

Informatik in der Grundschule

Voraussetzungen, Ziele, Erfahrungen, Erkenntnisse

ALEXANDER BEST – MARCO THOMAS

Der Arbeitsbereich Didaktik der Informatik der WWU Münster forscht und lehrt seit mehreren Jahren zu einer informatischen Bildung im Primarbereich. Es werden Erfahrungen sowie Erkenntnisse an Grundschulen bei der Zusammenarbeit mit Lehrern und der Erprobung von Unterrichtsmaterialien gewonnen. Erforscht werden bei Grundschullehrern existierende Vorstellungen zur Informatik und zum Informatikunterricht sowie informatikbezogene Vorerfahrungen und -kenntnisse von Grundschullehrerstudierenden des Fachs Mathematik. Erste Anteile einer informatischen Bildung konnten erfolgreich in das Grundschullehrerstudium integriert werden.

1 Intention

Zwar ist mittlerweile eine naturwissenschaftliche Perspektive im Sachunterricht verankert, aber die Fachanteile zur Physik, Chemie und Technik in den Lehrplänen stellen oft nur »Randerscheinungen« dar, während die Biologie »überproportionale Präsenz« aufweist (MÖLLER, 2004). Eine Studie von Möller (EBD.) zeigt, dass Grundschullehrer ihre Kompetenzen für das Unterrichten dieser Fachanteile - im Gegensatz zu Studien wie der IGLU-E - als eher problematisch einschätzen. Vergleichbar mit den Naturwissenschaften durchdringt die Informatik unsere Gesellschaft. In der Lebenswelt und dem Alltag von Kindern sind Informatiksysteme mittlerweile immanent vorhanden und erfordern entsprechende Kompetenzen.

»Als Informatiksystem bezeichnet man die spezifische Zusammenstellung von Hardware, Software und Netzverbindungen zur Lösung eines Anwendungsproblems. Eingeschlossen sind alle durch die Einbettung des Systems in den Anwendungsbereich beabsichtigten oder verursachten nichttechnischen Fragestellungen und ihre Lösungen, also Fragen der Gestaltung des Systems, der Qualifizierung der Nutzer, der Sicherheit sowie der Auswirkungen und Folgen des Einsatzes.« (CLAUS & SCHWILL, 2006, S. 314)

Doch Informatik ist weit mehr als digitale Technik oder dessen Bedienung. Informatiksysteme basieren auf der Verwendung von (formaler) Sprache. Software ist Text, repräsentiert Information in Form von Daten und steuert deren automatisierte Verarbeitung. Die Möglichkeiten und Grenzen eines Informatiksystems basieren auf der Mächtigkeit der verwendeten Sprache. Erst der Umgang mit (formaler) Sprache zur Beschreibung von in-

formatischen Phänomenen (HUMBERT & PUHLMANN, 2004) oder zur Konstruktion von digitaler Technik kann ein Reflektieren der universell einsetzbaren Informatiksysteme eröffnen. Informatische Methoden zum Modellieren von Strukturen bzw. Prozessen fördern eigenständige sowie kreative Lösungen zu informatischen Phänomenen und zu Problemen zu finden (z. B. zur Codierung von Information). Die frühe Ausbildung eines informatischen Selbstkonzepts (z. B. bzgl. der Verwendung einer formalen Sprache zur Beschreibung eines Handlungsablaufs) kann einer Geschlechter-Kluft entgegenwirken (s. a. THOMAS, 2016).

Konzepte, wie Kinder und Jugendliche an Computer und Informatik herangeführt werden können, entstehen bereits in den 1960er Jahren, unter anderem am *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Zu den Pionieren gehörte sicherlich der Konstruktionist SEYMOUR PAPERT († 2016), der ursprünglich für den Mathematikunterricht die Sprache LOGO entwickelte. Doch erst mit der Einrichtung eines verpflichtenden Unterrichtsfachs »Computing« (2013) für die englischen Primary Schools (s. a. BERRY, 2018) startete in Deutschland die Diskussion über die curriculare Integration einer informatischen Bildung in die Grundschule, die über die Ausbildung von Medienkompetenzen hinausgeht. In dem Strategiepapier der Kultusministerkonferenz zur »Bildung in der digitalen Welt« werden sechs Kompetenzbereiche herausgestellt (KMK, 2017, S. 10 ff.), die auch informatische Kompetenzen enthalten. Für eine fundierte informatische Bildung zeigen aber die Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e. V. (GI 2019), dass informatische Bildung deutlich über die von der KMK formulierten Kompetenzen hinausgehen muss.

