proceedings of the 16th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*. Koli, 120-129.
- Weigend, M. (2009): Algorithmik in der Grundschule. In: B. Koerber (Hrsg.): *Zukunft braucht Herkunft*, Bonn, 97-108.
- Xie, L., Antle, A.N. & Motamedi, N. (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, 191-198. Online unter: [doi:10.1145/1347390.1347433](https://doi.org/10.1145/1347390.1347433). (Abrufdatum: 23.11.2018).
- Yardi, S. & Bruckman, A. (2007): What is computing?: Bridging the gap between teenagers' perceptions and graduate students' experience. *Third International Computing Education Research Workshop, ICER'07*. New York, ACM. Online unter: [doi:10.1145/1288580.1288586](https://doi.org/10.1145/1288580.1288586). (Abrufdatum: 23.11.2018).