

Empfehlungen der GI – Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich

Ausgestaltung der Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik

Ludger Humbert,¹ Henry Herper, Alexander Best, Christian Borowski, Rita Freudenberg, Martin Fricke, Kathrin Haselmeier, Volkmar Hinz, Dorothee Müller, Andreas Schwill, Marco Thomas

Abstract: Vorstellung der Ergebnisse des Arbeitskreises »Bildungsstandards Informatik für den Primarbereich«. Darstellung und Diskussion der Motivation und der Restriktionen, die die »Standards« enthalten. Vorstellung und Besprechung von Unterrichtsbeispielen zur Umsetzung von Aspekten, die die Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler befördern.²

Keywords: Primarbereich; Primarstufe; Grundschule; Informatikkompetenzen; informatische Allgemeinbildung; Phänomene, informatisch betrachtet; Informatikglossar; Unterrichtsbeispiele; digitale Bildung

1 Motivation

Informatische Bildung muss Eingang in die allgemeine Bildung finden, um dem gesellschaftlichen Bedarf nach einer fundierten, fachbezogenen Grundlage für die zunehmend von Informatik durchdrungene Welt einzulösen. Dass es dazu verpflichtende Informatik Elemente in jeder Schule braucht, findet zunehmend breitere Zustimmung und führt(e) in einigen Ländern zur Einrichtung eines eigenen, neuen Schulfachs in der Grundschule [Be18; Ga13].

Im Jahr 2000 wurde die vom Fachausschuss »Informatische Bildung an Schulen (IBS)« erarbeitete »Empfehlung für ein Gesamtkonzept zur informatischen Bildung an allgemein bildenden Schulen« [GI00] vorgelegt. Folgend wurden für alle weiterbildenden Schulen die *Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule – Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I* [GI08] ausgearbeitet und 2008 als Empfehlungen der GI verabschiedet. Die Empfehlungen für *Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule – Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe II* [GI16] führten die durch das Gesamtkonzept implizierte Linie fort und gestalteten sie so weiter aus.

¹ Didaktik der Informatik, Wuppertal humbert@uni-wuppertal.de

² Dieser Beitrag enthält Elemente aus dem Projekt »Informatik an Grundschulen (IaG)«, die durch Unterstützung des Ministeriums für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (MSB) realisiert werden konnten [MS17].

Mit den *Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich* [GI19b] liegen numehr verabschiedete Empfehlungen auch für Anforderungen an die informatische Bildung für den Primarbereich bis zum Ende der Grundschule (4. Klasse) vor.

2 Einordnung

Informatik trägt wesentlich zur Allgemeinbildung bei. Es ist Aufgabe der Grundschule, die Fähigkeiten, Interessen und Neigungen von Kindern aufzugreifen und sie mit den Anforderungen fachlichen und fachübergreifenden Lernens zu verbinden. Eine bewusste Teilnahme am Leben in unserer Gesellschaft, aber auch die konstruktive Mitgestaltung der Lebenswelt setzen zunehmend informatische Kompetenzen voraus. Um Informatik für Kinder als kreativen Gestaltungsbereich fürs Problemlösen zugänglich zu machen, bedarf es einer altersgerechten Einbettung in den Primarbereich. Dies muss durch didaktisch gestaltete Fachkonzepte zur Erläuterung »informatischer Phänomene« erfolgen.

Die Empfehlungen für die *Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich* stellen einen weiteren Baustein zur informatischen Bildung bereit. Alle drei Empfehlungen der GI detaillieren Kompetenzen für die fünf Prozess- und Inhaltsbereiche, die in Abbildung 1 dargestellt werden.



Abb. 1: Kompetenzstrukturmodell: Prozess- und Inhaltsbereiche

Damit liegt ein vollständiges Konzept für eine zeitgemäße und fachlich fundierte informatische Bildung für die formale Bildung vom Primarbereich bis zum allgemeinbildenden Abitur vor [vgl. GI19a].