Standen zunächst Überlegungen zu informatischen Kompetenzen im Vordergrund, werden nun zunehmend Unterrichtsbei-

spiele entwickelt und erprobt (s. THOMAS, 2018). In den Jahren 2011 und 2014 sind an unserem Arbeitsbereich studentische Arbeiten entstanden, in denen Ideen und Unterrichtsmaterialien entwickelt und erprobt wurden (BRUMMA, 2011; BATUR & BERGNER, 2012; KLASSEN, 2014). Das zunehmende Interesse an früher informatischer Bildung führte schließlich dazu, dass 2014 am Arbeitsbereich das Projekt »Informatik in der Grundschule (IGS)« initiiert und an ein Dissertationsvorhaben gekoppelt wird. Es existieren drei, miteinander verzahnte Zielperspektiven: Schule, Forschung, Lehre. Ähnlich wie bei den Naturwissenschaften und der Mathematik zeigt sich auch für die Informatik, dass die Kompetenzen sowie Vor- und Einstellungen der Lehrenden eine wesentliche Voraussetzung für das Gelingen einer informatischen Bildung in der Schule sind.

2 Das Projekt »Informatik in der Grundschule« (IGS)

Im Projekts IGS werden sogenannte Unterrichtsbausteine (BEST & THIERSCHMANN, 2016), kurze Lehr-Lerneinheiten, konzipiert, welche an das von der Gesellschaft für Informatik e. V. entwickelte, durchgängige Kompetenzmodell (P-SII) angelehnt sind (GI, 2008; GI, 2016; GI, 2018). Weitere Ergebnisse des Projekts IGS finden sich unter <https://www.uni-muenster.de/Grundschulformatik/>.

Im Baustein »Verschlüsseln und Entschlüsseln – Wie geheim sind eigentlich Geheimbotschaften?« lernen Schüler der Klassen 3 bis 4 unterschiedliche kryptografische Verfahren kennen und voneinander zu differenzieren. Hierbei kommen zwei symmetrische und ein asymmetrisches Verfahren zum Einsatz. Zunächst setzen sie sich über die Alberti-Scheibe mit der CAESAR-Chiffre auseinander – einem einfachen, monoalphabetischen Substitutionsverfahren. Anschließend nutzen sie Skytalen, ein einfaches Transpositionsverfahren. Den Abschluss des Bausteins bildet ein kontrastierendes, asymmetrisches Verfahren mittels eines Kastens, eines Schlosses und eines Schlüssels (Abb. 1).



Abb. 1. Repräsentation eines asymmetrischen kryptografischen Verfahrens (© Arbeitsbereich Didaktik der Informatik der WWU Münster)

Erstes repräsentiert die unverschlüsselte (Kasten offen) bzw. verschlüsselte (Kasten zu) Botschaft, zweites den öffentlichen Schlüssel und drittes den privaten Schlüssel. Ein Ziel ist die

Erkenntnis, dass die Schlüsselübergabe das kritische Moment beim Verschlüsseln darstellt. Die Verfahren werden über einen enaktiven Zugang durch die Kinder erschlossen. Jedem behandelten Verfahren folgt eine Zwischensicherung und Diskussion. Der Baustein endet mit einem Vergleich der drei Verfahren hinsichtlich ihres Grads an Sicherheit für Empfänger bzw. Absender (Abb. 2).

Aus rechtlichen Gründen
steht diese Abbildung nicht
im Open Access zur
Verfügung

Abb. 2. Schüler beim Entschlüsseln einer Geheimbotschaft mit einer Skytale (© Bülseschule Gemeinschaftsgrundschule in Gelsenkirchen)

Über den Baustein »Programmieren lernen mit Scratch – So kreativ ist Informatik« setzen sich Schüler der Klassen 3 bis 4 in Partnerarbeit über eine spielerische und kindgerechte Bedienoberfläche mit algorithmischen Grundbausteinen auseinander: Anweisung, Wiederholung, Sequenz, Verzweigung. Auf Grund der zeitlichen Beschränkung von maximal zwei Doppelstunden (2x90 min) erfolgt keine Thematisierung der Rekursion. Ziel ist es, dass über einen zunächst offenen, spielerischen Einstieg in die Programmierumgebung/-sprache Scratch die Kinder sukzessive zur Nutzung der Anweisungsblöcke befähigt werden. Der Baustein schließt mit der Präsentation der lauffähigen Programme durch die Schüler sowie der Erläuterung des blockorientierten Quelltexts im Plenum (Abb. 3).



Abb. 3. Schüler nutzen die Anweisung, Wiederholung, Sequenz und Verzweigung zur Bewegung und Positionierung eines Charakters in Scratch

Im Baustein »Programmieren lernen mit dem Bee-Bot – Wir steuern die Roboter-Biene« vollziehen Schüler der Schuleingangsphase (Klassen 1 bis 2) die Konzepte der Programmspeicherung über die Metaphern »Merken« (Speichern und Abrufen) bzw. »Vergessen« (Löschen) nach. Eine Einführung in das Konzept erfolgt enaktiv-spielerisch, wobei erste Funktionstasten (Anweisungen) erschlossen werden. Hierbei müssen sich die Schüler auf die Verwendung weniger formaler Anweisungen¹ beschränken:

↑ (vor), ↓ (zurück), ↶ (Linksdrehung), ↷ (Rechtsdrehung), GO (Ausführen), × (Löschen)

Mittels sogenannter Merkblätter wird ein stärker planerisches Vorgehen eingeführt, mit dem die Schüler befähigt werden, die Route des Roboter Bee-Bot über mehrere Felder zunächst zu modellieren und anschließend zu implementieren. Die Kinder arbeiten mit sogenannten Spielfeldern² auf denen farbige Felder abgebildet sind. An den Kanten der Spielfelder sind unterschiedliche Symbole abgebildet, sodass die Blickrichtung des Bee-Bots eindeutig ist. Die Farbwahl erfolgt kontraststark, um Kinder mit visueller Beeinträchtigung nicht zu benachteiligen (Abb. 4).

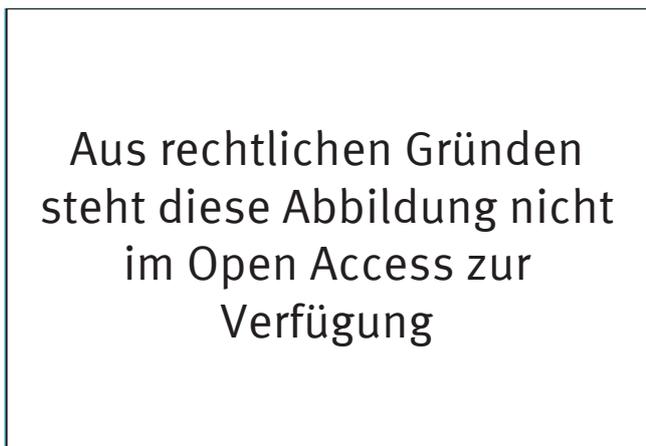


Abb. 4. Schüler modellieren Wege für den Bee-Bot (© Grundschulverbund Westenholz-Hagen in Delbrück)

Aus den rund 15 Erprobungen der Bausteine lässt sich ein positives Fazit ziehen. Deren Entwicklung in enger Kooperation mit Grundschullehrern (bottom-up-Prozess) führt dazu, dass eine hohe Praxistauglichkeit bei angemessener Komplexität sowohl für die Schüler als auch die Lehrenden und ein motivierender Lebensweltbezug erzielt wird. Auf Workshops an Schulen und im Rahmen des NRW-Informatiktags 2016 (TU Dortmund) und 2017 (BU Wuppertal) wurden die Bausteine vorgestellt und diskutiert. Die vermittelten Inhalte waren für die Teilnehmer, überwiegend Grundschullehrer, verständlich und es konnten zahlreiche Bezüge zur Lebenswelt der Schüler hergestellt werden. Im wissenschaftlichen Diskurs zeigten sich Überschneidungen mit Ergebnissen aus der mathematikdidaktischen For-