3 Gestaltungsherausforderungen

Die für den Primarbereich vorliegenden Empfehlungen gilt es in der Grundschule umzusetzen. Dazu wurden während der Erarbeitungsphase Vorschläge diskutiert, allerdings muss – im Unterschied zur weiterführenden Schule und zur gymnasialen Oberstufe – davon ausgegangen werden, dass absehbar in Deutschland kein eigenes Schulfach Informatik in der Grundschule eingerichtet wird. Damit fehlen für den Informatikunterricht in der Grundschule – voraussichtlich auch in der Zukunft – primär qualifizierte Lehrkräfte. Ebenfalls fehlen Unterrichtserfahrungen, die – in der Breite vorhanden – Grundlage für Entwicklung und Gestaltung des Informatikunterrichts in der Grundschule darstellen und so einen wesentlichen Beitrag für die Unterrichtspraxis liefern würden. Umso wichtiger ist es, dass Elemente gestaltet, erprobt und evaluiert werden, die auf einer fachdidaktischen Basis zum Gelingen informatischer Bildung in der Grundschule beitragen.

Es ist unabdingbar, dass für die Gestaltung von Unterrichtselementen die Expertise von Grundschullehrkräften berücksichtigt wird und die Umsetzung in verschiedenen Kontexten erprobt wird, damit vermieden werden kann, dass unterrichtliche Ideen zwar fachlichen Anforderungen genügen, nicht aber in den Grundschulen umgesetzt werden (können). Daher stellen wir Elemente vor, die Zugänge zur Informatik bereitstellen, die in verschiedenen unterrichtlichen Kontexten erprobt wurden und es erlauben, informatische Kompetenzen bei den Kindern in der Grundschule zu entwickeln.

Beispiele³

Um die Erreichung der Kompetenzen zu befördern, bedarf es konkreter, erprobter Beispiele. Mit der Veröffentlichung der Entwurfsfassung der Kompetenzen in der LOG IN wurden exemplarisch Elemente und Ideen für die Umsetzung vorgestellt [HK18]. In dem Projekt »Informatik an Grundschulen (IaG)« des nordrhein-westfälischen Schulministeriums wurden darüber hinaus drei Module zur Umsetzung der Kompetenzen entwickelt, an Grundschulen erprobt und evaluiert [Ma18]. Dabei wurde insbesondere die Randbedingung, dass in diesem Projekt keine Informatiksysteme eingesetzt werden, berücksichtigt.

Damit diese Rahmenbedingung konstruktiv eingelöst werden kann, wurde mit [Hu18] eine pointierte Sicht auf die Kompetenzentwicklung ohne Informatiksysteme sowohl in den historischen Kontext eingeordnet als auch beispielhaft dargestellt. Zu dem Projekt IaG [MS17] wurden vom Schulministerium des Landes Nordrhein-Westfalen Lehrerhandreichungen, Hinweise zur Konzeption von Fortbildungsmaßnahmen sowie Materialien für die Schülerinnen und Schüler öffentlich bereitgestellt [Hu19b]. Darüber hinaus wurden von Teilnehmenden an der Erarbeitung der Kompetenzen parallel Forschungs- und Entwicklungsprozesse angestoßen, die zu weiteren Unterrichtsbeispielen führten [Ar16].

³ Teile dieses Abschnitts wurden ebenfalls in »Informatik – Kompetenzentwicklung bei Kindern« [Hu19a] veröffentlicht.

Nachfolgend werden Beispiele für den Primarbereich zu Automatenmodellen (Inhaltsbereich »Sprachen und Automaten«) und zur Kryptologie (Inhaltsbereich »Information und Daten«) skizziert. Während Automatenmodelle bislang nicht in der Grundschule thematisiert werden und Grundschullehrpersonen unbekannt sind, werden Themen zur Kryptologie bereits rudimentär im Sach-, Deutsch- und/oder Mathematikunterricht behandelt. Die Beispiele wurden mit (angehenden) Grundschullehrpersonen entwickelt und teilweise im Unterricht erprobt sowie evaluiert.

Automatenmodelle

Die Automatentheorie zeichnet sich durch einen starken Abstraktionsgrad aus, was wiederum hohe Anforderungen an die didaktische Aufbereitung entsprechender Themen für die Grundschule stellt. Schülerinnen und Schüler begegnen Automaten regelmäßig in ihrem Alltag, etwa über Getränkeautomaten [GI19b, S. 10]. Dass sich deren Abläufe formalisieren, über Automatenmodelle modellieren und mittels Zustandsübergangsdiagrammen oder -tabellen darstellen lassen, ist ihnen hingegen nicht bewusst. Alltagsautomaten stellen für die Schülerinnen und Schüler somit eine **Black-Box** dar, mit der sie interagieren, deren Funktionsweise sie jedoch nicht nachvollziehen können.