sung zu Lehrervorstellungen, wie den drei Sichtweisen auf Mathematik nach Ernest in Anlehnung an Gonzales Thompson: instrumental, platonisch, problemlösend (Gonzales Thompson, 1984; Ernest, 1989). Mit dem Sach- und Mathematikunterricht konnten zahlreiche fächerverbindende Elemente identifiziert werden, die auch curricular belegt werden können. Mangels Kapazitäten konnte dem Wunsch nach empirischer Validierung der Notwendigkeit einer informatischen Bildung in der Grundschule bislang nicht entsprochen werden. Jedoch ist darauf hinzuweisen, dass eine solche auch nicht Grundlage für den Einzug der Fächer Mathematik oder Sachunterricht in die deutsche Grundschule war. Die praxisorientierten Ziele des Projekts konnten weitestgehend erfüllt werden. Neben der Erprobung der Bausteine wurden viele Kontakte zu Lehrern und Entscheidungsträgern geknüpft und die Expertise des Arbeitsbereichs ausgebaut.

3 Lehrervorstellungen

Eine wissenschaftliche Begleitforschung zu den Unterrichtsbausteinen ist derzeit nicht primäres Ziel des Forschungsvorhabens. Module ähnlicher Art sind auch Gegenstand des Projekts »Informatik an Grundschule (IaG)«, welches vom Ministerium für Schule und Bildung des Landes NRW (MSB) an den Universitäten Aachen, Paderborn und Wuppertal von 2015 bis 2018 gefördert wurde. Unser Fokus liegt derzeit auf der Erhebung der Vorstellungen von Grundschullehrkräften zur Informatik und zum Informatikunterricht.

Menschliche Vorstellungen sind bereits seit der Antike Gegenstand akademischer, damals rein philosophischer, Auseinandersetzung. Die neuzeitliche Forschung geht im Wesentlichen auf Milton Rokeachs Theorie des Dogmatismus zurück, in der er von einem *belief-disbelief*-System ausgeht (ROKEACH, 1960). Deren Strukturen führen dabei, nach Ansicht Rokeachs, auf unterschiedlichen Ebenen zu einer offenen (*open*) oder geschlossenen (*closed mind*) Persönlichkeit. Seit den 1970er Jahren hält dieser Ansatz auch in der Bildungsforschung Einzug und findet in der Schülervorstellungs- und Lehrervorstellungsforschung Anwendung. Die Mathematikdidaktik setzte sich bereits früh mit Fragen der Lehrervorstellungen, etwa im Rahmen der Konferenzreihe *Mathematical Views (MAVI)*, auseinander. Es existieren zahlreiche Ansätze zur Systematisierung von Lehrervorstellungen, die teils theorieverankerten und teils empirischen Ursprungs sind. Fives und Buehl kommen nach der Analyse von rund 300 Arbeiten zu Lehrervorstellungen zu nachfolgender Systematik: (a) Selbst, (b) Kontext oder Umgebung, (c) Inhalt oder Wissen, (d) Spezifische Unterrichtskonzepte, (e) Lehriansätze, (f) Lernende (FIVES & BUEHL, 2012). Im Rahmen des Forschungsvorhabens werden im Speziellen die Domänen a, b, c und f in den Fokus genommen.

Die Fachdidaktik Informatik setzt sich seit der Jahrtausendwende ebenfalls mit Lehrervorstellungen intensiver auseinander

¹ Die Pause-Taste (||) kommt nicht zum Einsatz.
² Die Bezeichnung stammt von den Schülern.

(BERGER, 2001; BENDER, 2016). Arbeiten zu informatikbezogenen Vorstellungen von Grundschullehrern liegen hingegen kaum vor (BEST & MARGGRAF, 2015; FUNKE, GELDREICH & HUBWIESER, 2016; BEST, 2017). In einer hypothesengenerierenden, explorativen, qualitativen Studie werden Lehrer/innen mittels eines leitfadengestützten Eingangsinterviews über ihre Vorstellungen zur Informatik und zum Informatikunterricht befragt. Neben der Erhebung von explizit-bewussten Vorstellungen findet der Zugang zu implizit-unbewussten Vorstellungen über Unterrichtsbeobachtungen und Protokolle statt. Hieran schließt sich ein Abschlussinterview an. Die auditiven Daten werden anhand von Transkriptions- und Anonymisierungsregeln zunächst textuell aufbereitet und anschließend mittels des Kodierschemas der *Grounded Theory (GT)* analysiert. Die Analyse erfolgt auf einer kategorialen, einer konzeptionellen und einer individuellen Ebene (Einzelfallanalysen).