Ein schülerorientierter Kontext ist **Passwortsicherheit**. Der Sicherheitsgrad eines Passworts kann anhand der Anzahl umgesetzter Kriterien definiert werden. Der Sicherheitsgrad sei über die Zustände *rot*, *gelb* und *grün* definiert. Die Anzahl erfüllter Kriterien stellt die Zustandsübergänge dar. Kriterien könnten *Ziffern* oder *Klein- und Großbuchstaben* sein. Neben der Bewertung des Sicherheitsgrads stellen die Schülerinnen und Schüler den Bewertungsvorgang auch in einem Zustandsübergangsdiagramm dar, um erstens die Automatisierbarkeit der Bewertung zu verstehen, zweitens den Bewertungsvorgang zu verinnerlichen und drittens das Zustandsmodell als kommunikationsstützende Notation zu erfahren.

Die Schülerinnen und Schüler werden in die Lage versetzt, das Zustandsübergangsdiagramm in ein mentales Modell und ihr mentales Modell in ein entsprechendes Zustandsübergangsdiagramm zu überführen. Zunächst wird das vorgestellte Automatenmodell als Akzeptor aufgefasst, mit dem die Schülerinnen und Schüler exemplarisch Passwörter auf ihren Sicherheitsgrad, also die Anzahl erfüllter Kriterien, prüfen. Anschließend erweitern sie das Automatenmodell um selbstgewählte Kriterien sowie Zustände und modellieren diese im bestehenden Zustandsübergangsdiagramm. Dies könnte etwa über den Zustand *orange* und das Kriterium *Wortlänge > 7 Zeichen* erfolgen.

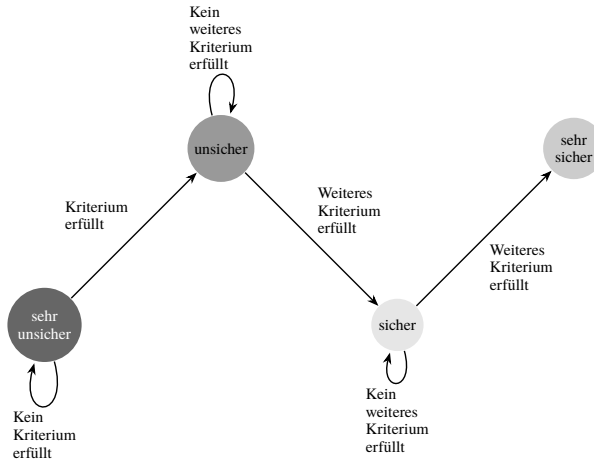


Abb. 2: Zustandsübergangsdiagramm für die Bewertung eines Passworts über drei Sicherheitskriterien

Kryptologie

Kinder im Grundschulalter nutzen bereits einfache kryptologische Verfahren, um geheime Botschaften untereinander auszutauschen. Dazu zählen sowohl Transpositions- als auch Substitutionsverfahren. Anknüpfend an diese Vorerfahrungen können zunächst zwei einfache symmetrische Verfahren eingeführt werden: Caesar-Chiffre und Skytalen. Insbesondere der handlungsbasierte (**enaktive**) Zugang [Br64, S. 2] bietet sich für die Grundschule an, um an das entwicklungspsychologische Stadium der Schülerinnen und Schüler anzuknüpfen (siehe Jean Piagets *Modell der kognitiven Entwicklung* [Pi74]). Über die Gegenstände Kästchen, Schlüssel (privater Schlüssel) und Schloss (öffentlicher Schlüssel) kann ein kontrastierendes asynchrones Verfahren eingeführt werden.

Verschiedene kryptologische Verfahren, neben den genannten u. a. Vigenère-Chiffre, wurden bereits erfolgreich an Grundschulen umgesetzt [Ar16; MS17]. Die Notwendigkeit verschlüsselter Kommunikation ergibt sich für die Schülerinnen und Schüler intuitiv aus ihrer Lebenswelt. Sowohl das Verständnis für einfache Verfahren als auch deren Anwendung, die Einführung fachsprachlicher Elemente wie *Verschlüsseln*, *Übermitteln* oder *Entschlüsseln* sowie die Reflexion eingesetzter Verfahren ist in den Klassen 3-4 möglich und führt zu hoher Motivation der Schülerinnen und Schüler. Erfahrungen zur Thematisierung von Automatenmodellen in der Grundschule liegen bislang nur sporadisch vor. Es existieren verschiedene Kontexte, die spezifisch für den Primarbereich entwickelt wurden. Dazu zählen die Kontexte »Farbmischung« [Se17] oder »Schatzinsel« [BFW06]. Erfahrungen zur Vermittlung von Themen der Automatentheorie aus der ersten (Hochschule) und dritten (Fortbildungen) Lehrerbildungsphase liegen vor und deuten darauf hin, dass (angehende)