Die Ergebnisse zeigen, dass die Grundschullehrer/innen mit Informatik nicht ausschließlich die Nutzung von Informatiksystem verbinden - anders als bislang vermutet (BOROWSKI, 2014; FEHRMANN, 2018). Sie nehmen unterschiedliche Sichtweisen auf Informatik ein, die auf unterschiedliche biografische Ereignisse zurückzuführen sind: mathematische, mediengeprägte, technische, gesellschaftliche.



Funktional	Strukturell
<ul style="list-style-type: none"> • zum Einschlagen von Nägeln geeignet • zum Hämmern geeignet • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Der Stil ist aus Holz • Der Kopf aus Metall • ...

Abb. 5. Der Hammer als Beispiel eines Artefakts mit seinen funktionalen und strukturellen Aspekten (nach SCHULTE, 2008)

Digitale Artefakte werden überwiegend aus einer funktionalen Perspektive betrachtet (Abb. 5), während die strukturelle Perspektive von ihnen kaum erwähnt wird (SCHULTE, 2008). Im Vordergrund steht bei vielen Lehrern die Frage, wie Schülern die Nutzung von Informatiksystemen vermittelt werden kann. Hierzu zählt die sogenannte Internetrecherche oder die Verwendung spezifischer Soft- und/oder Hardware. Nur wenige Lehrenden gehen auf strukturelle Perspektive ein. Eine Person bezieht sich auf den Datenspeicher, eine andere auf das Client-Server-Modell.

Teils haben die Lehrkräfte Informatikunterricht in der Sekundarstufe I und/oder II besucht. Die Mehrheit hat jedoch negative oder indifferente Einstellungen zum Fach. In einem Fall führte dies dazu, dass mögliche Kontaktstellen mit der Informatik (bspw. Programmierung) im Hochschulstudium umgangen wurden. In einem anderen Fall wird Informatik für die Grundschule distinkt von der Art des Informatikunterrichts in den Sekundarstufen abgegrenzt. Gleiche Erfahrungen führen nicht zu gleichen Sichtweisen. Auch unter den interviewten

Grundschullehrern ist eine bereits von Knobelsdorf unter Studenten aufgedeckte *Insider-Outsider*-Dichotomie festzustellen (KNOBELSDORF, 2011, S. 148-151). Besonders das Alter scheint für die Grundschullehrer/innen Indikator für die Zugehörigkeit zu Informatik-*Insidern* (jung) und -*Outsidern* (alt) zu sein.

4 Seminare an der Hochschule

Obwohl seit Jahren gefordert wird, die Potentiale digitaler Endgeräte in den Schulfächern stärker zu nutzen, ist die Realität in den Schulen wenig digital geprägt – zumindest was den eigentlichen Unterricht angeht. An diesem Umstand haben auch »Digitalisierungspakte« nichts geändert, die meist eher eine Verbesserung der Hardwareausstattung intendieren. An den Hochschulen wird weiterhin kaum auf den Einsatz von digitalen Endgeräten – geschweige eine informatische Bildung – eingegangen.

Im Sommersemester 2015 haben wir für Grundschullehreramtstudierende das Seminar »Digitale Medien und Informatische Bildung« aufgebaut, das seitdem stark nachgefragt wird. Die Mehrheit der Studierenden sieht sich vertraut bis mittelmäßig vertraut im Umgang mit digitalen Medien. Im Zuge des von uns verfolgten Ansatzes *Bring Your Own Device (BYOD)* kann die Mehrzahl der Studierenden ein Endgerät in das Seminar mitbringen. Das klassische Notebook scheint weiterhin sehr verbreitet zu sein, aber in den meisten Sitzungen arbeiteten die Studierenden mit ihren Smartphones (i. d. R. Apples iOS oder Googles Android). Tablets können nur selten mitgebracht werden. 71% der Studierenden geben an, dass sie eigenständig Software installieren könnten.