Lehrpersonen sich in entsprechend aufbereitete Kontexte einfinden können. Ansätze von Studierenden liegen in Form schriftlicher Unterrichtsentwürfe vor [Ar16].

4 Perspektiven

Die Arbeit muss fortgeführt werden, wollen wir nicht auf der Beispielebene verharren. Es gilt, Modelle zur Umsetzung der Empfehlungen in der Grundschule zu entwickeln, die nachhaltig informatische Bildung befördern. Dabei stellt sich die Frage nach der Verankerung der informatischen Bildung in der Grundschule in anderer Form als in den weiterführenden Schulen, da der Widerstand gegen die Einführung eines eigenständigen Schulfachs Informatik zur Zeit noch breit aufgestellt ist.

Es ist daher dringend auch zu diskutieren, ob Informatik als weitere Perspektive in den existierenden *Perspektivrahmen Sachunterricht* der GDSU für den Sachunterricht aufgenommen wird, ob die von den Schülerinnen und Schülern zu erreichenden Kompetenzen im Zusammenhang in die Schulfächer Deutsch und/oder Mathematik eingegliedert werden können oder weitere/andere Möglichkeiten zu entwickeln oder zu erproben sind, um informatische Bildung in der Grundschule für alle Schülerinnen und Schüler zu ermöglichen. Für jede der zu diskutierenden Varianten ist allerdings unabdingbar, dass die Lehrkräfte, die die Umsetzung realisieren, fachlich und fachdidaktisch auf diese Herausforderung bestens vorbereitet werden. Dazu müssen sie in der ersten Phase ihrer Lehrerbildung die fachlichen und fachdidaktischen Dimensionen der Informatik erfahren. Andere Varianten werden scheitern, wie am Beispiel der informationstechnischen Grundbildung abgelesen werden kann, die zwar seit 30 Jahren in den Bildungsplänen der weiterführenden Schulen vorgesehen ist, aber nicht stattfindet, wie z. B. in [Be19] ausgeführt wird.

Erste Informatikveranstaltungen für zukünftige Grundschullehrkräfte zeigen, dass der Aufwand und die Gestaltungsanforderungen durchaus eine Herausforderung für die Universitäten darstellen, wenn erreicht werden soll, dass nicht nur grundlegende Konzepte entwickelt werden sollen, sondern auch mögliche Optionen für die eigene Unterrichtsgestaltung als Ziel ausgewiesen wird, wie in »Informatik an Grundschulen – Stellschraube Lehrerbildung« [Ha19] deutlich wird. Die in einem anderen, parallelen Veranstaltungskontext entwickelten – universitären Ansprüchen genügenden – Kompetenzen verdeutlichen die mit der Informatik verbundenen Herausforderungen für die Lehrerbildung »Informatische Bildung für alle Lehramtsstudierenden – Reformprozess einer allgemeinbildenden Informatikveranstaltung in der universitären Lehrerbildung« [LH19]. Hoffnung ergibt sich, wenn wir betrachten, dass die Schülerinnen und Schüler, nachdem sie Informatikunterricht in der Grundschule erfahren haben, in der weiterführenden Schule eine höhere Selbstkompetenz in Informatik zum Ausdruck bringen, wie in »Interesse an Informatik und Informatikselbstkonzept bei Schülerinnen und Schülern zu Beginn der fünften Jahrgangsstufe des Gymnasiums – Eine empirische Untersuchung« [Mü19] deutlich wird.