Eine an unserem Arbeitsbereich entstandene Masterarbeit (FEHRMANN, 2018) zeigt auf, dass es Grundschullehreramtstudierenden (Master) schwerfällt informatische Inhalte und Prozesse klar zu benennen. Zudem verbleiben die Studierenden i. d. R. auf einer reinen Anwendungsebene, während sie kaum auf die Ebene der Systemgestaltung gelangen. Viele nutzen informatische Bildung und Medienbildung synonym (s. a. Borowski, 2014). Informatische Bildung in der Grundschule wird grundsätzlich als relevant angesehen, wenngleich 71% der angehenden Grundschullehrer sich nicht zutrauen eigene Informatik-Unterrichtseinheiten durchzuführen (FEHRMANN, 2018, S. 55). Die Ergebnisse zeigen, dass die informatische Bildung von angehenden Grundschullehrern als rudimentär bezeichnet werden muss, zugleich aber keine Ablehnung a priori gegen Informatik in der Grundschule erkennbar ist.

Im Seminar werden von den Masterstudierenden schriftliche Ausarbeitungen zu einer Unterrichtseinheit erstellt. In dieser sollen sowohl mathematische als auch informatische Kompetenzen einer fiktiven Lerngruppe gefördert werden. Für uns überraschend und bereichernd ist jedes Mal die Kreativität, mit der unsere Studenten komplexe Inhalte auf verständliche Themen und altersgerechte Gegenstände didaktisch reduzieren können. Die Arbeit mit den Student/inn/en zeigt, dass sich die Kompetenzbeschreibungen (GI, 2019) weitestgehend auch einem Publikum mit geringer informatischer Bildung erschließen. Einige

der schriftlichen Unterrichtsentwürfe sind auf der Webseite des Projekt IGS veröffentlicht:

www.uni-muenster.de/Grundschulinformatik/

Auf der Webseite werden zudem das Projekt sowie die Unterrichtsbausteine vorgestellt und es wird auf weitere Projekte zur Förderung informatischer Bildung im Primarbereich verwiesen.

5 Ausblick

Die bisherigen Erfahrungen und Erkenntnisse zeigen, dass informatische Bildung in der Grundschule, soweit sie adressatengerecht erfolgt, zum einen möglich ist und zum anderen von den Schülern als auch Lehrpersonen als motivierend und bedeutsam empfunden wird. Es wird jedoch deutlich, dass die (zukünftigen) Lehrer/innen bisher weder in der ersten noch in der zweiten Lehramtsbildungsphase fachlich und fachdidaktisch auf einen Unterricht zur Informatik vorbereitet werden. Auch innerhalb der dritten Bildungsphase (Fortbildungen) existieren kaum entsprechende Möglichkeiten und Angebote für sie. Insbesondere hier ist es bedeutsam, die bestehenden Vorstellungen der Lehrer aufzugreifen, um mögliche Fehlvorstellungen oder Vorbehalte gegenüber Informatik gezielt abbauen zu können. Die im Abschnitt 3 dargestellten Ergebnisse zeigen, dass Lehrkräfte sehr heterogene Vorstellungen zur Informatik und auch zu einem Informatikunterricht in der Grundschule haben. Sie sehen hingegen zahlreiche Anknüpfungspunkte an bestehende Fächer und Kontexte. Diese Ergebnisse sollen einerseits mittels quantitativer Daten abgesichert werden und es müssen andererseits Fortbildungskonzepte entwickelt werden, in denen gezielt auf die informatikbezogenen Vor- und auch Einstellungen der Lehrpersonen eingegangen wird.

Die Erfahrungen aus unserer Hochschullehre zeigen, dass Studienanteile zur informatischen Bildung mit geeigneten didaktischen Konzepten umgesetzt werden können. Sie lassen zudem vermuten, dass die Studierenden ihre Kompetenzen gezielt im Referendariat und darüber hinaus im Unterricht einsetzen. So erhält unser Arbeitsbereich von ehemaligen Seminarteilnehmern regelmäßig Anfragen für das Entleihen von Bee-Bots oder Unterrichtsmaterialien zur Kryptologie. Teils werden die im Seminar behandelten Konzepte im Studienseminar (ZfsL) einem größeren Publikum sowie der Fachleitung vorgestellt.

Neben der Fortführung der Umfragen im Seminar sollen nun eine systematische Evaluation der Unterrichtsbausteine und quantitative Studien zu Lehrervorstellungen erfolgen. Zu ersterem werden bislang »nur« Rückmeldungen von Studierenden und Lehrern aufgegriffen, es erfolgt jedoch keine systematische Messung und Einordnung der bei den Schülern sowie Lehrern erworbenen informatischen Kompetenzen (Abschnitt 3). Es ist zu hoffen, dass auch von Seiten der Bildungspolitik die Förderung informatischer Bildung – nicht nur von Medienbildung – sowohl bei Schüler/inne/n als auch bei Lehrer/inne/n als auch bei Lehrern in den Fokus genommen wird. Mit den Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich liegt ein Dokument vor, welches erstmals einen umfassenden Rahmen zur informatischen Bildung für die deutsche Grundschule vorsieht.

6 Danksagung

Wir bedanken uns bei den Teilnehmern des Seminars »Digitale Medien und Informatische Bildung« für ihr Engagement und den zahlreichen Grundschullehrern, die die Bausteine in ihrem Unterricht mitentwickelt, erprobt und kritisch bewertet haben. Bei der Aufbereitung der erhobenen Daten unterstützte uns Frau ILONA PETRENKO.

Literatur

BATUR, F. & BERGNER, N. (2012). Grundschulkindern begeistern mit der Zauberschule Informatik. In M. THOMAS & M. WEIGEND (Hg.): *Ideen und Modelle. 5. Münsteraner Workshop zur Schul-informatik*, Norderstedt: Books on Demand, 87–94. http://ddi.uni-muenster.de/ab/pu/dok/Batur_Bergner_Praesentation_Zauberschule_Informatik.pdf (25.02.2019).

BENDER, E. (2016). *Modellierung und Dimensionierung der professionellen Überzeugungen und motivationalen Orientierungen als Aspekte professioneller Kompetenz von Informatik-lehrkräften*. Dissertation. <https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hbz:466:2-27083> (16.02.2018).

BERGER, P. (2001). *Computer und Weltbild. Habitualisierte Konzeptionen von der Welt der Computer*. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag.

BERRY, M. (2018). »Computing« als neues Schulfach. Umsetzung des landesweiten Curriculums für das Fach Computing in England. *LOG IN*, 189/190, 20–26.

BEST, A. & MARGGRAF, S. (2015). Das Bild der Informatik von Sachunterrichtslehrern. Erste Ergebnisse einer Umfrage an Grundschulen im Regierungsbezirk Münster. In J. GALLENBACHER (Hg.): *Informatik allgemeinbildend begreifen. 16. GI-Fachtagung »Informatik und Schule – INFOS 2015«*, Bonn: Köllen Druck+Verlag, S. 53–62. <https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/2025> (25.02.2019).

BEST, A. & THIERSCHMANN, U. (2016). Erste Erfahrungen beim Einsatz von Unterrichtsbausteinen zur kooperativen Entwicklung und Erprobung von Informatikstunden an Grundschulen. In H. C. MAYR und M. PINZGER (Hg.): *Informatik von Menschen für Menschen. 46. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik*, Bonn: Köllen Druck+Verlag, S. 1161–1164. <https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/997> (25.02.2019).

BEST, A. (2017). Bild der Informatik von Grundschullehrpersonen. Erste Ergebnisse aus qualitativen Einzelfallstudien. In I. DIETHELM (Hg.): *Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt. 17. GI-Fachtagung »Informatik und Schule – INFOS 2017«*, Bonn: Köllen Druck+Verlag, S. 83–86. <https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/4364> (25.02.2019).