Literatur

- [Ar16] Arbeitsbereich Didaktik der Informatik der WWU Münster, Hrsg.: Projekt Informatik in der Grundschule, Mai 2016, URL: <https://t1p.de/qhab>, Stand: 10. 05. 2019.
- [Be18] Berry, M.: »Computing« als neues Schulfach. Umsetzung des landesweiten Curriculums für das Fach Computing in England. LOG IN, Thema 38/189/190, hrsg. von Humbert, L.; Koerber, B., S. 20–26, 2018, ISSN: 0720-8642.
- [Be19] Bernewasser, J.: Informatik für alle, Digitalisierung an Schulen. Zeit online/, 9. Mai 2019, URL: <https://t1p.de/sp15>, Stand: 10. 05. 2019.
- [BFW06] Bell, T.; Fellows, M.; Witten, I. H.: Computer Science Unplugged, 2006, URL: <https://classic.csunplugged.org/>, Stand: 24. 03. 2019.
- [Br64] Bruner, J. S.: The course of cognitive growth. American Psychologist 19/1, S. 1–15, 1964.
- [Ga13] Gander, W.; Petit, A.; Berry, G.; Demo, B.; Vahrenhold, J.; McGettrick, A.; Boyle, R.; Drechsler, M.; Mendelson, A.; Stephenson, C.; Ghezzi, C.; Meyer, B.: Informatics education: Europe cannot afford to miss the boat, Apr. 2013, URL: <https://t1p.de/6jvf>, Stand: 23. 04. 2019.
- [GD13] GDSU, Hrsg.: Perspektivrahmen Sachunterricht. GDSU – Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts, Julius Klinkhardt, Bad Heilbrunn, 2013, ISBN: 9783781519923.
- [GI00] Gesellschaft für Informatik e. V.: Empfehlung für ein Gesamtkonzept zur informatischen Bildung an allgemein bildenden Schulen. Informatik Spektrum 23/6, Beilage LOG IN 20 (2000) Heft 2, S. I-VII, S. 378–382, Dez. 2000, ISSN: 0170-6012, URL: <https://t1p.de/ntpf>, Stand: 19. 03. 2019.
- [GI08] Gesellschaft für Informatik e. V.: Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule – Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I, Erarbeitet vom Arbeitskreis »Bildungsstandards« – Beschluss des GI-Präsidiums vom 24. Januar 2008 – veröffentlicht als Beilage zur LOG IN 28 (2008) Heft 150/151, Apr. 2008, URL: <https://t1p.de/xb2w>, Stand: 30. 04. 2019.
- [GI16] Gesellschaft für Informatik e. V.: Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule – Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe II, Erarbeitet vom Arbeitskreis »Bildungsstandards SII« – Beschluss des GI-Präsidiums vom 29. Januar 2016 – veröffentlicht als Beilage zur LOG IN 36 (2016) Heft 183/184, Apr. 2016, URL: <https://t1p.de/vxhy>, Stand: 30. 04. 2019.
- [GI19a] Gesellschaft für Informatik e. V.: GI-Radar 233: Informatik im Primarbereich, 2019, URL: <https://t1p.de/p129>, Stand: 22. 04. 2019.

- [GI19b] Gesellschaft für Informatik e. V., Hrsg.: Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich, Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e. V. Erarbeitet vom Arbeitskreis »Bildungsstandards Primarbereich« – Beschluss des GI-Präsidiums vom 31. Januar 2019 – wird in gedruckter Form der LOG IN 39 (2019) Heft 191/192 beigelegt, 7. Feb. 2019, URL: <http://uni-w.de/1gm>, Stand: 09.03.2019.
- [Ha19] Haselmeier, K.: Informatik an Grundschulen – Stellschraube Lehrerbildung. In (Pasternak, A., Hrsg.): Informatik für alle, INFOS 2019, 18. GI-Fachtagung Informatik und Schule, 16.–18. September 2019, Dortmund, Germany. Bd. P288. LectureNotes in Informatics (LNI)-Proceedings, n. n. e., Gesellschaft für Informatik e. V. (GI), Bonn, xx-yy, 2019, ISBN: 978-3-88579-682-4.
- [HK18] Humbert, L.; Koerber, B., Hrsg.: Informatische Bildung im Primarbereich. Themenheft der Zeitschrift LOG IN, Bd. 38, 189/190, Aug. 2018.
- [Hu18] Humbert, L.; Müller, D.; Fricke, M.; Haselmeier, K.; Siebrecht, D.: »Because the music is not inside the piano«, Ist informatische Bildung ohne Informatiksysteme wünschenswert? LOG IN, Praxis & Methodik 38/189/190, hrsg. von Humbert, L.; Koerber, B., S. 67–72, 2018, ISSN: 0720-8642, URL: <http://uni-w.de/1aq>, Stand: 08.02.2019.
- [Hu19a] Humbert, L.; Best, A.; Micheuz, P.; Hellmig, L.: Informatik – Kompetenzentwicklung bei Kindern. Informatik Spektrum 42/, n. n. e. – Preprint, rs-tu, 2019, ISSN: 0170-6012, URL: <https://t1p.de/qhn7>, Stand: 10.05.2019.
- [Hu19b] Humbert, L.; Magenheim, J.; Schroeder, U.; Fricke, M.; Bergner, N.: Handreichung für Lehrkräfte, Handreichungen und Unterrichtsmaterial. Hinweise zur Schulung/Fortbildung, hrsg. von Informatik an Grundschulen (IaG), 21. März 2019, URL: <https://t1p.de/iu9z>, Stand: 19.04.2019.
- [LH19] Losch, D.; Humbert, L.: Informatische Bildung für alle Lehramtsstudierenden – Reformprozess einer allgemeinbildenden Informatikveranstaltung in der universitären Lehrerbildung. In (Pasternak, A., Hrsg.): Informatik für alle, INFOS 2019, 18. GI-Fachtagung Informatik und Schule, 16.–18. September 2019, Dortmund, Germany. Bd. P288. LectureNotes in Informatics (LNI)-Proceedings, n. n. e.; Preprint-Version, die die eingereichte und angenommene Fassung darstellt und bis zur Veröffentlichung noch überarbeitet wird, Gesellschaft für Informatik e. V. (GI), Bonn, 1. Feb. 2019, ISBN: 978-3-88579-682-4, URL: <https://uni-w.de/11j>, Stand: 04.05.2019.
- [Ma18] Magenheim, J.; Müller, K.; Schulte, C.; Bergner, N.; Haselmeier, K.; Humbert, L.; Müller, D.; Schroeder, U.: Evaluation of Learning Informatics in Primary Education. In (Pozdniakov, S. N.; Dagienė, V., Hrsg.): Informatics in Schools, Fundamentals of Computer Science and Software Engineering. 11th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives, ISSEP 2018, Springer Verlag, St. Petersburg, Russia, S. 339–354, Okt. 2018, ISBN: 978-3-030-02749-0.

- [MS17] MSB NRW, Hrsg.: Informatik an Grundschulen – Ziele, Pilotprojekt zur Erprobung von Konzepten zur informatischen Bildung im Rahmen des Sachunterrichts an Grundschulen, MSB NRW – Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen, Juli 2017, URL: <https://t1p.de/pods>, Stand: 25. 01. 2019.
- [Mü19] Müller, D.; Haselmeier, K.; Humbert, L.; Killich, K.: Interesse an Informatik und Informatikselbstkonzept bei Schülerinnen und Schülern zu Beginn der fünften Jahrgangsstufe des Gymnasiums – Eine empirische Untersuchung. In (Pasternak, A., Hrsg.): Informatik für alle, INFOS 2019, 18. GI-Fachtagung Informatik und Schule, 16.–18. September 2019, Dortmund, Germany. Bd. P288. LectureNotes in Informatics (LNI)-Proceedings, n. n. e.; Preprint-Version, die die eingereichte und angenommene Fassung darstellt und bis zur Veröffentlichung noch überarbeitet wird, Gesellschaft für Informatik e. V. (GI), Bonn, xx–yy, 2019, ISBN: 978-3-88579-682-4, URL: <http://uni-w.de/11t>, Stand: 04. 05. 2019.
- [Pa] Pasternak, A., Hrsg.: Informatik für alle, INFOS 2019, 18. GI-Fachtagung Informatik und Schule, 16.–18. September 2019, Dortmund, Germany, Bd. P288, LectureNotes in Informatics (LNI)-Proceedings, n. n. e., Bonn: Gesellschaft für Informatik e. V. (GI), ISBN: 978-3-88579-682-4.
- [Pi74] Piaget, J.: Der Aufbau der Wirklichkeit beim Kinde. Klett, Stuttgart, 1974.
- [Se17] Sellin, L.: Ausgewählte Elemente der theoretischen Informatik als Element der informatischen Bildung im Primarbereich, PDF: <https://uni-w.de/161>, Bachelorthesis, Wuppertal: Fachgebiet Didaktik der Informatik – Bergische Universität, 29. März 2017, URL: <https://uni-w.de/130>, Stand: 10. 05. 2019.