- BOROWSKI, C. (2014). Informatik in der Grundschule: Kriterien für eine erfolgreiche Umsetzung. <https://www.grundschul-informatik.de/thesen-zur-informatik-in-der-grundschule/> (25.02.2019).
- BRUMMA, J. (2011). *Konzeption von Unterrichtsmodulen zur Vermittlung kerninformatischer Inhalte in der Grundschule*. Masterarbeit. http://ddi.uni-muenster.de/ab/pu/dok/Masterarbeit_Jens_Brumma_op.pdf (25.02.2019).
- CLAUS, V. & SCHWILL, A. (2006). *Duden Informatik A–Z. Fachlexikon für Studium, Ausbildung und Beruf*. 4. Aufl. Mannheim: Dudenverlag.
- ERNEST, P. (1989). The Knowledge, Beliefs and Attitudes of the Mathematics Teacher: a model. *Journal of Education for Teaching*, 15 (1), 13–33. <https://doi.org/10.1080/0260747890150102> (25.02.2019).
- FEHRMANN, R. (2018). *Vorstellungen von Grundschullehrerstudierenden (Master) zur Informatik in der Schule*. Masterarbeit WWU Münster (in Begutachtung).
- FIVES, H. & BUEHL, M. M. (2012). Spring cleaning for the “messy” construct of teachers’ beliefs. What are they? Which have been examined? What can they tell us? In K. R. HARRIS, S. GRAHAM & T. URDAN (Hg.): *APA Educational Psychology Handbook. Volume 2. Individual Differences and Cultural and Contextual Factors*, Washington (D. C.): APA Press, S. 471–499. https://www.montclair.edu/profilepages/media/1391/user/Fives_&_Buehl_2012.pdf (25.02.2019).
- FUNKE, A., GELDREICH, K. & HUBWIESER, P. (2016). Primary School Teachers’ Opinions about Early Computer Science Education. In J. SHEARD & J. S. MONTERO (Hg.): *Proceedings of the 16th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*, New York (NY): ACM Press, S. 135–139. <https://doi.org/10.1145/2999541.2999547> (25.02.2019)
- GI – Gesellschaft für Informatik e. V. (2008). Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule. Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I. Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e. V. erarbeitet vom Arbeitskreis »Bildungsstandards«. <https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/2345> (25.02.2019).
- GI – Gesellschaft für Informatik e. V. (2016). Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe II. Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e. V. erarbeitet vom Arbeitskreis »Bildungsstandards SII«. <https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/2350> (25.02.2019).
- GI – Gesellschaft für Informatik e. V. (2019). Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich. Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e. V. erarbeitet vom Arbeitskreis »Bildungsstandards Informatik im Primarbereich«. <https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/20121> (25.02.2019)
- HUMBERT, L. & PUHLMANN, H. (2004). Essential Ingredients of Literacy in Informatics. In S. SCHUBERT & J. MAGENHEIM (Hg.): *Informatics and Student Assessment. Concepts of Empirical Research and Standardisation of Measurement in the Area of Didactics of Informatics*, Bonn: Köllen Druck+Verlag, S. 65–76. <https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/4916> (25.02.2019).
- KLASSEN, I. (2014). *Informatik in der Grundschule am Beispiel eines Moduls zur Funktionsweise von Computern*. Masterarbeit. http://ddi.uni-muenster.de/ab/pu/dok/Masterarbeit_Klassen_2014.pdf (25.02.2019).
- KMK – STÄNDIGE KONFERENZ DER KULTUSMINISTER DER LÄNDER IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (2016). 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. <https://t1p.de/k4vk> (25.02.2019)
- KNOBELSDORF, M. (2011). *Biographische Lern- und Bildungsprozesse im Handlungskontext der Computernutzung*. Dissertation. <https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:kobv:188-fudissthesis000000023809-3> (25.02.2019).
- ROKEACH, M. (1960). *The Open and Closed Mind. Investigations Into the Nature of Belief Systems and Personality Systems*. New York (NY): Basic Books.
- SCHULTE, C. (2008). Die duale Natur digitaler Artefakte als Kern Informatischer Bildung. In M. THOMAS & M. WEIGEND (Hg.): *Interesse wecken und Grundkenntnisse vermitteln. 3. Münsteraner Workshop zur Schul-informatik*, Münster: ZfL-Verlag, S. 7–24. <https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hbz:6-15519589264> (25.02.2019).
- MÖLLER, K. (2004). Naturwissenschaftliches Lernen in der Grundschule – Welche Kompetenzen brauchen Grundschullehrkräfte? In H. MERKENS (Hg.): *Lehrerbildung: IGLU und die Folgen*, Opladen: Leske+Budrich, S. 65–84.
- THOMAS, M. (2016). Die Geschlechterkluft im Informatikunterricht. Teil 1. *LOG IN*, 183/184, 39–48.
- THOMAS, M. (2018). Informatische Kompetenzen in der Grundschule. Sichtweisen und Bausteine. *LOG IN*, 189/190, 12–19.
- GONZALES THOMPSON, A. (1984). The relationship of teachers’ conceptions of mathematics and mathematics teaching to instructional practice. *Educational Studies in Mathematics*, 15 (2), 105–127. <https://doi.org/10.1007/BF00305892> (25.02.2019)
- PROF. DR. MARCO THOMAS (marco.thomas@uni-muenster.de) und ALEXANDER BEST (alexander.best@uni-muenster.de) forschen und lehren am Arbeitsbereich Didaktik der Informatik an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. ■